

KAJIAN KARAKTERISTIK LIMNOLOGI untuk PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERAIRAN DANAU DIATAS, DIBAWAH dan DANAU BATUR

Oleh:

T. Suryono F. Sulawesty, S. Sunanisari, A.A. Meutia, Triyanto, G.S. Haryani, A. B. Santoso, Y. Sudarso, Cynthia H, T. Tarigan, G. S. Aji, R. L. Toruan, M. S. Syawal, S. Nomosatryo, E. Mulyana, Hasan F, I. Ridwansyah dan Y. Mardiyati

Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

ABSTRAK

Indonesia memiliki sumber air tawar yang berupa danau-danau baik besar maupun kecil yang tersebar hamper di semua propinsi dan kabupaten, salah satunya adalah Propinsi Sumatera Barat dan Bali. Sumatera Barat yang beribukota di Padang memiliki beberapa danau besar seperti Maninjau, Singkarak, Danau Diatas dan Dibawah serta Danau Talang. Danau Diatas dan Dibawah yang sering disebut sebagai danau kembar terletak 60 km dari kota Solok, Sumatera Barat. Kawasan Danau Diatas dan Dibawah merupakan kawasan yang beriklim sejuk sehingga merupakan salah satu kawasan yang sering dikunjungi oleh para wisatawan baik domestic maupun mancanegara. Kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan pada tahun 2005 merupakan tahun ke 2. Sedangkan D Batur terletak di kabupaten Bangli propinsi Bali, kawasan danau Batur sejak lama juga telah dimanfaatkan sebagai kawasan wisata dan untuk keperluan sehari-hari. Seperti kawasan wisata yang lain pembangunan yang cukup pesat dalam penyediaan infrastrukturnya akan mempengaruhi kelangsungan dan kelestarian danau. Penelitian dilakukan dengan metoda survey lapangan (data primer) dan pengumpulan data sekunder guna mengetahui kondisi limnologisnya, sesuai dengan tujuan tolok ukur inventarisasi perairan darat khususnya danau-danau yang ada di Propinsi Sumatera Barat maupun Bali.

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG DAN RUANG LINGKUP KEGIATAN

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 Diatas dan Danau Dibawah atau sering disebut dengan danau kembar merupakan danau tektonik yang berada pada ketinggian 1531 meter diatas permukaan laut (D. Diatas) dan 1462 meter dpl (D. Dibawah) (pasilehmusluoto 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. D. 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, perairannya pada tahun 1992 tergolong oligotrophik dengan konsentrasi chlorophyll a 1,43 – 1,71 mg/m³ dan transparansi 5,5 – 6,5 meter. Spesies phytoplankton yang dominan pada saat itu tercatat *Cyanodictyon imperfectum*, alga biru-hijau dan jenis alga hijau *Oocystis spp.*

Danau Dibawah dengan luas areal 1,400 ha memiliki kedalaman maksimum 309 meter. Air danau ini mengalir melalui outlet utama yaitu sungai Lembong, perairannya 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.

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) (Anonimus, 2003). Danau Batur merupakan danau yang paling luas di pulau Bali, danau ini telah mengalami perubahan terutama dari segi luasan maupun kedalaman akibat aktivitas pembangunan maupun proses erosi alami, akibat aktifitas disekeliling danau kondisi kualitas airnya juga sudah mulai menurun (Anonimus, 2003).

Klasifikasi habitat perairan dapat dijelaskan sebagai variabel yang dapat memberi definisi dan mengatur suatu sistem yang digunakan untuk menjelaskan karakteristik abiotik dan biotik di badan air. Penggambaran habitat termasuk variabel yang dapat mengatur atau membatasi ruangan dimana biota dapat hidup dan meliputi seluruh bagian danau sampai bagian yang paling kecil. Komponen habitat terdiri dari faktor fisiko-kimia dan biologi (Sly and Busch, 1992). Sebagai contoh jenis dan kelimpahan akuatik makrofit di suatu perairan danau akan mencerminkan tipe habitat tertentu di perairan danau tersebut, jenis-jenis yang tumbuh akan dipengaruhi oleh kontur perairan, jenis dan kualitas sedimen, kualitas air serta ketinggian kolom air. Dari pengamatan ini diharapkan dapat dilihat tipe-tipe habitat yang ada di suatu perairan danau dan proses-proses yang terjadi didalamnya sehingga nantinya dapat memberikan gambaran bagaimana sebaiknya pengelolaan dan pemanfaatan suatu perairan. Hal ini penting sebagai masukan untuk pengambil keputusan agar kondisi perairan danau tetap terjaga tetapi tetap dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar (*wise use*).

PERUMUSAN MASALAH

Letak kawasan danau Diatas dan Dibawah maupun Danau Batur yang bernuansa pegunungan dan beriklim sejuk menjadikan kawasan ini sebagai salah satu obyek wisata bagi masyarakat sekitar khususnya yang ada di Sumatera Barat dan Bali. Seperti kawasan wisata di daerah lain kegiatan pembangunan dalam rangka menunjang sektor ini biasanya dilakukan oleh pemerintah daerah setempat dengan sangat gencar, sehingga kondisi lingkungan seringkali kurang diperhatikan sehingga akan berakibat langsung maupun tidak langsung terhadap kondisi danau terutama pada perairannya. Permasalahan-permasalahan yang mungkin terjadi pada kawasan D. Diatas-Dibawah dan D. Batur sebagai akibat dari aktivitas pembangunan dan kegiatan masyarakat pada umumnya adalah sebagai berikut :

- Erosi yang disebabkan perubahan tata guna lahan di disekitar kawasan danau baik untuk perkebunan maupun sarana penunjang pariwisata.
- Kerusakan kualitas air danau yang diduga akibat aktifitas masyarakat disekeliling danau.
- Turunnya luas permukaan dan kedalaman air
- Dilaporkan pula mulai tumbuhnya tanaman air khususnya Danau Batur.

TUJUAN DAN SASARAN

Tujuan

- Mengkaji interaksi faktor fisika, kimia, dan biologi ekosistem perairan Danau Diatas dan Danau Dibawah sebagai dasar dalam pengelolaan sumberdaya perairan danau.
- Mengklasifikasikan habitat perairan Danau Batur di pulau Bali sebagai dasar dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perairan danau.

Sasaran

- Diketuinya informasi ilmiah karakteristik serta kondisi kualitas air danau Diatas, Dibawah dan danau Batur serta potensinya
- Diketuinya data jenis biota yang ada di danau baik ikan, vegetasi perairan, terrestrial danau maupun makrobenthos.
- Teridentifikasinya status trophik (kesuburan) perairan danau berdasarkan nilai TSI-nya.
- Tersedianya informasi ilmiah tentang tipe-tipe habitat secara hirarki pada ekosistem danau Batur
- Tersusunnya suatu Monografi yang memuat informasi-informasi ilmiah mengenai kondisi limnologi danau Diatas, Danau Dibawah serta Danau Batur.

Berdasarkan pada permasalahan-permasalahan umum yang terjadi di kawasan D. Diatas dan Dibawah maupun D. Batur bahwa potensi timbulnya sedimentasi, penurunan kualitas air, dan permasalahan yang berkaitan dengan kondisi perairan Danau tersebut, maka perlu dikumpulkan data yang menyangkut tata ruang Daerah Aliran Sungai, kecepatan sedimentasi, parameter kualitas perairan, kondisi biota perairan, dan potensi yang dimiliki D. Diatas, Dibawah maupun D. Batur. Pembukaan lahan disekitar kawasan danau untuk menunjang pembangunan sector wisata maupun penggundulan pohon-pohon oleh masyarakat sekitar akan mengganggu daerah aliran sungai yang masuk ke dalam danau dengan makin meningkatnya laju erosi tanah, sehingga kekeruhan air menjadi meningkat dan selanjutnya akan meningkatkan laju sedimentasi yang masuk ke dasar danau, akibatnya akan terjadi pendangkalan badan air (danau) dimana hal ini dapat menimbulkan perubahan struktur basin. Penggundulan DAS diasumsikan pula dapat menurunkan tinggi permukaan air. Penurunan tinggi muka air ini akan menyebabkan bagian tepi danau yang landai yang terendam air menjadi berkurang, bahkan mungkin menjadi tidak terendam air, padahal ikan biasanya hidup pada bagian tepi danau yang landai. Apabila habitat terganggu atau rusak, maka dengan sendirinya populasi akan menurun. Selain meningkatkan laju sedimentasi, peningkatan erosi akan meningkatkan nutrien yang terbawa bersama partikel-partikel tanah dari proses erosi, terutama unsur N & P. Dengan peningkatan kadar N & P, maka akan terjadi

proses percepatan eutrofikasi, dimana eutrofikasi ini secara alami memang terjadi namun sangat lambat. Respon pertama yang muncul dari peningkatan unsur N & P adalah meningkatnya populasi fitoplankton, dan pada kondisi ekstrem, akan terjadi dominansi oleh jenis tertentu sehingga akan memberikan kesempatan pada spesies yang mendominasi perairan tersebut menjadi *blooming*. Karena fitoplankton cenderung hidup pada lapisan permukaan, maka kondisi air permukaan danau yang biasanya tenang, akan sangat menunjang pertumbuhan fitoplankton yang tak terkendali. Apabila hal ini terus berlangsung, maka kualitas air akan terus menurun, spesies-spesies yang merugikan seperti dari kelompok *blue green algae* akan tumbuh tak terkendali. Oleh karena itu, diperlukan informasi tentang kondisi kualitas air danau secara menyeluruh sehingga kualitas perairannya tetap terkontrol dan memperlambat proses kerusakan perairan danau. Usaha lainnya tentunya dengan perbaikan kondisi DAS dan pengaturan beban masukan, namun tentunya ini merupakan suatu pekerjaan yang sangat besar untuk dilakukan dibandingkan dengan melakukan pembukaan pintu air.

HIPOTESIS

Seperti yang telah dijelaskan dalam perumusan masalah, bahwa masalah yang terjadi di D. Diatas dan Dibawah maupun D. Batur adalah perkiraan adanya laju sedimentasi yang tinggi dikarenakan adanya perubahan tata guna lahan disekitar kawasan danau, menurunnya kualitas air, perubahan habitat hewan perairan. Dari kenyataan tersebut, maka diduga bahwa laju sedimentasi yang tinggi akibat perubahan tata guna lahan dan kondisi perairan yang cenderung tenang tidak mengalirnya air permukaan diduga telah menyebabkan berubahnya kualitas air D. Diatas dan Dibawah maupun D. Batur. Penurunan kualitas dan turunnya tinggi permukaan air telah diduga menyebabkan kerusakan habitat biota yang ada khususnya peikanan. Dengan rusaknya habitat ikan, maka populasi ikan menjadi menurun.

METODOLOGI

Metoda yang dipakai dalam pengamatan di D. Diatas dan Dibawah maupun D. Batur adalah metoda survey lapangan dengan pengambilan data primer dan sekunder, dari data tersebut diinterpretasikan dan dianalisa agar tujuan tercapai. Data primer (fisika, kimia, dan biologi) diambil pada stasiun yang telah ditentukan. Alat serta parameter dan metoda analisa yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Pengambilan sampel dilakukan tiga kali, diharapkan dapat mewakili akan perubahan musim yaitu kemarau, musim peralihan, dan musim hujan tahun 2005.

Tabel 1. Parameter fisika, kimia, dan biologi yang diamati serta alat dan metoda Pengukurannya

PARAMETER (UNIT)	ALAT/METODA PENGUKURAN
Fisika	
1. Suhu (°C)	WQC Horiba U 10 dan Data Logger YSI 6000
2. Kekeruhan (NTU)	WQC Horiba U 10
3. Konduktivitas (mS/cm)	WQC Horiba U 10 dan Data Logger YSI 6000
4. Padatan terlarut (mg/l)	Gravimetrik
5. TSS	Gravimetrik
6. Kecerahan (m)	Secchi dish

7. Laju sedimentasi	Metoda transek
8. Tinggi muka air	
Kimia	
1. PH	WQC Horiba U 10 dan Data Logger YSI 6000
2. Oksigen terlarut (mg/l)	WQC Horiba U 10 dan Data Logger YSI 6000
3. P-PO ₄ (mg/l)	Spek trofotometer/metoda Ammonium Molybdate
4. TP (mg/l)	Spek trofotometer/metoda Ammonium Molybdate
5. N-NO ₂ (mg/l)	Spek trofotometer/metoda Sulfanilamite
6. N-NO ₃ (mg/l)	Spek trofotometer/metoda Brucine
7. N-NH ₄ (mg/l)	Spek trofotometer/metoda Phenate
8. TN (mg/l)	Spek trofotometer/metoda Brucine
9. TOM (mg/l)	Titrimetri
Biologi	
1. Klorofil a (mg/m ³)	Spek trofotometer/metoda spektrofotometri
2. Plank ton (ind./l)	Plankton net no. 25, mikroskop/metoda sapuan
3. Makrobenthos (ind./m ²)	Eckman grab
4. Ikan	Lihat catatan dibawah
5. Tanaman Air	Kuadrat
6. Tanaman terestrial	Kuadrat

Morfometri Danau Diatas

Morfometri danau ditinjau berdasar pola kedalaman danau, dengan dibuat peta batimetrik menggunakan metoda akustik. Alat yang digunakan berupa Fishfinder merk Garmin tipe Fishfander 250 sedangkan frek unsi yang digunakan 200 Hz dimana gelombang akustik dipantulkan pada permukaan sedimen bagian atas (*top sediment*). Data kedalaman direkam tiap 50 m dari lintasan kapal kemudian disimpan dan disinkronkan dengan data posisi dan lintasan dengan menggunakan GPS Garmin 76C.

Data hasil pengukuran di loading dari GPS berbentuk tabel, baris data berupa titik-titik pengukuran sedangkan row data berupa ID, waktu pengambilan data, koordinat, altitude, dan kedalaman. Kemudian data tabel dirubah menjadi bentuk spatial dan diolah dengan menggunakan program Sistem Informasi Geografi (GIS) Arcview yang dilengkapi extention 3DAnalyst. Luas danau didapat dari Peta Topografi Djantop Tahun 1978.

Ciri-ciri morfometrik danau dilihat dari kedalaman relatif (z_r) dan indeks pengembangan garis pantai (D_L) (Wetzel, 1983); dengan rumus :

$$z_r = (50z_m \sqrt{\pi}) / \sqrt{A_0}$$

$$D_L = L / (2\sqrt{\pi A_0})$$

z_{max} = kedalaman maksimum
 A_0 = luas permukaan
 L = panjang garis pantai

Untuk mendapatkan Retention time dilakukan pengukuran debit keluar danau. Kecepatan arus diukur menggunakan Current Meter Merk, dilakukan juga pengukuran penampang sungai dengan transek kedalaman per jarak 0,5 meter. Retention time dihitung dengan menggunakan rumus.

$$\text{Retention time (Rt)} = \frac{\text{Volume}}{\text{debit}}$$

Daerah Aliran Sungai (DAS) didapat dari peta topografi digital yang kemudian diolah dengan software GIS untuk mendapatkan bentuk model elevasi digital (DEM), selanjutnya dari data DEM ini didapat kemiringan lereng dan bentuk lahan.

Tingkat kesuburan perairan danau dan Nutrien N-P.

Untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan danau dihitung dari rumus Trophic State Index (TSI) dari Robert Carlson 1970 dimana perhitungan ini diperoleh dari tiga parameter utama indicator adanya perubahan kesuburan perairan yaitu total phosphate, klorofil-a dan kecerahan perairan (kedalaman secchi), dimana tingginya konsentrasi TP ini akan mengakibatkan meningkatnya phytoplankton yang ada di perairan dengan ditunjukkan peningkatan klorofil-a, yang selanjutnya dengan meningkatnya klorofil ini akan mengakibatkan terhalangnya cahaya matahari masuk ke dalam perairan dengan ditunjukkan semakin dangkalnya kedalaman papan secchi.

Kajian Distribusi fitoplankton.

Kajian distribusi fitoplankton dilakukan dengan mengambil sampel air menggunakan botol van Dorn sebanyak 2 liter kemudian disaring menggunakan plankton net no. 25, diawet menggunakan larutan lugol 1 % sampai sampel air berwarna kuning, taruh di wadah gelap.

Metoda yang dipakai dalam penghitungan fitoplankton adalah metoda sapuan menggunakan mikrotransek berdasarkan APHA (1995), mikroskop yang digunakan adalah mikroskop binokuler Olympus CH2 dengan pembesaran 100 x dan 400 x. Identifikasi dilakukan sampai level jenis (genus) dan spesies untuk individu tertentu berdasarkan Prescott (1964 dan 1970), Mizuno (1970).

Kajian tanaman air

Monitoring komunitas vegetasi akuatik untuk mengamati dinamika penyebaran vegetasi akuatik air di D. Diatas-Dibawah dilakukan dengan metode survey (penjelajahan) dimana pada tiap pengelompokan vegetasi akuatik ditetapkan sebagai stasiun pengamatan. Pencuplikan vegetasi akuatik dilakukan dengan metode kuadrat plot (100 m²) dengan ukuran plot disesuaikan dengan luasan pengelompokan individu. Parameter yang diambil adalah penutupan tumbuhan (dalam skala Braun-Blanquet) per luasan plot. Posisi stasiun pengamatan ditetapkan menggunakan GPS sehingga pola sebaran vegetasi akuatik dapat divisualisasikan ke dalam peta. Identifikasi dilakukan di Puslit Limnologi LIPI dan di Herbarium Bogoriense LIPI.

Kondisi perikanan

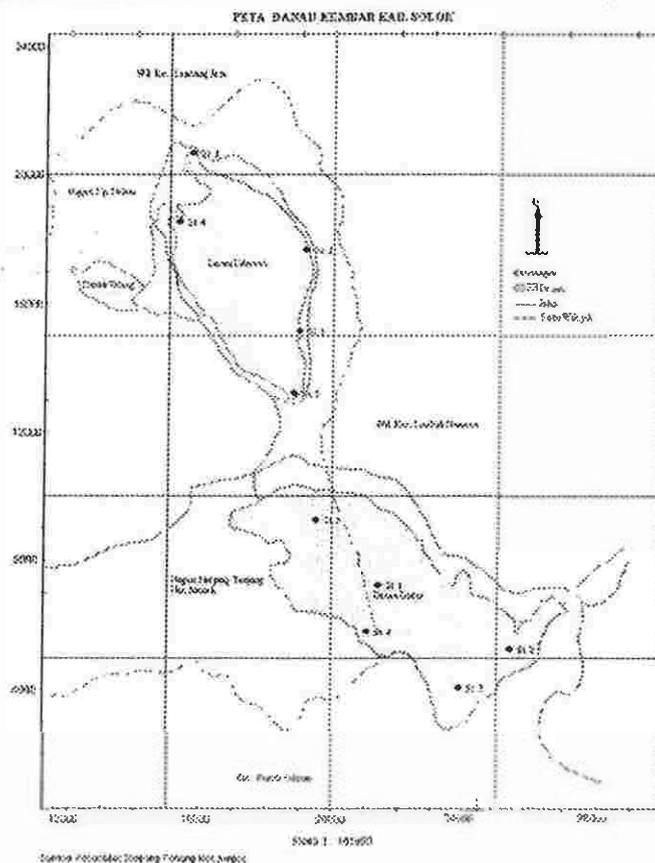
Penelitian aspek perikanan mencakup penelitian distribusi panjang berat ikan dan komunitas ikan. Penelitian tentang distribusi panjang berat ikan dilakukan secara langsung di lapangan dari sampel yang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan yang diambil secara acak atau dengan melakukan penangkapan secara langsung. Ikan diidentifikasi berdasarkan petunjuk Weber & De Beaufort dan Sa'anin (1992). Alat

tangkap yang digunakan adalah jala lempar dan jaring. Analisa data yang dilakukan adalah pengelompokan dengan histogram batang untuk mendapatkan ukuran kelas serta presentasinya. Sedangkan penelitian untuk komunitas ikan dilakukan dengan pengamatan komposisi jenis ikan yang diperoleh dengan cara penangkapan langsung menggunakan jaring insang (*experimental gillnet*) dengan 4 ukuran matajaring yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

KAJIAN KARAKTERISTIK DANAU DIATAS

Perjalanan pengambilan sampel air Danau Diatas dan Dibawah telah dilakukan tiga kali yaitu pertengahan bulan Juli, September dan November 2005. Pada kegiatan tahun 2005 untuk stasiun pengambilan sampel di Danau Diatas dilakukan penyusutan dari 7 stasiun menjadi 5 (Gambar 1), hal ini dikarenakan ada beberapa titik stasiun yang mewakili daerah yang sama, sedangkan untuk danau Dibawah masih tetap seperti tahun 2004 karena kendala sarana untuk mengambil sampel yaitu perahu tidak ada.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel di Danau Diatas-Dibawah

Tabel 2. Kondisi lokasi pengambilan sampel di Danau Diatas-Dibawah.

Kode	Lokasi	Posisi	Keterangan
<i>Danau Diatas</i>			
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
<i>Danau Dibawah</i>			
St. 1	Pancuran Gadang	Alt: 1510 mt. S: 01° 01' 54,0" E: 100° 44' 37,8"	Tepian tidak ada aktivitas berupa jalan dan langsung 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"	Aktivitas yang ada adalah 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

Kajian Morfologi Danau Diatas

Hasil *sounding* terhadap Danau Diatas yang merupakan danau tektonik pada ketinggian 1535 mdpl, mempunyai bentuk cekungan dengan arah memanjang Barat-laut-Tenggara sebagai hasil proses tektonik tegasan Sumatera. Bagian terdalam terdapat disekitar Teluk Dalam dengan kedalaman maksimal (Z_{max}) mencapai 47 m hal ini sedikit berbeda dengan hasil pengukuran tim Expedition Indodanau pada tahun 1977 (Z_{max} 44 m). Penampang Danau Diatas menunjukkan arah Barat Laut cenderung melandai, demikian juga arah Timur Laut dan Barat Daya yang juga cenderung melandai.

Hasil analisis dengan GIS Luas permukaan air Danau Diatas (A) didapat sebesar 1245 Ha dan kedalaman maksimum (Z_m) 47 m, dan kedalaman rata-rata 24,3

m. Selain itu hasil pengukuran peta batimetri juga diperoleh volume air Danau sebesar 302.065.119 m³ dimana nilai ini akan bertambah atau berkurang sesuai dengan tinggi muka air. Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa Danau Diatas relatif lebih kecil dibandingkan dengan Danau-danau lain di pulau Sumatera seperti Toba (1130 km² dengan 529 m), Singkarak 107 km² dan 268 m dan Maninjau (97,9 km² dan 169 m), sedangkan dibandingkan dengan luas Danau Dibawah cenderung lebih besar (A= 11.2 Ha) tetapi Danau dibawah mempunyai kedalaman sampai 309 m.

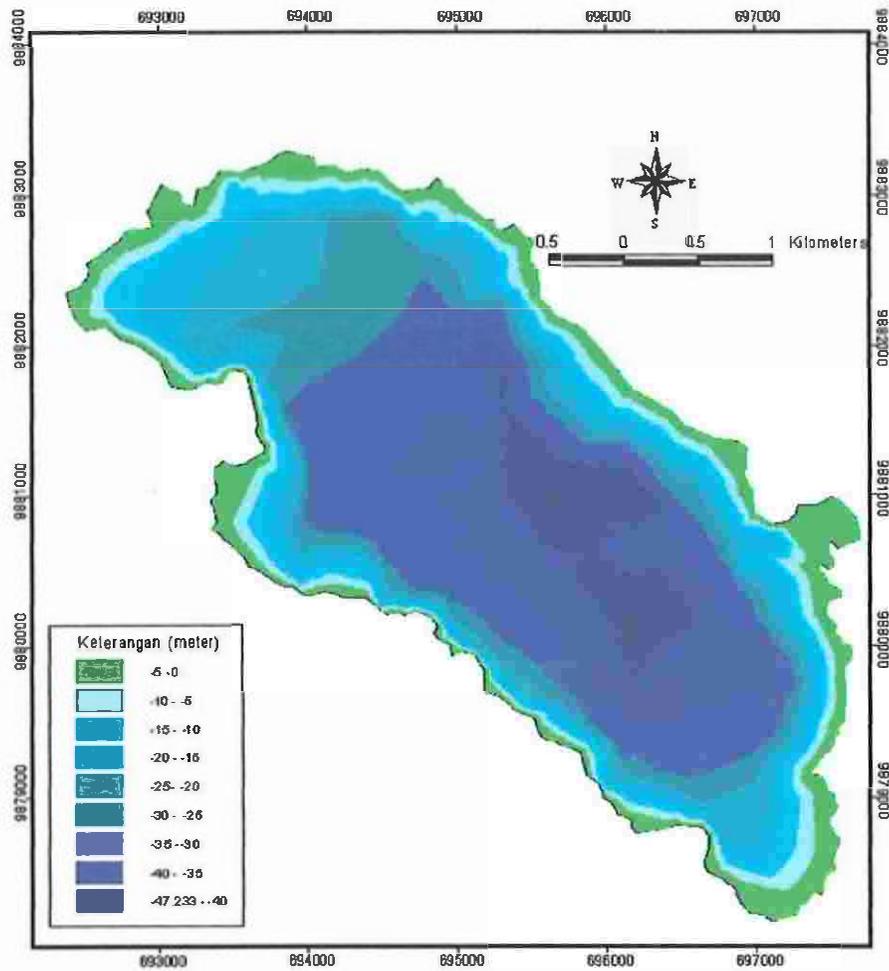
Tabd 3. Ciri-ciri Morfologi Danau Diatas

No.	Parameter	Satuan	Dimensi	Ekspedisi Indodanau
1	Luas permukaan (A)	m ²	12451642	Peta Rupa Buni
2	Keliling	m	19933	idem
3	Panjang maksimum	m	6419	idem
4	Lebar maksimum	m	2878	idem
5	Kedalaman maksimum (Zm)	m	47	Lapangan
6	Volume	m ³	302065119	Peta batimetrik
7	Kedalama rata-rata	m	24,3	Perhitungan
8	Kedalaman relatif (Zr)	%	1,18	idem
9	Pengembangan garis pantai (DL)		1,59	idem

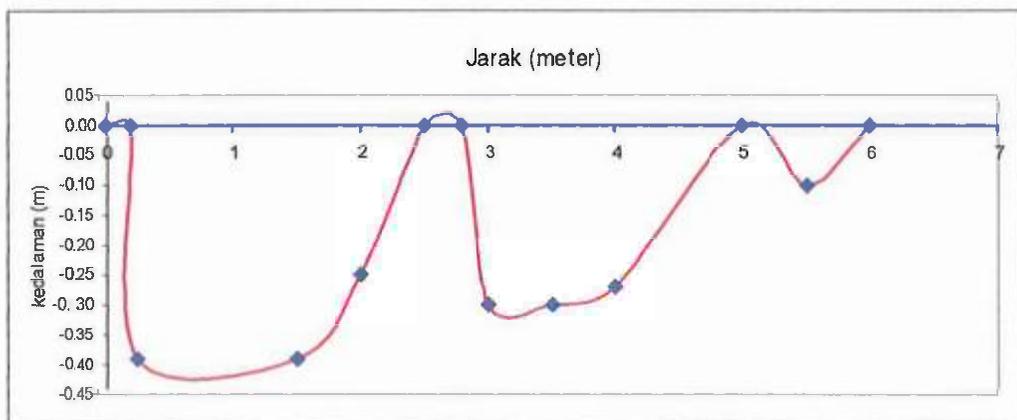
Hasil pengukuran sesaat kecepatan arus permukaan menunjukkan rata-rata 0,92 m/det dan luas penampang basah pada saat pengukuran 1,25 m². Dngan debit sesaat di outlet sebesar 1,25 m³/det maka diperoleh waktu tinggal air dalam danau (*retention time*) selama 7,7 tahun.

Tabel 4. Hasil pengukuran debit di outlet Danau Diatas

Titik	V (m/det)	A (m ²)	debit (m ³)
1	1.2	0.431	0.52
1.5	1.07	0.191	0.20
2	0.5	0.158	0.08
3	0.73	0.19	0.14
4	1.1	0.281	0.31
Total Debit			1.25

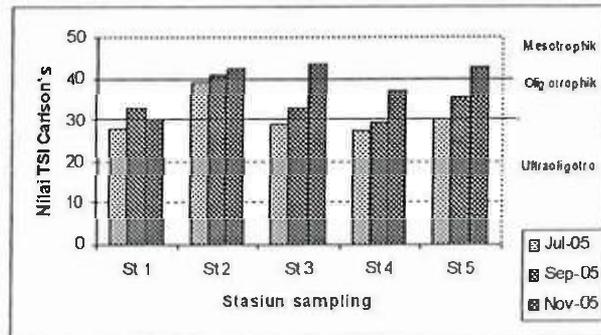


Gambar 2. Peta batimetri Danau Diatas



Gambar 3. Profil sungai outlet Danau Diatas

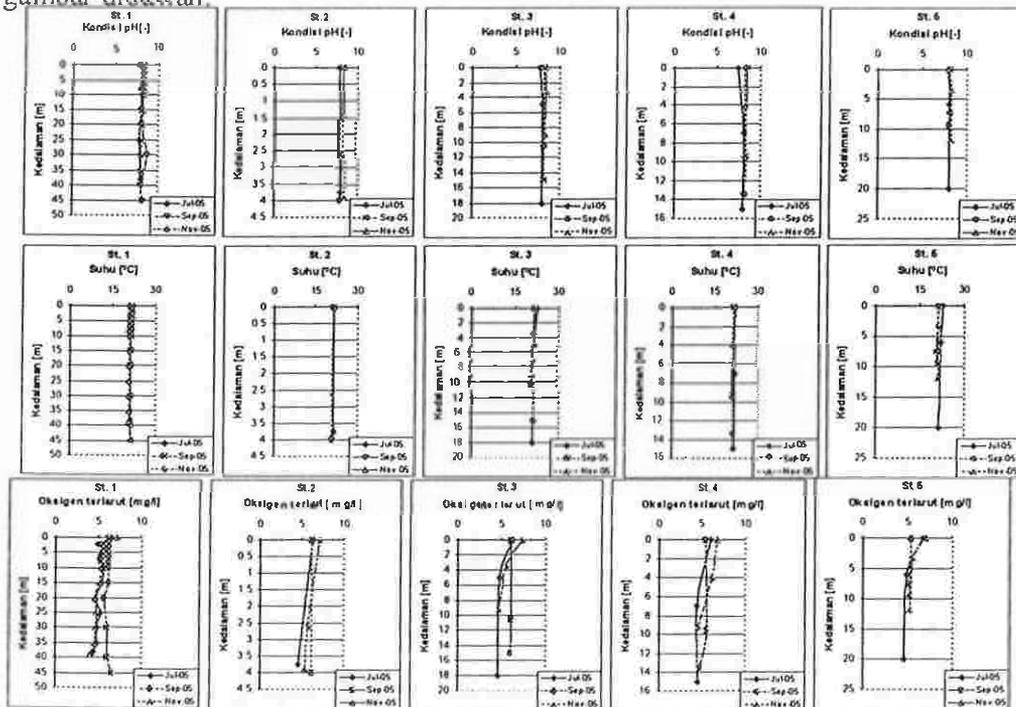
Tingkat kesuburan Perairan Danau Diatas dari hasil perhitungan dengan indeks TSI Carlson's (1977) adalah seperti gambar 4 dibawah



Gambar 4. Tingkat Kesuburan Perairan Danau Diatas Bulan Juli, September dan November 2005

Gambar 4 diatas menunjukkan bahwa kondisi perairan Danau Diatas pada pengambilan sampel bulan Juli maupun September 2005 masih tergolong Ultraoligotrophik dan cenderung oligotrophik, kondisi ini jauh lebih baik dari pada pengambilan bulan Agustus 2004 dimana pada waktu itu kondisi perairannya berdasarkan perhitungan TSI Carlson's (1977) sudah mendekati mesotrophik meskipun rata-rata masih oligotrophik. Kondisi yang hampir sama dengan pengambilan pada bulan Agustus 2004 adalah pengambilan bulan November 2005 dimana beberapa stasiun sudah menunjukkan mulai tergolong mesotrophik, kondisi ini kemungkinan akibat pengaruh dari terbawanya unsur-unsur pencemar dari sekitar danau yang masuk terbawa air dari hujan.

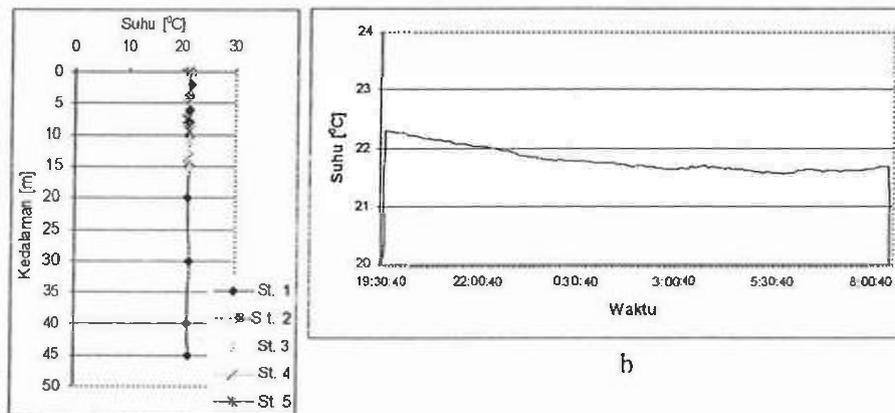
Hasil pengukuran parameter WQC setiap stasiun pengambilan baik danau Diatas maupun Dibawah diperoleh nilai yang hampir sama seperti tersaji dalam gambar dibawah.



Gambar 5. Kualitas insitu perairan Danau Diatas Juli, September dan November 2005

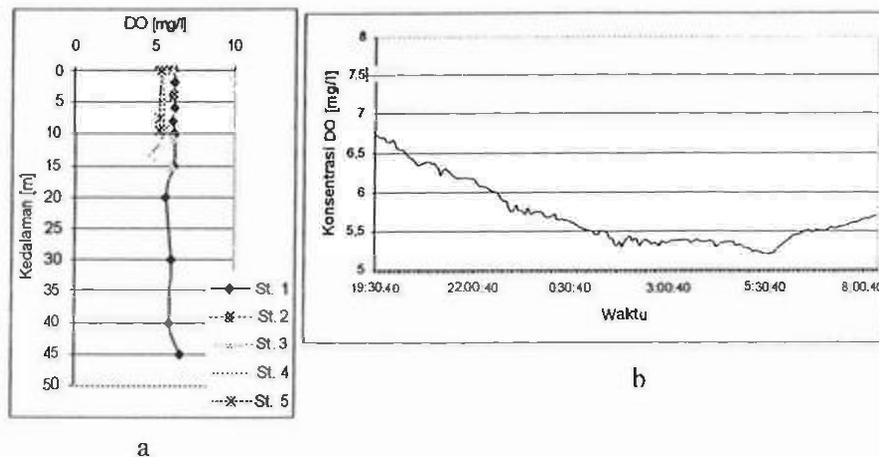
Dari gambar 5 diatas kondisi pH mulai kedalaman 2 m sampai kedalaman 8 m mengalami kenaikan selanjutnya turun lagi sampai kedalaman dasar tetapi kisarannya antara 7 - 8, kondisi ini merupakan kondisi yang sesuai untuk sebaian besar biota akuatik. Menurut Novotny dan Olem, 1994. pH yang rendah bersifat asam akan mempengaruhi toksisitas logam pada perairan. Jika dibandingkan dengan pengambilan pada bulan Agustus 2004, pengambilan sampel tahun 2005 memiliki pola yang hampir mirip hanya pada bulan Agustus 2004 kondisi pH berkisar 6s/d7. kondisi yang demikian dimungkinkan karena Danau Diatas merupakan danau yang masih tergolong bagus kualitas perairannya. Disamping itu kisaran nilai yang hampir sama dari permukaan sampai kedalaman dasar danau menunjukkan bahwa kolom perairan danau terjadi pengadukan yang merata.

Hasil pengukuran suhu secara langsung yang dilakukan dilapangan menunjukkan kondisi yang cukup menarik bila dibandingkan dengan danau-danau lainnya. Antara lain adalah suhu air yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara. Pada siang hari suhu udara berkisar antara 19⁰ C hingga 22⁰ C sedangkan pada malam hari suhu udara dapat mencapai 17⁰ C hingga 18⁰ C. Pada siang hari suhu air danau berkisar antara 21⁰ C hingga 22,7⁰ C. Sedangkan pada malam hari suhu air akan turun mencapai 21,8⁰ C (Gambar 6).



Gambar 6. Kondisi suhu diurnal (a) maupun nok tunal (b) Danau Diatas pada Siang hari bulan September 2005

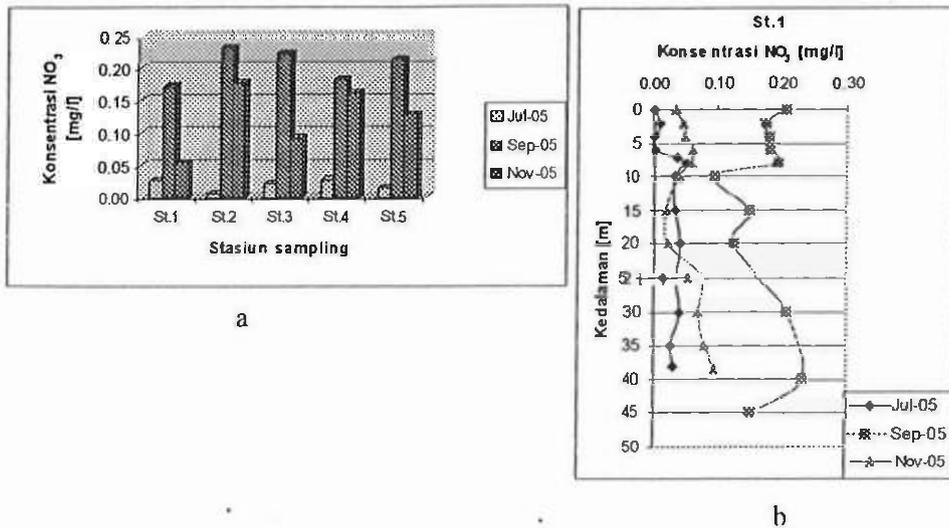
Konsentrasi oksigen terlarut pada tiap titik cenderung berfluk tuasi (Gambar 7). Konsentrasi pada permukaan danau berkisar antara 5,6 mg/l hingga 7 mg/l. Umumnya konsentrasi cenderung turun seiring dengan menurunnya kedalaman kolom perairan danau akan tetapi konsentrasi oksigen yang diperoleh pada dasar danau Diatas masih berkisar 4 mg/l kondisi ini sangat bagus dalam menunjang kehidupan aquatik yang ada di perairan danau. Kadar oksigen terlarut yang kurang dari 4 mg/l dapat menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme aquatik, sedangkan kadar oksigen terlarut yang kurang dari 2 mg/l dapat mengakibatkan kematian pada ikan (UNESCO/WHO/UNEP, 1992)



Gambar 7. Konsentrasi oksigen terlarut stratifikasi (a) dan nokturnal (b) Danau Diatas pengambilan sampling bulan September 2005.

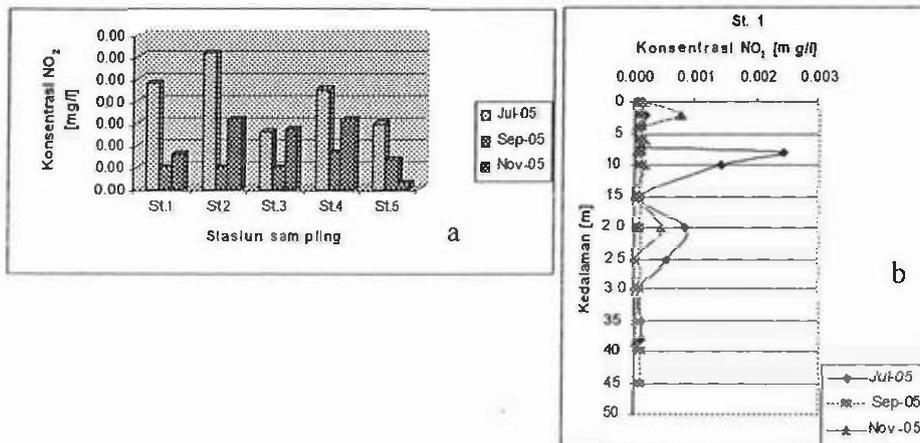
Hasil pengamatan nokturnal kondisi oksigen terlarut bulan September 2005 seperti ditunjukkan Gambar 7 permukaan Danau Diatas menunjukkan titik konsentrasi terendah adalah 5,3 mg/l yaitu sekitar pukul 5:30 WIB. Awai pengukuran dilakukan pada pukul 19:30 WIB dengan konsentrasi 6,7 mg/l dan akhir pengukuran pada pukul 8:05 WIB dengan konsentrasi 5,7 mg/l. Kondisi yang demikian menunjukkan bahwa perairan danau tidak akan membahayakan kehidupan aquatik didalamnya terutama terhadap ikan yang ada. Sedangkan konsentrasi oksigen terlarut secara stratifikasi (Gambar 7a) pada setiap stasiun pengambilan sampel air menunjukkan nilai yang memenuhi standart kualitas perairan untuk menunjang perikanan, dimana pada permukaan danau konsentrasi oksigen terlarut berkisar 6 – 7,18 mg/l dan menurun pada kedalaman secchi disk kolom air danau antara 5,25 – 6,10 mg/l dan dasar danau konsentrasi masih diperoleh 4,52 – 6,02 mg/l, kondisi ini menunjukkan bahwa telah terjadi pengadukan yang merata pada kolom air danau.

Secara umum dari Gambar 8° (dibawah) konsentrasi rata-rata nitrat setiap titik stasiun di perairan Danau Diatas menunjukkan perbedaan yang besar antara pengambilan bulan Juli, September maupun November 2005, dimana konsentrasi tertinggi bulan Juli 2005 diperoleh pada stasiun 4 (Teluk Injali) sebesar 0,0406 mg/l. Konsentrasi nitrat pada bulan Agustus 2004 (tahun sebelumnya) juga menunjukkan konsentrasi yang besar terutama pada kolom dasar Teluk Injali yakni 0,0442 mg/l, tingginya konsentrasi di daerah ini diduga akibat adanya aktivitas keramba jaring apung maupun akibat proses pengadukan oleh angin ataupun input nutrient pada daerah ini yang mengakibatkan konsentrasi rata-ratanya menjadi besar. Sedangkan konsentrasi terendah sekitar 0,006 mg/l pada Tanjung Muaro (St. 2). Pada pengambilan bulan September 2005 konsentrasi Nitrat tertinggi justru diperoleh pada stasiun Tanjung Muaro (St. 2), kemungkinan hal ini disebabkan karena adanya pengaruh musim dimana pada bulan Juli 2005 belum ada masukan unsur N dari luar danau yang terbawa air hujan, sedangkan pada bulan September sudah mulai ada hujan sehingga banyak nutrien yang berasal dari sekitar danau mulai terhanyut masuk kedalam badan air danau dan terkonsentrasi pada stasiun Tanjung Muaro yang merupakan outlet dari air Danau Diatas.



Gambar 8. Distribusi Konsentrasi Nitrat di Perairan Danau Diatas Bulan Juli, September dan November 2005

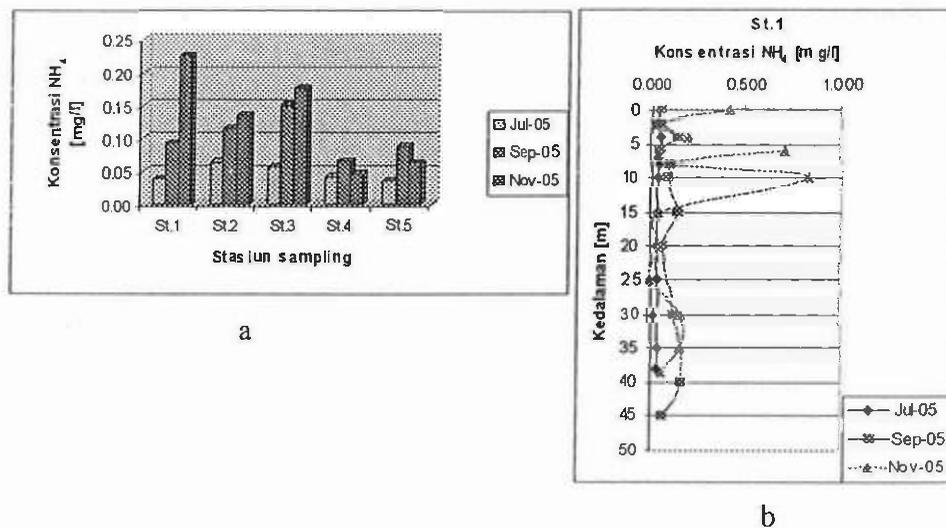
Gambar 8b menunjukkan konsentrasi Nitrat pada kolom kedalaman air danau pada bulan Juli maupun September 2005 untuk stasiun Tengah (St. 1), disini terlihat adanya perbedaan konsentrasi nitrat pada kedalaman secchi (<6 m) dengan daerah yang lebih dalam (>6m). Rata-rata daerah permukaan adalah sebesar 0,005 mg/l sedangkan pada kolom air yang lebih dalam diperoleh kisaran 0,036 mg/l. Penggunaan nitrat yang merupakan unsur nitrogen pada permukaan perairan danau bagi pertumbuhan oleh berbagai jenis makrofita ataupun plankton melalui proses fotosintesis menyebabkan rendahnya konsentrasi nitrat yang ada di perairan. Sedangkan pada kedalaman > 6 m pada pengambilan bulan Juli 2005 konsentrasi Nitrat cenderung stabil sampai kedalaman dasar, sedangkan bulan September 2005 mulai kedalaman 20 m konsentrasi meningkat hingga berkisar 0,231 mg/l, begitu juga untuk pengambilan bulan November 2005 peningkatan yang cukup signifikan terjadi mulai kedalaman 25 m yang rata-rata sekitar 0,0805 mg/l.



Gambar 9. Konsentrasi Nitrit perairan Danau Diatas bulan Juli, September dan November 2005

Konsentrasi nitrit pada bulan Juli 2005 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9b khusus stasiun Tengah danau (St. 1) sebesar 0,0005 mg/l. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada kedalaman 8 m sebesar 0,00242 mg/l dan terendah 0,0001 mg/l pada Permukaan serta kedalaman 4, 6 dan 30 m. Nitrit adalah bentuk nitrat yang tereduksi sebagian. Sedangkan konsentrasi nitrit pada bulan September 2005 cenderung konstan pada berbagai kedalaman yakni 0,0001 mg/l, demikian juga dengan pengambilan pada bulan November 2005 yang cenderung konstan 0,0001 mg/l meskipun pada kedalaman 2 dan 20 m diperoleh konsentrasi yang cukup tinggi dengan masing-masing sebesar 0,00076 mg/l dan 0,0002 mg/l, konsentrasi nitrit yang homogen tersebut menunjukkan bahwa perairan Danau Diatas terjadi proses pengadukan yang sifatnya holomiktik disamping faktor-faktor teknis lainnya.

Pengambilan sampel bulan Juli 2005 konsentrasi rata-rata Ammonia pada semua pengukuran di stasiun Danau Diatas (Gambar 10a) diperoleh sebesar 0,048 mg/l. Konsentrasi tertinggi pada stasiun 2 (outlet) danau sebesar 0,065 mg/l dan terendah di stasiun 5 (Gurun Datar) sebesar 0,037 mg/l. Rendahnya konsentrasi Ammonia pada tengah dan outlet danau menunjukkan bahwa terjadi penyisihan sejumlah Ammonia selama berada di danau yang digunakan oleh tumbuhan air ataupun fitoplankton. Sedangkan Konsentrasi rata-rata Ammonia pada perairan Danau Diatas pada bulan September 2005 naik ± 4 kali dari pada pengambilan bulan Juli 2005 yaitu menjadi 0,189 mg/l. Suatu kenaikan yang besar hal ini kemungkinan diakibatkan adanya input dari sekitar tepian danau selama terjadi hujan. Konsentrasi terendah Ammonia terdapat pada Stasiun Tengah danau (St. 1) sebesar 0,094 mg/l dan tertinggi pada stasiun 2 sebesar 0,232 mg/l. pada pengambilan bulan November kenaikan yang sangat tinggi diperoleh pada stasiun Tengah danau (St. 1) dengan kisaran 0,226 mg/l.

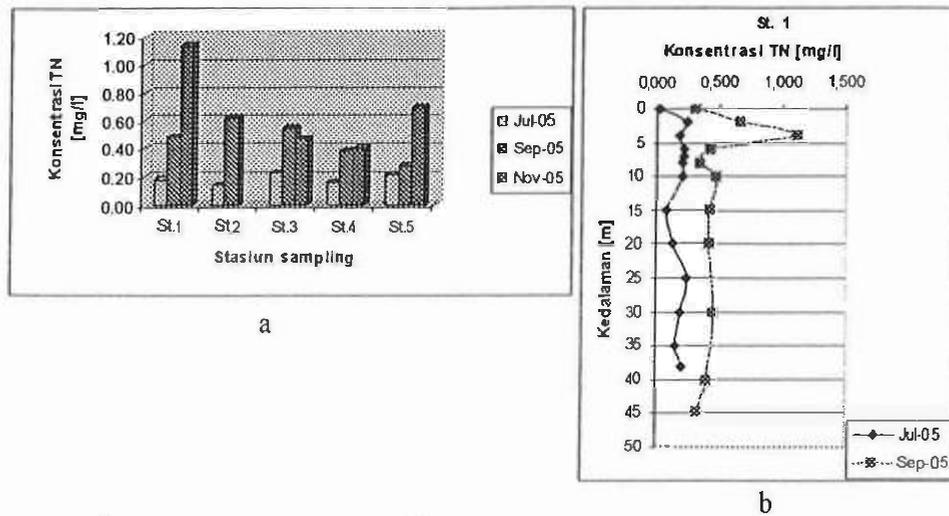


Gambar 10. Konsentrasi Amonium Pada perairan Danau Diatas Bulan Juli, September dan November 2005

Konsentrasi Amonia pada kolom kedalaman air Danau Diatas seperti ditunjukkan diatas (Gambar 10b) memiliki kemiripan pola terhadap konsentrasi nitrat. Konsentrasi ammonia pada bulan Juli maupun September 2005 meningkat

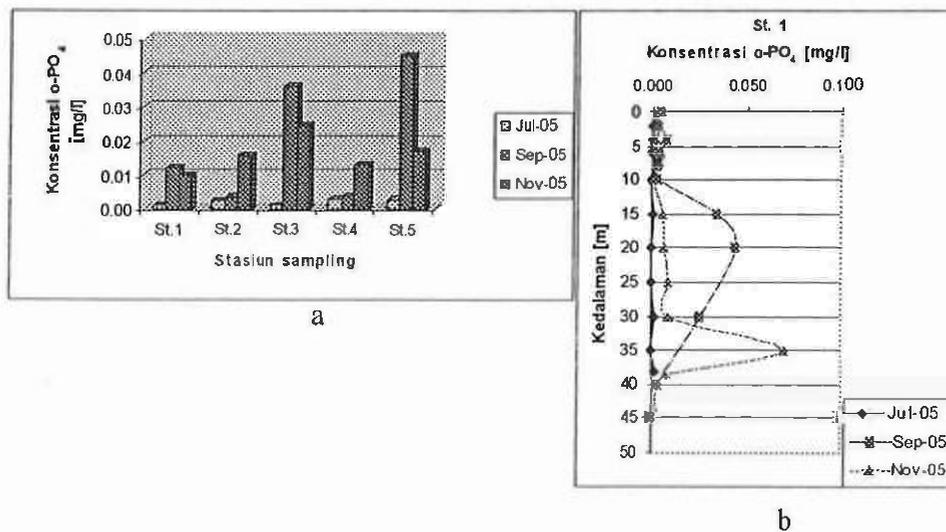
pada zona kolom tengah air danau (± 5 m dari permukaan) lalu menuru kembali, jika pada Juli 2005 penurunannya cenderung konstan sampai dasar danau yaitu 0,0001 – 0,0084 mg/l. Sedangkan pada bulan September maupun November 2005 diperoleh konsentrasi berturut turut sebesar 0,094 mg/l dan 0,155 mg/l konsentrasi tertinggi ammonia diperoleh pada kedalaman sekitar 10 m sebesar 0,824 mg/l pada bulan November 2005 sedangkan konsentrasi terendahnya ada pada kedalaman 20 m sebesar 0,029 mg/l (Juli 2005). Besarnya konsentrasi Ammonia pada sekitar dasar Danau pada bulan September maupun November 2005 mengindikasikan adanya pelepasan Ammonia dari sedimen yang ada di dasar danau. Sedangkan rendahnya konsentrasi Ammonia pada permukaan danau, kemungkinan akibat anumonia yang ada diperairan sebagian besar digunakan oleh tumbuhan air sebagai salah satu nutrient bagi perkembangannya.

Selama sampling pada bulan Juli 2005 rata-rata TN dari keseluruhan stasiun sampling adalah sebesar 0,186 mg/l lebih kecil daripada hasil rata-rata pada bulan September 2005 yang hampir mencapai 2,5 kalinya menjadi 0,464 mg/l dan 0,68 mg/l pada bulan November 2005 (Gambar 11a) konsentrasi terbesarnya ada pada stasiun Batanghari (St. 3) yakni 0,223 mg/l dan terkecil ada pada outlet danau (St. 2) yakni 0,145 mg/l. Sedangkan pada pengambilan bulan September 2005 Outlet danau (St. 2) konsentrasinya menjadi terbesar yakni 0,617 mg/l dan terkecil diperoleh pada stasiun Gurun Datar (st.5) sebesar 0,282 mg/l. Secara umum meningkatnya konsentrasi nitrogen di perairan Danau Diatas akibat adanya hujan yang mengikis lapisan tanah yang didalamnya terikat senyawa ammonia dan nitrit terbawa masuk ke badan air danau, sehingga meningkatkan konsentrasi nitrogen secara keseluruhan dalam perairan. Konsentrasi nitrat telah dibahas naik secara signifikan bahkan dapat mencapai 40 kali lipat pada permukaan danau saat pengukuran september dibandingkan sampling juli, demikian pula konsentrasi ammonia yang naik 4 kali lipatnya. Hanya keberadaan nitrit yang cenderung berkurang selama sampling. Nitrogen pada perairan danau selain bersumber dari *point source inflows* yang berupa sampah masuk sebagai akibat aktivitas manusia dan *diffuse inflows* yang termasuk di dalamnya longsor alami dan polutan dari penebangan kayu. Disamping itu danau juga memiliki sistem tersendiri untuk memenuhi kebutuhan nitrogennya melalui fiksasi nitrogen yang mungkin terjadi sebagai akibat adanya ganggang hijau biru di perairan. Hilangnya nitrogen juga bukan semata uptake dari tumbuhan, pengendapan pada bagian sedimen namun juga pengeluaran sebagai gas N_2 akibat proses denitrifikasi. Untuk mengetahui budget nitrogen baik itu dari aspek masukan maupun keluaran perlu dilakukan penelitian yang lebih integral lagi dari aspek keberadaan nitrogen di perairan ini.



Gambar 11. Konsentrasi TN perairan Danau Diatas bulan Juli, September dan November 2005

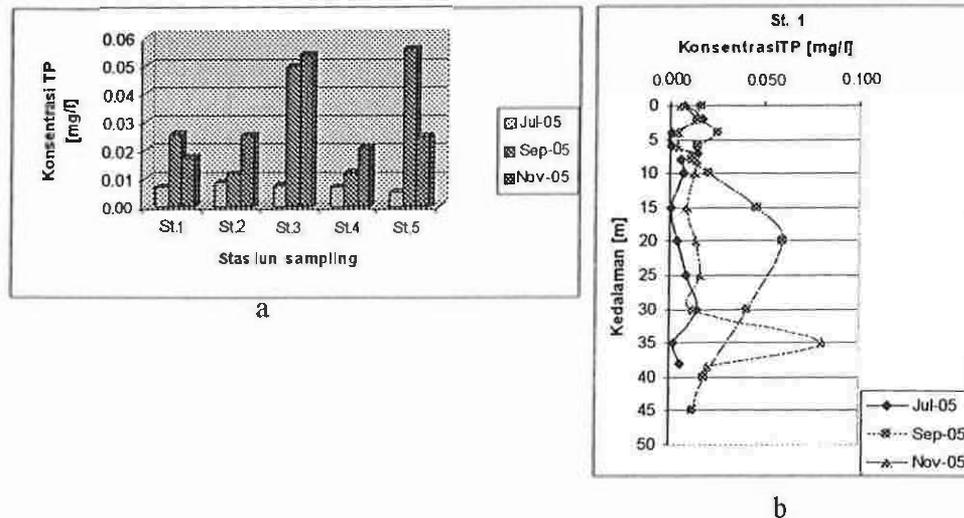
Distribusi konsentrasi TN secara vertical (Gambar 11b) pada bulan Juli 2005 rata-rata pada daerah Secchi sebesar 0,167 mg/l lebih kecil dibandingkan dengan zona yang lebih dalam sebesar 0,185 mg/l. Aktivitas penggunaan nitrogen oleh jenis fitoplankton yang ada dapat menyebabkan hal ini terjadi pada kolom air. Kondisi ini berkebalikan pada pengambilan bulan September 2005 dimana konsentrasi TN di permukaan menjadi lebih besar daripada kedalaman secchi yaitu rata-rata sebesar 0,567 mg/l dan daerah dalam sebesar 0,412 mg/l. Kenaikan pada permukaan dan dalam danau dapat disebabkan oleh adanya input berupa longoran oleh aliran hujan yang membawa konsentrasi nitrogen masuk ke dalam danau. Pemantauan yang lebih lama dan kontinu dapat membuktikan keadaan danau mengalami pengadukan atau tidak dikarenakan konsentrasi nutriennya cukup homogen pada bulan pancaroba.



Gambar 12. Konsentrasi ortho phospat perairan Danau Diatas Juli, September dan November 2005

Suatu perairan darat bentuk utama dari fosfat anorganik adalah orthofosfat, dengan hanya sedikit dalam bentuk monofosfat (HPO_4^{2-}) dan dihidrogen fosfat (H_2PO_4). Fosfat masuk ke dalam perairan danau biasanya lebih dikarenakan aktivitas manusia, fosfat ditemukan biasa dipakai sebagai salah satu bagian aktif dari pembuatan deterjen. Pada Bulan Juli 2005 dari Gambar 12a terlihat bahwa rata-rata konsentrasi fosfat yang ada pada danau Diatas adalah sebesar 0,0022 mg/l. Dengan konsentrasi terbesarnya ada pada lokasi Teluk Injali (St. 4) yang dekat dengan aktivitas pertanian sebesar 0,0031 mg/l dan terkecil pada tengah danau sebesar 0,0011 mg/l. Sedangkan bulan September ini konsentrasi yang relatif kecil dibandingkan stasiun lainnya adalah pada lokasi outlet danau (St. 2) dan lokasi Teluk Injali (St. 4) sebesar 0,0036 mg/l. Sedangkan konsentrasi terbesarnya ada pada lokasi Gurun Datar (St. 5) yang pada tepiannya ada aktivitas perkebunan sebesar 0,0449 mg/l. rata-rata keseluruhan dari konsentrasi fosfat pada stasiun ini adalah sebesar 0,0201 mg/l atau hampir 10 kali konsentrasi pada sampling sebelumnya (Juli 2005).

Tingginya distribusi fosfat permukaan pada bulan juli akibat masukan dari luar terlihat hasil rata-rata konsentrasi yang tinggi ditemukan mulai permukaan hingga kedalaman secchi sebesar 0,0017 mg/l, sedangkan pelepasan fosfat dari sedimen dan konsentrasi fosfat air danau tercermin pada zona yang mendekati dasar danau dengan konsentrasi sekitar 0,0006 mg/l. Konsentrasi fosfat terbesar ditemukan pada permukaan danau (0 m) dan kedalaman 8m yaitu sebesar 0,0033 mg/l. Sampling bulan September 2005 dari Gambar 12b menunjukkan adanya dugaan penggunaan fosfat sebagai salah satu faktor pertumbuhan tumbuhan air baik itu fitoplankton maupun makrofita yang ada di danau Diatas karena bagian permukaan hingga kedalaman secchi konsentrasinya hanya pada kisaran 0,0043 mg/l sedangkan daerah yang lebih dalam diperoleh konsentrasi rata-rata hingga 0,0221 mg/l. hal ini perlu diteliti konsentrasi fosfat yang masuk ke badan air danau baik dari air hujan maupun saluran air inlet yang ada. Jika konsentrasinya kecil maka faktor pelepasan fosfat dari sedimen dapat diduga menyebabkan konsentrasi fosfat yang meningkat tinggi secara keseluruhan di stasiun ini yang mencapai 0,0124 mg/l. Konsentrasi yang kecil pada air hujan dan air yang masuk ke dalam danau hanya akan mengencerkan konsentrasi fosfat yang ada pada daerah permukaan sehingga lebih kecil dari daerah dalam. Peningkatan rata-rata konsentrasi fosfat yang dilakukan sampling bulan juli dibandingkan bulan September 2005 mencapai lebih dari 10 kali lipat. konsentrasi fosfat tertinggi ditemukan pada kedalaman 20m sebesar 0,0442 mg/l dan terkecil pada kedalaman 2 dan 8 meter sebesar 0,0031 mg/l (St. 1, Gambar 9b). Faktor masukan baik itu selama hujan berupa longsor dari daerah sekitar, aktivitas manusia sekitar dan pelepasan dari sedimen dapat menimbulkan keadaan ini. Secara umum konsentrasi fosfat masih belum menunjukkan adanya pencemaran yang mengkhawatirkan dan masih ada pada batas perairan alam normal yang konsentrasinya kurang dari 0,1 mg/l (Perkins, 1974).



Gambar 13. Konsentrasi TP Danau Diatas bulan Juli, September dan November 2005

Keberadaan Total Fosfor di perairan Danau Diatas bulan Juli dan September 2005 adapada kisaran 0,0071 mg/l (juli 2005) hingga 0,0308 mg/l (September 2005). Konsentrasi terbesar yang diperoleh selama sampling adalah 0,0556 mg/l di lokasi Gurun Datar (St. 5) yang ditemui adanya aktivitas manusia berupa perkebunan sayur dan keberadaan karamba. Menariknya konsentrasi terkecilnya juga diperoleh daerah ini pada sampling bulan Juli 2005 sebesar 0,00517 mg/l. sehingga kenaikan yang terjadi pada stasiun ini mencapai 10 kali lipat. Perlu adanya kajian menyangkut kemungkinan penggunaan pupuk di perkebunan sayur sekitarnya, pakan ikan, maupun masukan dari saluran air dan hujan. Ada suatu korelasi yang positif menyangkut keberadaan fosfat yang juga besar di gurun datar pada sampling bulan September dengan keberadaan TP, juga kenaikannya yang ada pada kisaran 10 kali lipat.

Rata-rata konsentrasi TP pada kolom air untuk lokasi Tengah (St. 1) diperoleh sebesar 0,00695 mg/l (Juli 2005) dan 0,0255 mg/l (September 2005). Sehingga terjadi kenaikan konsentrasi sekitar 3,5 kali. Pada bulan Juli konsentrasi TP terbesar di permukaan dengan konsentrasi sebesar 0,00814 mg/l sedang pada kolom perairan yang lebih dalam (>6m) konsentrasinya sebesar 0,00612 mg/l. Konsentrasi bulan Juli terbesar terletak pada kedalaman 2 m sebesar 0,017 mg/l sedangkan terkecil ada pada kedalaman 4 dan 5m sebesar 0,0009 mg/l. Konsentrasi terukur yang paling besar pada bulan September ada pada kedalaman 20 m sebesar 0,0593 mg/l sedangkan terkecil 0,0116 di kedalaman 8m (secchi).

Kajian Vegetasi Akuatik Danau Diatas

Hasil pengamatan makrofit akuatik menunjukkan pada Teluk Muaro terdapat *vegetation mat* yang didominasi oleh jenis *Lepironia articulata* (lokal: purun). Jenis *Potamogeton malaianus* (lokal: jariamun) mendominasi *submersed macrophyte* pada lokasi ini. Jenis lain yang hadir pada lokasi ini adalah *Myriophyllum* sp, jenis ini juga dikenal sebagai jariamun oleh masyarakat lokal. *Potamogeton malaianus* sangat umum dijumpai hampir di tiap tepian danau.

Kajian Perikanan Danau Diatas

Pendataan komunitas ikan Danau Diatas untuk saat ini masih berupa data sekunder karena pengambilan sampel belum sepenuhnya bisa dilakukan pada tahun ini. Menurut informasi penduduk setempat jenis ikan lokal danau yang tidak dibudidayakan adalah Paweh, Gariang, Catui (ikan minyak). Sedangkan jenis ikan budidaya dengan jaring apung adalah Nila dan Mas. Adanya kematian massal pada awal tahun 2005 menyebabkan hampir seluruh ikan budidaya mati sedangkan ikan lokal danau (tidak dibudidayakan) tidak terkena dampaknya. Peristiwa tersebut menyebabkan petani ikan belum berani untuk mengembangkan usaha jaring apungnya kembali, beberapa petani sudah mulai mengembangkan budidaya jaring apung kembali namun dengan jumlah ikan yang tidak terlalu banyak.

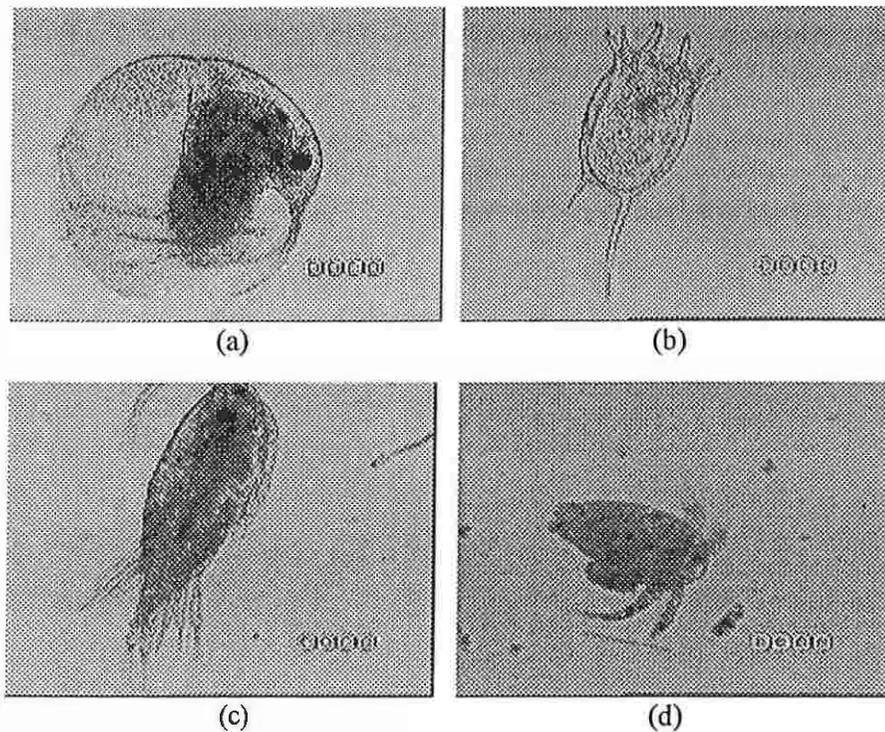
Dari informasi bahwa ikan Gariang dewasa merupakan ikan pelagik dan sangat sulit ditangkap. Sedangkan anakan Gariang hidup di zona litoral dan sangat mudah ditangkap. Menurut penduduk Gariang dewasa adalah predator ikan-ikan kecil sehingga dapat dimungkinkan bahwa ikan tersebut merupakan salah satu top predator pada ekosistem danau. Dari informasi tersebut menunjukkan bahwa potensi perikanan tangkap danau masih cukup besar mengingat kemampuan penduduk lokal untuk mengembangkannya masih sangat terbatas.

Kajian Zoobentos Danau Diatas

Komposisi jenis zooplankton yang ditemukan di Danau Diatas, dibedakan kedalam tiga kelompok besar yaitu: Rotifera, Copepoda dan Cladocera. Beberapa jenis dari kelompok tersebut seperti yang terdapat pada gambar 14. Berdasarkan stratifikasi kedalaman, kelimpahan masing-masing jenis Zooplankton adalah sebagai berikut (Tabel 5)

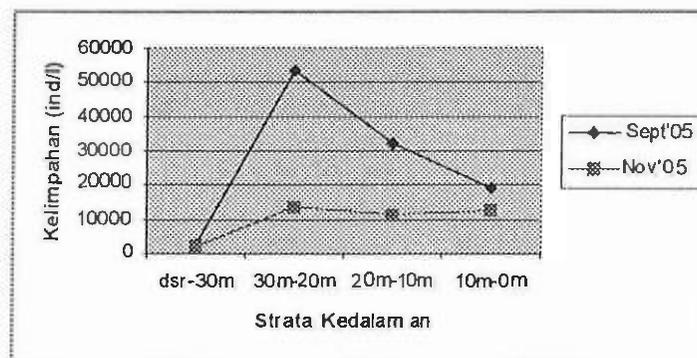
Tabel 5. Distribusi Vertikal Zooplankton, Danau Atas Bawah, Sumatera Barat.

Jenis zooplankton	September 2005				November 2005			
	Dasar-30 meter	30-20 meter	20-10 meter	10-0 meter	Dasar-30 meter	30-20 meter	20-10 meter	10-0 meter
Nauplius Copepod	111.465	796.1783	477.707	350.318	31.847	573.248	891.72	605.095
Copepodid	63.6943	955.4139	477.707	191.083	95.541	318.471	127.389	159.236
<i>Microcyclops spl</i>	238.853	4299.363	2070.064	987.261	79.618	1242.04	1528.66	1496.82
<i>Microcyclops varicans</i>	63.6943	1433.121	1751.592	605.095	79.618	414.013	955.414	445.86
<i>Eucyclops sp</i>	111.465	2070.064	2388.535	318.471	0	1273.89	732.484	1751.59
<i>Diaptomus sp</i>	63.6943	2547.77	1433.121	1050.96	79.618	4458.6	2643.31	2866.24
<i>Macrocyclus albidus</i>	0	2547.77	318.4713	859.873	31.847	159.236	541.401	382.166
<i>Ectocyclops sp</i>	238.853	1751.592	1114.65	1050.96	79.618	1528.66	1624.2	1305.73
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	907.643	15445.86	9394.904	2643.31	0	159.236	0	95.5414
<i>Sida Crystalina</i>	366.242	12898.09	4458.598	6847.13	0	0	0	159.236
<i>Bosmina longirostris</i>	302.548	3503.184	2866.242	1178.34	477.71	1305.73	891.72	1210.19
<i>Eubosmina coregoni</i>	191.083	2388.535	2070.064	1082.8	859.87	2133.76	1496.82	1751.59
Nauplius Cladocera	79.6178	2229.299	1114.65	1401.27	79.618	95.5414	159.236	477.707
<i>Kerratella valga</i>	31.8471	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kerratella cochlearis</i>	15.9236	15.92357	0	0	79.618	0	63.6943	0
<i>Brachionus sp</i>	0	0	0	0	95.541	63.6943	31.8471	0
<i>Chonochilus dossuarius</i>	31.8471	0	843.949	414.013	111.46	0	0	0
<i>Gastropus styli fer</i>	0	0	716.5605	286.624	0	0	0	0
<i>Monostyla sp</i>	15.9236	796.1783	477.707	63.6943	0	63.6943	0	0
<i>Vorticella sp</i>	0	0	0	0	0	31.8471	0	0



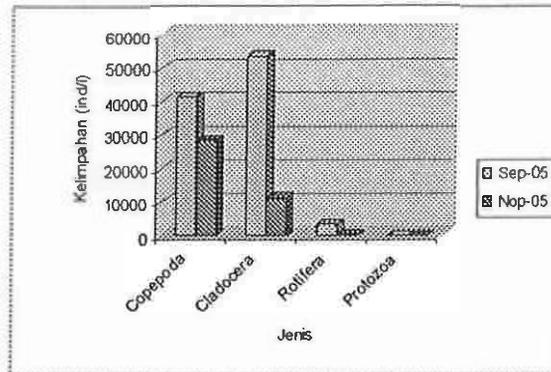
Gambar 14. Beberapa jenis Zooplankton yang terdapat di danau Atas a: *Bosmina longirostris*, b: *Keratella valga* c: *Diaptomus sp* dan d: Nauplius Copepoda.

Berdasarkan waktu pengamatan, kelimpahan zooplankton tertinggi terjadi pada bulan September 2005, dengan total kelimpahan sebesar 107818,428 ind/L, sedangkan berdasarkan strata kedalaman titik sampling, kelimpahan tertinggi terdapat pada pada kedalaman 30m-20m yaitu 536780,3 ind/L. Dari titik dasar sampai kedalaman 30 meter, kelimpahan zooplankton lebih rendah dibandingkan pada titik lain, baik pada bulan September maupun bulan November 2005. Data zooplankton pada pengamatan bulan Juli 2005 tidak diperoleh karena kerusakan pada sampel.



Grafik. 15. Kelimpahan Total Zooplankton di Danau Atas

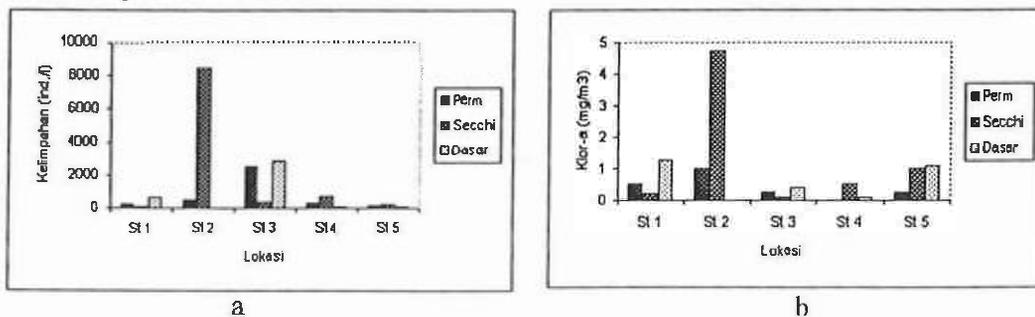
Kelimpahan zooplankton berdasarkan kelompok jenis, pada bulan September 2005 didominasi oleh cladocera, sedangkan pada bulan November kelimpahan tertinggi adalah kelompok copepoda. Kelimpahan paling rendah diperlihatkan oleh kelompok rotifera disusul kelompok protozoa (Gambar 16), khusus untuk kelompok protozoa, kelimpahan ini tidak menggambarkan kelimpahan yang sebenarnya dari kelompok tersebut, karena diperlukan metoda sampling dan teknik identifikasi yang berbeda untuk kelompok protozoa dan dalam hal ini metoda tersebut belum dapat dilakukan.



Grafik 16. Kelimpahan kelompok Copepoda, Cladocera, Rotifera dan Protozoa pada bulan September dan November 2005.

Kelompok copepoda yang kelimpahannya tinggi adalah dari marga *Microcyclops* sp yakni pada angka 4299.363 ind/L pada bulan September 2005, kemudian digantikan oleh *Diatomus* sp pada bulan November dengan kelimpahan 2866,24 ind/l pada kedalaman 0 – 10 m, sedangkan kelompok cladocera didominasi oleh jenis *Sida crystalina* pada bulan Agustus dan *Eubosmina coregoni* pada bulan November, keduanya pada kedalaman 30m-20m masing-masing dengan nilai kelimpahan 12898.09 ind/L dan 2133.76 ind/L.

Kajian fitoplankton Danau Diatas



Catatan : St. 2 Secchi/dasar Kelimpahan X 10

Gambar 17 Kelimpahan fitoplankton (a) dan kandungan klorofil-a (b) di danau Diatas, Juli 2005

Hasil pengamatan terhadap phitoplankton yang ada di perairan Danau Diatas pada bulan Juli 2005 menunjukkan adanya dominasi oleh jenis Diatom, diikuti oleh Chlorophyta dan Cyanophyta. Hasil ini berbeda dengan pengamatan tahun 1992 dan

1993 seperti yang disebutkan oleh Lehmusloto dan Mahbub (1997), dimana pada pengamatan tahun 1992 Danau Diatas masih tergolong danau oligotrofik dengan jenis fitoplankton yang mendominasi adalah dari jenis alga biru (Cyanophyta) *Cyanodictyon imperfectum* dan *Oocystis* spp. (Chlorophyta). Danau Diatas *Synedra ulna* merupakan jenis yang kelimpahannya tinggi dan selalu ada. Di daerah Tanjung Muaro (St. 2) yang merupakan outlet Danau Diatas kelimpahannya sangat tinggi dibagian dasar/kedalaman Secchi dibanding stasiun lainnya, yaitu mencapai 84.600 ind./l. Tingginya kelimpahan terutama disebabkan tingginya kelimpahan *Fragilaria intermedia* (14.940 ind./l), *Synedra ulna* (14.040 ind./l) dan *Cymbella tumida* (23.220 ind./l).

Tabel 6. Komposisi jenis fitoplankton yang ditemukan di Danau Diatas, Juli 2005

CHRYSOPHYTA	CHLOROPHYTA
Bacillariophyceae/Diatomaceae	Chlorococcales
Pennales	Dictyosphaeriaceae
Eunotiaceae	<i>Dictyosphaerium</i> sp.
<i>Eunotia lunaris</i>	<i>Dimorphococcus lunatus</i>
Fragilariaceae	Hydrodictyceae
<i>Fragilaria intermedia</i>	<i>Pediastrum duplex</i>
<i>Synedra ulna</i>	Scenedesmaceae
Naviculaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Navicula viridis</i>	Zygnematales
<i>Navicula pupula</i>	Desmidiaceae
<i>Navicula rhyncocephala</i>	<i>Arthrodesmus convergen</i>
<i>Navicula anglica</i>	<i>Cosmarium bioculatum</i>
<i>Navicula hasta</i>	<i>Cosmarium contractum</i>
<i>Pinnularia major</i>	<i>Staurastrum acanthacephala</i>
Gomphonemaceae	<i>Staurastrum multispiniceps</i>
<i>Gomphonema alivaceum</i>	<i>Staurastrum spiniceps</i>
<i>Gomphonema gracille</i>	Chaetophorales
Cymbellaceae	Coleochaetaceae
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	<i>Coleochaeta orbicularis</i>
<i>Cymbella graciles</i>	Ulotricales
<i>Cymbella lauceolata</i>	Ulotrichaceae
<i>Cymbella tumida</i>	<i>Sthicococcus</i> sp.
Achnanthaceae	CYANOPHYTA
Nitzschiaceae	Nostocales
<i>Cymatopleura salea</i>	Nostocaceae
Surirellaceae	<i>Anabaena Aphanizomenoides</i>
<i>Surirella robusta</i>	
Epithemiaceae	PYRRHOPHYTA
<i>Epithemia turgida</i>	Peridinales
Centrales	Peridiniaceae
Coscinodiscaceae	<i>Peridinium</i> sp.
<i>Melosira granulata</i>	
<i>Melosira distans</i>	
<i>Melosira it alica</i>	

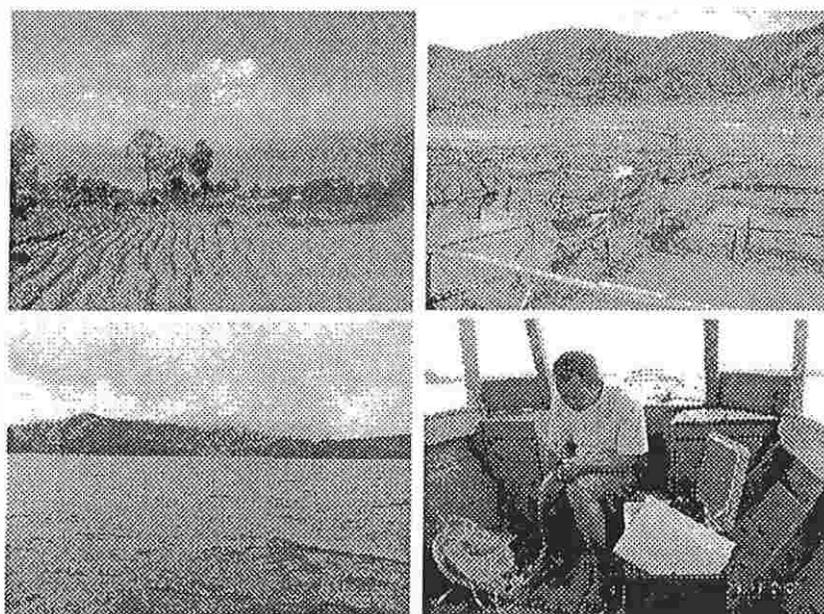
Kajian Makrobenthos Danau Diatas

Hasil penyortiran dan identifikasi terhadap makrobenthos yang ada di perairan Danau Diatas masih belum memuaskan karena hanya diperoleh jenis yang

sangat sedikit yaitu setelah dilakukan perhitungan terhadap kekayaan taksanya hanya berkisar 2 – 3 spesies saja, sedangkan jika melihat kondisi perairan danau yang kualitasnya relatif baik, harapannya dapat diperoleh jenis dan kelimpahan makrobentos yang banyak, untuk itu akan dilakukan pengambilan sampel terhadap makrobentos pada tahun 2006 guna melengkapi data yang ada saat ini.

Tabel 7. Komposisi dan jenis Makrobentos yang ada di perairan Danau Diatas tahun 2005

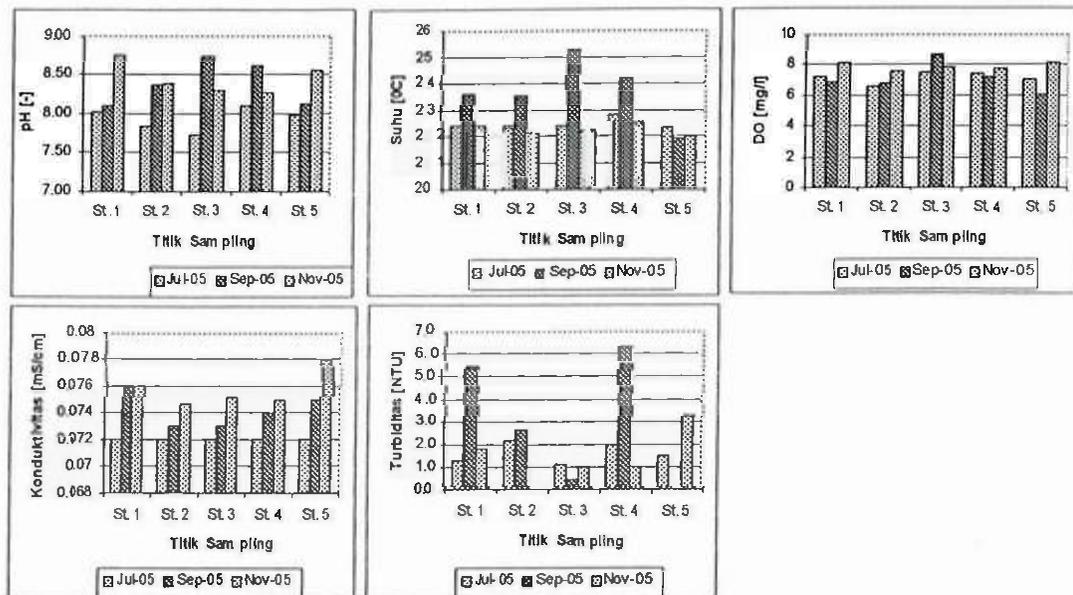
Filum	Ordo	Famili	Taxa
Molusca	Gastropoda	Thiaridae	Thiara (Plotiopsis) sp.
		Thiaridae	Thiara (Thiara) sp.
		Thiaridae	Melanoides (melanoides) sp.
Insekta	Bivalvia	Corbiculidae	Corbicula sumatranensis
	Diptera	Chironomidae	Tanytarsini



Gambar 18. Kondisi dan situasi lokasi pengambilan sampel di Danau Diatas

KARAKTERISTIK LIMNOLOGI DANAU DIBAWAH

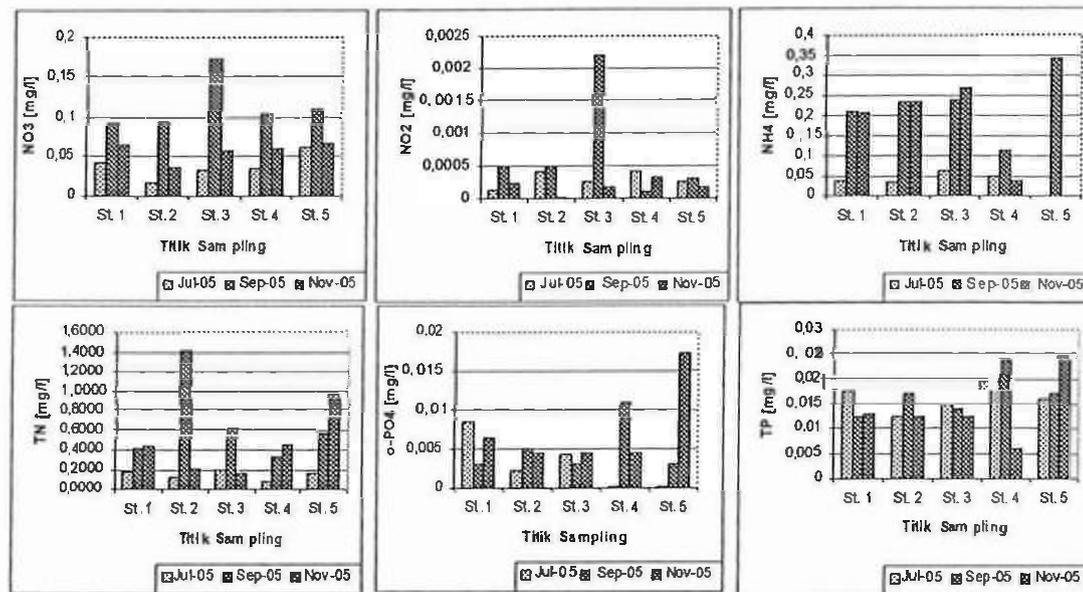
Pengamatan Danau Dibawah dilakukan sama seperti tahun sebelumnya (2004) yaitu Pancuran Gadang (St. 1), Batuang (St. 2), Kampung Dalam (St. 3), Lekok Pudiang (St. 4) dan Kapalo Danau Dibawah (St. 1). Sama halnya dengan pengambilan sampel sebelumnya, adanya kendala teknis lapangan menyebabkan pengambilan sampel untuk Danau Dibawah hanya dilakukan pada tepian danau. Hasil pengukuran kualitas air insitu menggunakan Horriba WQC tersaji pada gambar berikut:



Gambar 19. Grafik kualitas insitu perairan Danau Dibawah tahun 2005

Kondisi perairan Danau Dibawah secara *Insitu* dari tiga kali pengambilan menunjukkan adanya sedikit perbedaan meskipun tidak terlalu besar seperti ditunjukkan pada gambar 19. perbedaan yang tinggi terlihat pada nilai turbiditas dimana pada pengambilan bulan September 2005 yaitu stasiun Pancuran Gadang (St. 1) dan stasiun Lekok Pudiang (St. 4) dengan nilai kisaran berturut-turut sebesar 5 dan 6,5 NTU tetapi pada bulan September 2005 hanya maksimum 6 NTU demikian juga nilai konduktivitas yang pada bulan Juli 2005 konstan di 0.072 mS/cm tetapi pada Bulan September berfluktuasi antara 0.073 – 0.078 mS/cm. Konsentrasi oksigen terlarut masih tetap baik rata-rata diperoleh 6 – 8 mg/l.

Konsentrasi rata-rata nitrat bulan Juli 2005 pada keseluruhan stasiun Danau Dibawah sebesar 0,035 mg/l. Konsentrasi teringginya ada pada stasiun Kapalo Danau Bawah (St. 5) sebesar 0,061 mg/l dan terendah pada stasiun Bartuang (St. 2) yakni 0,017 mg/l Pada sampling bulan September 2005 konsentrasi rata-rata nitrat pada keseluruhan stasiun sebesar 0,120 mg/l. Keberadaan nitrat pada sampling bulan ini jauh lebih besar (sekitar 3x) dibandingkan dengan sampling sebelumnya. Pada bulan pancaroba hujan sudah mulai turun dan membawa masukan nitrat dari tepian sekitar danau. Konsentrasi teringginya ada pada stasiun 3 yang merupakan outlet dari danau dibawah sebesar 0,137 mg/l dan terendah pada stasiun Pancuran Gadang (St. 1) yakni 0,092 mg/l. Sedangkan pada pengambilan bulan November 2005 konsentrasi dipermukaan hampir sama pada setiap stasiun pengambilan yaitu berkisar 0,0058 – 0,067 mg/l, kecuali pada stasiun Pancuran Gadang (St. 1) yaitu hanya 0,036 mg/l. Konsentrasi nitrat tidak tosik hingga 10 mg/l (standar air minum manusia).



Gambar 20. Konsentrasi parameter nutrisi N dan P perairan Danau Dibawah Bulan Juli 2005

Konsentrasi rata-rata ammonia bulan Juli 2005 pada keseluruhan stasiun Danau Dibawah sebesar 0,05 mg/l. Konsentrasi tertingginya ada pada stasiun 4 Lekok Pudiang sebesar 0,064 mg/l dan terendah pada stasiun 1 yakni daerah Pancuran Gadang 0,039 mg/l. Konsentrasi ammonia yang rendah di stasiun Pancuran Gadang ini dapat dimengerti karena tidak dilaporkan adanya aktivitas manusia yang intens melainkan hanya langsung berhubungan dengan lereng terjal pegunungan kerinci. Sedangkan adanya inlet berupa sungai kecil yang melalui perumahan penduduk di sekitar stasiun Lekok Pudiang (St. 4) dimungkinkan memberikan sumbangan berupa masukan nutrient ammonia yang menyebabkan konsentrasi ammonia di stasiun ini relatif besar dibandingkan daerah lainnya. Pada sampling bulan September 2005 konsentrasi rata-rata Ammonia pada keseluruhan stasiun danau Dibawah sebesar 0,204 mg/l. Konsentrasi rata-rata ini naik 4 kali lipat dari konsentrasi yang ada pada bulan Juli 2005. faktor masukan nutrient selama terjadi hujan memang sangat mempengaruhi keadaan danau. Konsentrasi tertingginya ada pada stasiun 3 Kampung Batu Dalam yang sekaligus merupakan outlet danau yaitu sebesar 0,238 mg/l dan terendah pada stasiun 4 yakni daerah Lekok Pudiang sebesar 0,114 mg/l. Pada bulan November 2005 seperti ditunjukkan Gambar 17 tertinggi di temukan pada stasiun Kampung Batu Dalam (St. 3) yaitu 0,27 mg/l dan terendah di St. 5.

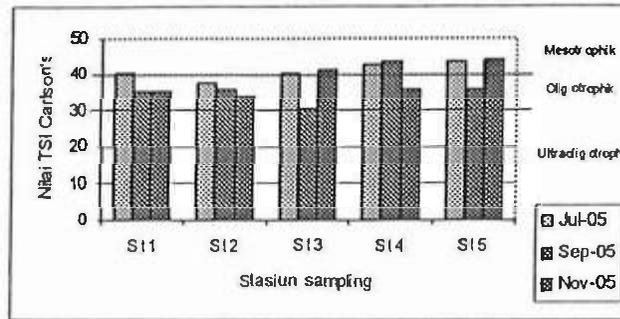
Pengambilan sampel pada bulan Juli 2005 konsentrasi nitrit yang ada di perairan permukaan danau Dibawah mempunyai rata-rata sebesar 0,000313 mg/l sedikit dibawah konsentrasi yang ada di danau Diatas. Konsentrasi tertingginya adalah sebesar 0,000405 mg/l di daerah Pancuran Gadang (st.1) dan konsentrasi terendahnya ada di stasiun 3 sebesar 0,00018 mg/l. berbeda dengan pengambilan bulan September 2005 konsentrasi nitrit yang ada di danau dibawah meningkat hampir 3 kalinya menjadi 0,00083 mg/l. Konsentrasinya bisa mencapai 0,0022 mg/l pada daerah outlet danau (st.3) dan terendahnya 0,0001 mg/l pada daerah Lekok Pudiang (st.4). sedangkan pada pengambilan bulan November 2005 konsentrasinya

hampir sama dengan pengambilan bulan Juli 2005. konsentrasi tertinggi bulan November 2005 diperoleh sebesar 0,00032 mg/l di stasiun Lekok Pudiang (St. 4) dan terendah di stasiun Bartuang (St. 2) dengan konsentrasi sebesar 0,00003 mg/l. Masukan nutrient dari sekitar dan turunnya konsentrasi DO di danau ini selama sampling dapat diduga sebagai salah satu penyebab naiknya konsentrasi nitrit.

Konsentrasi rata-rata nitrogen bulan Juli 2005 perairan Danau Dibawah sebesar 0,176 mg/l dengan konsentrasi terbesar ada pada stasiun 3 yakni 0,212 mg/l dan terendah ada pada stasiun 5 yakni 0,146 mg/l. Sedangkan pada bulan September 2005 konsentrasi rata-ratanya naik hampir 4 kalinya menjadi sebesar 0,654 mg/l. Dengan konsentrasi terbesar ada pada stasiun 2 sebesar 1,42 mg/l dan terkecil ada pada daerah Lekok Pudiang (st.4) sebesar 0,336 mg/l, masing-masing komponen terukur yang menyebabkan tingginya konsentrasi nitrogen pada stasiun 2 adalah berupa ammonia yang kadarnya besar dibandingkan konsentrasi yang ada pada stasiun lainnya. sedangkan pada pengambilan ke tiga yaitu bulan November 2005 tertinggi ditemukan pada stasiun Kepalo Danau Dibawah (St. 5) dengan konsentrasi 0,961 mg/l dan terendah pada stasiun Pancuran Gadang (St. 2) dan Bartuang (St. 3) dengan masing-masing konsentrasi 0,21 mg/l dan 0,16 mg/l. Nitrat ataupun nitrit memiliki konsentrasi yang lebih kecil selama sampling bulan September pada stasiun ini dibandingkan stasiun pengukuran lainnya.

Konsentrasi fosfat yang ada selama sampling bulan Juli 2005 memiliki rata-rata sebesar 0,00343 mg/l hanya setengah dari rata-rata yang didapatkan pada sampling pada bulan September 2005 sebesar 0,00639 mg/l. Konsentrasi terendah yang dideteksi selama sampling ini adalah sebesar 0,00125 mg/l di daerah Batuang (St. 2) diperoleh pada sampling bulan Juli 2005. dan konsentrasi tertinggi pada daerah Gurun Datar (St. 5) pada bulan November 2005. kondisi ini kemungkinan disebabkan adanya masukan unsur phosphate yang berasal dari sekitar stasiun dimana terdapat banyak areal perkebunan sayur yang berbatasan dengan rumah penduduk. Aktivitas manusia sehari-hari dapat diduga menjadi penyebab tingginya konsentrasi fosfat di stasiun ini.

Keberadaan TP danau Dibawah mengalami peningkatan pada bulan September menjadi 0,01922 mg/l dari rata-rata sampling sebelumnya sebesar 0,01579 mg/l pada bulan Juli. Keberadaan TP terbesar dideteksi pada sampling bulan September (Stasiun Lekok Pudiang) maupun November 2005 (Stasiun Gurun Datar) dengan konsentrasi masing-masing sebesar 0,024 mg/l. kondisi ini hampir mirip polanya dengan konsentrasi ortho posphat yang ada di perairan Danau Dibawah pada perioden pengambilan yang sama. Kemungkinan konsentrasi yang tinggi akan ditemukan pada kedalaman dasar danau karena phosphor akan cenderung membentuk kompleks dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerobik, dan bersifat tidak larut sehingga mengendap pada sediment dan jarang dimanfaatkan oleh algae aquatic (Jeffries dan Mills, 1996).

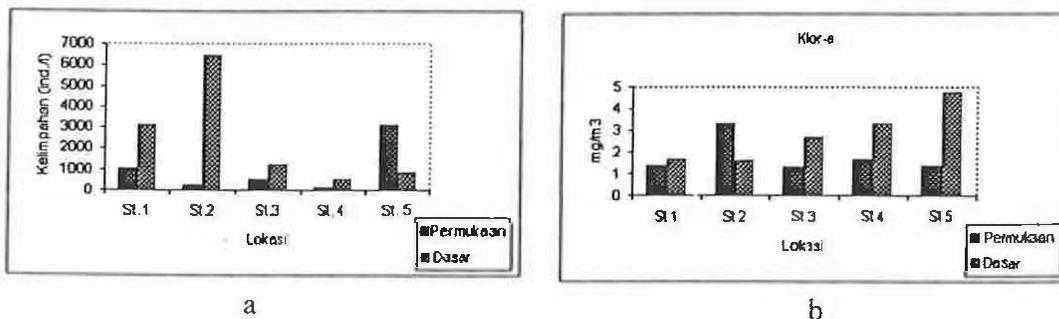


Gambar 21 Kondisi kesuburan perairan Danau Dibawah bulan Juli, September dan November 2005

Kondisi kesuburan perairan Danau Dibawah dari hasil perhitungan TSI Carlson's (1977) seperti ditunjukkan pada gambar 21 diatas terlihat bahwa rata-rata bulan Juli 2005 sudah tergolong mesotrophik, tetapi pada pengambilan ke dua (bulan September 2005) dan ketiga (Bulan November 2005) kondisinya sedikit membaik dan cenderung Oligotrophik. Tetapi jika di bandingkan dengan perairan danau Diatas (rata-rata oligotrophik dari tiga kali pengambilan) kondisi ini tentunya sedikit lebih buruk dugaan sementara karena sampel air yang diambil dari Danau Dibawah hanya ditepian danau sehingga konsentrasi yang ada masih tinggi sebagai akibat pengaruh dari aktivitas perkebunan disekitar lokasi pengambilan sampel (Juli 2005), selain itu perbaikan kualitas yang terjadi pada bulan September dan November 2005 diperkirakan karena adanya pengenceran oleh hujan yang sering turun di kawasan Danau Kembar.

Kajian Fitoplankton Danau Dibawah

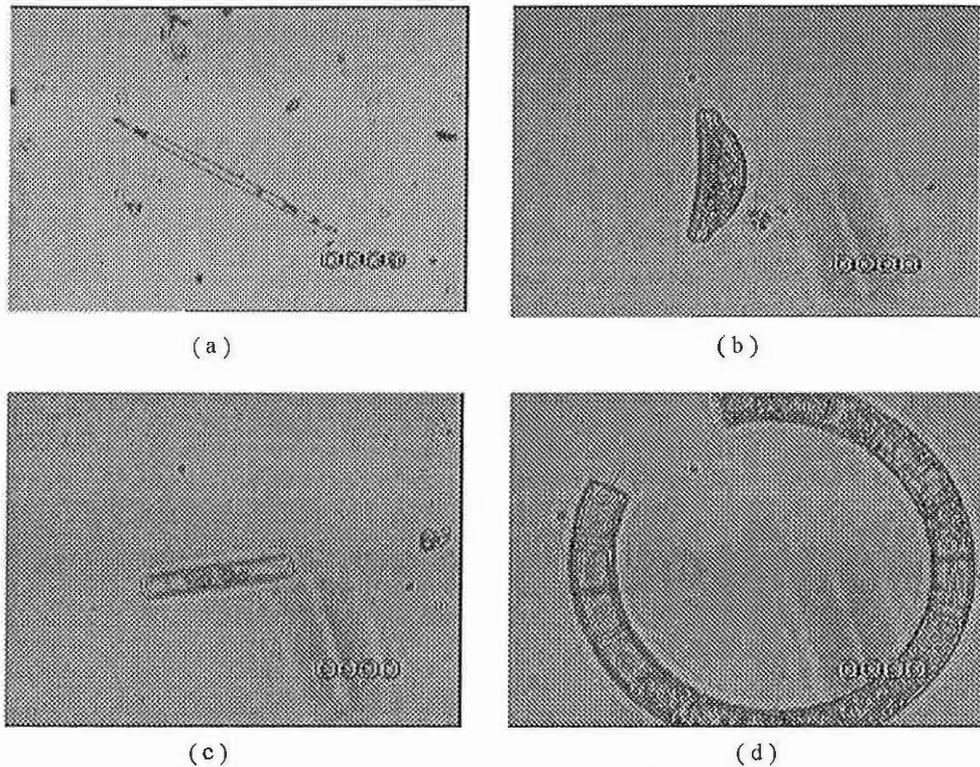
Seperti di Danau Diatas jenis Diatom merupakan jenis yang mendominasi di perairan Danau Dibawah, diikuti oleh Chlorophyta dan Cyanophyta. Pengamatan yang dilakukan tahun 1992 dan 1993 menurut Lehmusloto dan Mahbub (1997) fitoplankton yang mendominasi adalah dari golongan Chlorophyta yaitu *Coenochloris*, *Spirogyra* sp., *Didymocystis bicellularis* dan *Oocystis cf. solitaria*. Jenis *Synedra ulna*, *Cymbella tumida* dan *Navicula pupula* merupakan jenis yang kelimpahannya tinggi dan hampir selalu ada di setiap stasiun. Kelimpahan fitoplankton tertinggi di Danau Dibawah ditemukan di daerah Bartuang (stasiun 2) terutama pada dasar perairan,



Gambar 22. Kelimpahan fitoplankton (a) dan kandungan klorofil-a di Danau Dibawah, Juli 2005

Tabel 8. Komposisi jenis fitoplankton yang ditemukan di Danau Dibawah, Juli 2005

CHRYSTOPHYTA	CHLOROPHYTA
Bacillariophyceae/Diatomaceae	Chlorococcales
Pennales	Dietyosphaeriaceae
Spesies 1	<i>Dietyosphaerium</i> sp.
Fragilariaceae	Zygnematales
<i>Fragilaria intermedia</i>	Desmidiaceae
<i>Fragilaria virescens</i>	<i>Arthrodesmus convergen</i>
<i>Synedra ulna</i>	<i>Cosmarium contractum</i>
Naviculaceae	<i>Staurastrum acanthacephala</i>
<i>Frustulia vulgaris</i>	<i>Staurastrum multispiniceps</i>
<i>Navicula bacillum</i>	<i>Staurastrum tetracerum</i>
<i>Navicula elegans</i>	
<i>Navicula pupula</i>	CYANOPHYTA
<i>Navicula criptacephala</i>	Oscillatoriales
<i>Navicula rhyncacephala</i>	Oscillatoriaceae
<i>Navicula anglica</i>	<i>Spirulina laxa</i>
Gomphonemaceae	<i>Spirulina major</i>
<i>Gomphonema alivaceum</i>	
<i>Gomphonema gracille</i>	
Cymbellaceae	
<i>Amphora avalis</i>	
<i>Cymbella tumida</i>	
Nitzschiaceae	
<i>Cymatopleura salea</i>	
Surirellaceae	
<i>Surirella robusta</i>	
Centrales	
Coscinodiscaceae	
<i>Melosira granulata</i>	



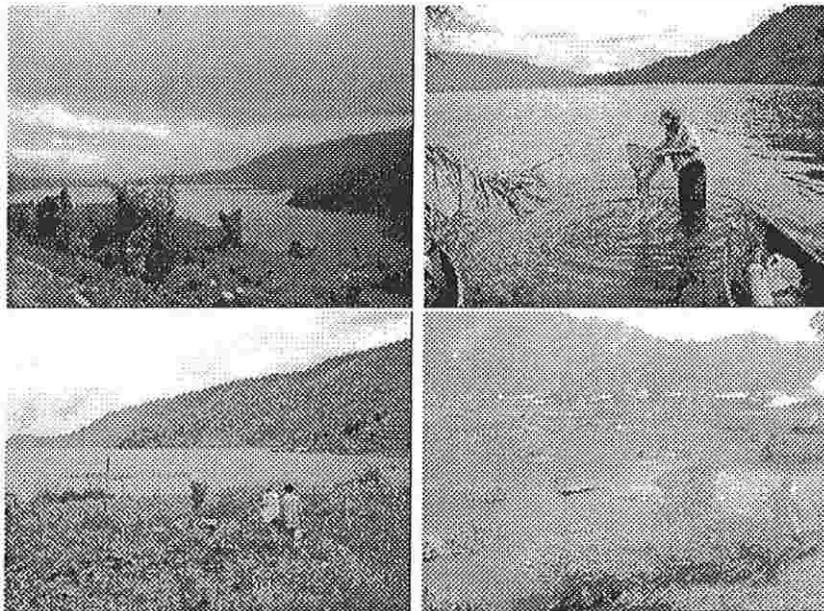
Gambar 23. Beberapa jenis fitoplankton yang dominan di Danau Dibawah dan Diatas *Synedra ulna* (a), *Cymbella tumida* (b), *Navicula pupula* (c) dan *Melosira granulata* (d)

Kajian Makrobentos Danau Dibawah

Hasil pengambilan sampel benthos yang ada di danau Dibawah kondisinya sama dengan hasil dari Danau Diatas, tidak banyak jenis maupun famili makrobentos yang ditemukan di sini. Dari hasil identifikasi yang telah dilakukan terhadap makrobentos yang berhasil disortir setelah dilakukan perhitungan terhadap kekayaan Taksanya berkisar antara 2 – 10 spesies saja untuk setiap stasiun sampling sehingga tidak mencerminkan kondisi status perairan yang sebenarnya, tetapi kondisi ini lebih baik dibandingkan dengan jumlah kekayaan Taksa di danau Diatas. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya kerusakan sampel maupun kesalahan teknis yang lain (kedalaman pengambilan sedimen), untuk itu rencananya akan diulangi lagi pada penelitian tahun 2006 guna mendapatkan data yang baik. Tabel 9. dibawah adalah komposisi jenis makrobentos yang sementara dapat diidentifikasi yang hidup di perairan Danau Dibawah.

Tabel 9. Komposisi jenis Makrobentos perairan Danau Dibawah.

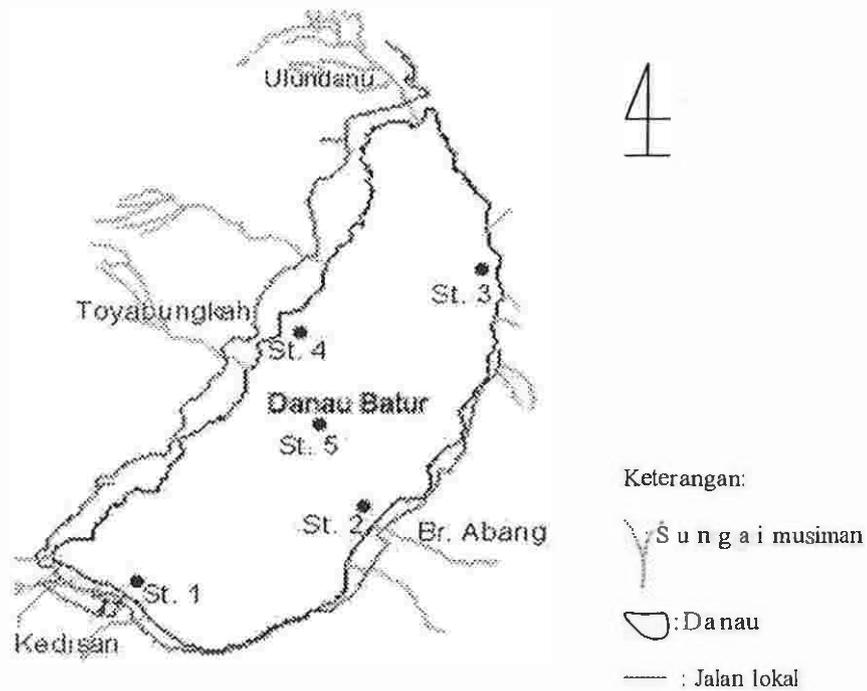
Filum	Ordo	Famili	Taxa
Molusca	Gastropoda	Thiaridae	Thiara (Plotiopsis) sp.
		Thiaridae	Thiara (Thiara) sp.
		Planorbidae	Pygmanisus
		Hydrobiidae	Beddomyia sp.
Insekta	Bivalvia	Corbiculidae	Corbicula sumatranensis
	Diptera	Simuliidae	Silulium sp.
	Diptera	Chironomidae	
	Odonata	Hemiphlebiidae	Hemiphlebia sp.
Lintah	Ephemeroptera	Baetidae	Baetis sp.
		Glossiphonidae	Glossiphonia sp.
		Tubificidae	
		Naididae	Dero (allophorus) sp.
	Oligochaeta	Naididae	



Gambar 24. Kondisi dan situasi lokasi pengambilan sampel di Danau Dibawah.

KARAKTERISTIK LIMNOLOGIS DANAU BATUR

Penelitian terhadap karakteristik limnologis Danau Batur pada tahun ini merupakan tahun pertama dari empat tahun yang telah direncanakan guna mengetahui karakteristik habitatnya. Perjalanan pengambilan sampel air maupun aspek lainnya ke Danau Batur telah dilaksanakan pada Bulan April, Agustus dan November 2005, dengan lokasi pengambilan sampel serta kondisinya seperti yang terlihat pada gambar 23 dan tabel 10 di bawah ini:

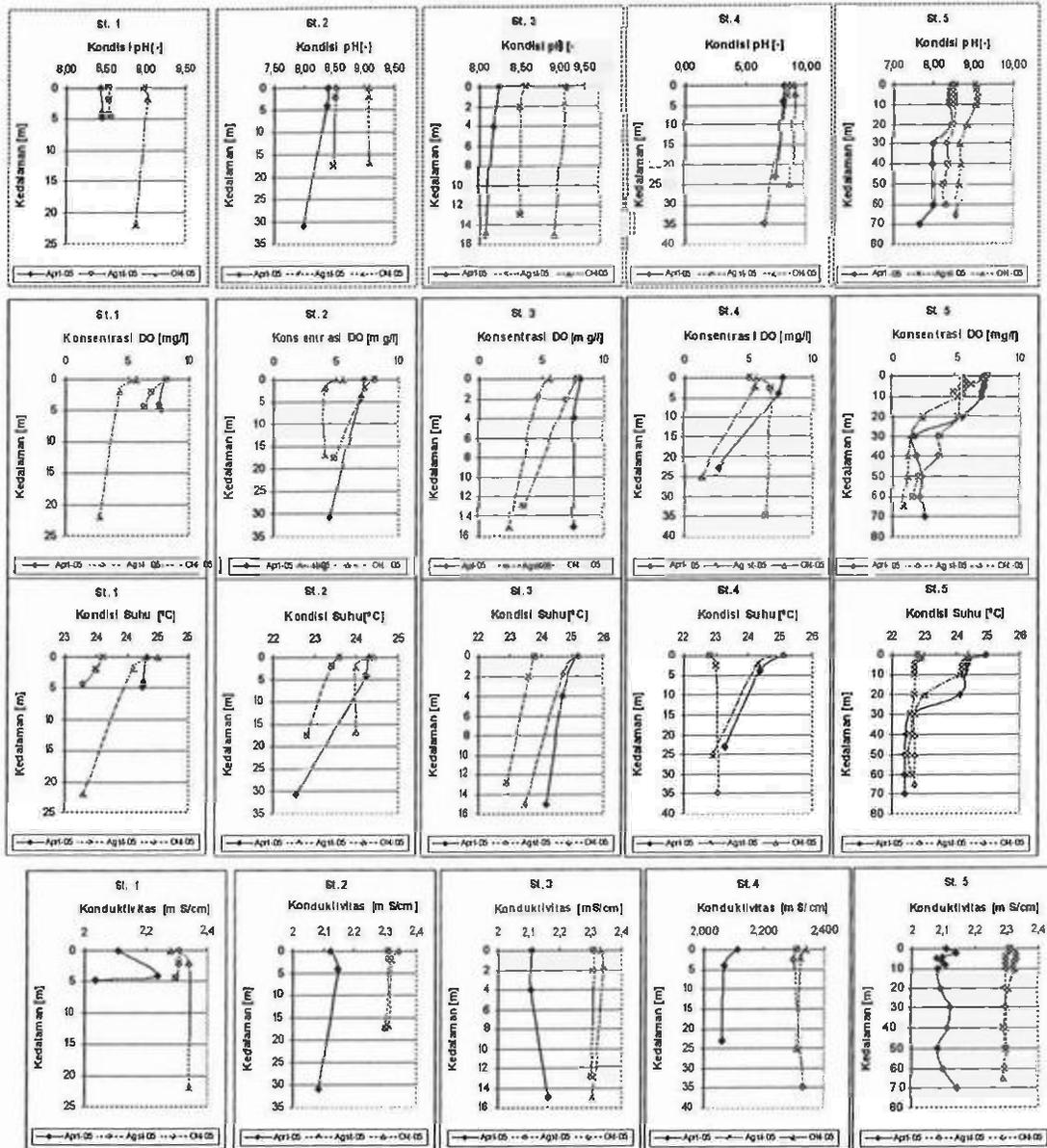


Gambar 25. Titik stasiun pengambilan sampel Danau Batur

Tabel 10 Kondisi 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.

Hasil awal pengukuran langsung terhadap kualitas perairan Danau Batur dengan menggunakan WQC akan ditunjukkan dengan gambar grafik berikut ini:



Gambar 26. Kondisi in situ Danau Batur bulan April, Agustus dan Oktober 2005

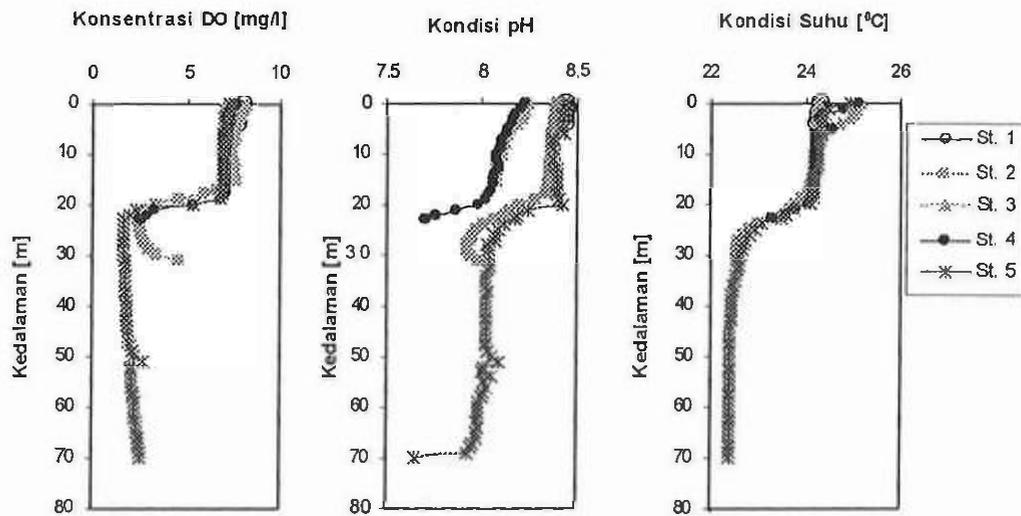
Dari gambar 26 diatas terlihat bahwa pH perairan Danau Batur dari tiga kali pengambilan sampel menunjukkan adanya kemiripan pola distribusinya dimana rata-rata pH perairan Danau Batur bulan April, Agustus dan Oktober 2005 berturut-turut 8,22; 8,34 dan 8,99. disini terlihat bahwa kondisi perairan Danau Batur cenderung bersifat basa, hal ini kemungkinan karena pengaruh batuan dasar pembentuk danau. Biota aquatic sebagian besar sensitive terhadap perubahan pH yang terjadi di perairan dan cenderung menyukai kisaran pH 7 – 8,5. nilai pH yang ada di perairan akan mempengaruhi proses bio-kimiawi perairan, seperti proses nitrifikasi akan terhenti jika pH rendah. Toksisitas logam akan meningkat jika pH rendah (Novodny dan Olem, 1994).

Konduktivitas sering juga disebut dengan DHL (daya hantar listrik) yang merupakan gambaran numerik dari kemampuan air dalam menghantarkan arus listrik.

Shingga konduktivitas ini sangat dipengaruhi oleh garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin banyak garam terlarut maka nilai konduktivitas makin tinggi. Perairan Danau Batur dari tiga kali sampling nilai konduktivitasnya berkisar antara 2,11–2.32 mS/cm. nilai ini hamper dua kali lipat lebih tinggi dari nilai konduktivitas yang ditemukan pada perairan alami secara umum. Dimana air suling (Aquadess) nilai konduktivitas sekitar 1 μ S/cm, sedangkan perairan alami nilainya antara 20 – 1500 μ S/cm (Boyd, 1988)

Suhu air Danau Batur rata-rata pada setiap pengambilan menunjukkan tingkat perbedaan yang sangat kecil dimana pada bulan April berkisar 24,1 $^{\circ}$ C; Agustus 23, 2 $^{\circ}$ C dan Oktober 2005 suhunya 23,1 $^{\circ}$ C. kondisi suhu ini lebih hangat jika dibandingkan dengan kondisi suhu perairan danau Diatas-Dibawah mengingat ketinggian lokasi Danau Batur hamper sama dengan Danau Kembar yang ada di Sumatera barat tersebut yaitu pada ketinggian diatas 1000 meter diatas permukaan laut. Perubahan atau peningkatan suhu dalam perairan akan berpengaruh terhadap peningkatan viskositas larutan, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Selain dengan meningkatnya suhu menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, seperti O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 dan lain sebagainya (Haslam, 1995). Dari gambar 19 diatas distribusi vertikal perubahan suhu pada kolom air danau dapat dilihat pada stasiun Tengah (Stasiun terdalam) yang dilakukan pengambilan sampel perstrata dengan lebih rinci, disini terlihat pada pengambilan bulan April dan Oktober 2005 terjadi perubahan yang cukup tajam pada kedalaman antara 20 – 30 meter dari permukaan yang suhunya ditemukan dari 24 $^{\circ}$ C menjadi 22 $^{\circ}$ C hal ini menunjukkan bahwa zona termoklin terdapat pada kedalaman tersebut.

Distribusi vertical oksigen terlarut seperti ditunjukkan pada St. Tengah danau Batur menunjukkan pola kurva *Klinograde* pada pengambilan bulan April dan Oktober 2005 dimana penurunan konsentrasi oksigen terlarut yang tajam terjadi pada kedalaman sekitar 10 – 20 meter dibawah permukaan air yaitu dari sekitar 7,04 mg/l menjadi 1,7 mg/l (April 2005) sedangkan pada bulan Oktober 2005 penurunan dari kisaran 5,3 mg/l menjadi 1,4 mg/l pada kedalaman yang sama. Sedangkan pada pengambilan sampel air bulan Agustus 2005 konsentrasi oksigen terlarut membentuk kurva *Heterograde Negatif*. Pola kurva baik *Klinograde* maupun *Heterograde* mengindikasikan bahwa perairan sudah tergolong eutrofik. Fluktuasi konsentrasi oksigen terlarut dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain, terutama pada saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsure kimia di perairan (Jeffries dan Mills, 1996). Hasil yang sama seperti data yang terekam dalam Logger YSI yang lebih akurat menggambarkan kondisi vertical distribusi DO (oxycline), pH dan Suhu (thermocline) perairan Danau Batur bulan April 2005 seperti ditunjukkan pada gambar 24 di bawah.

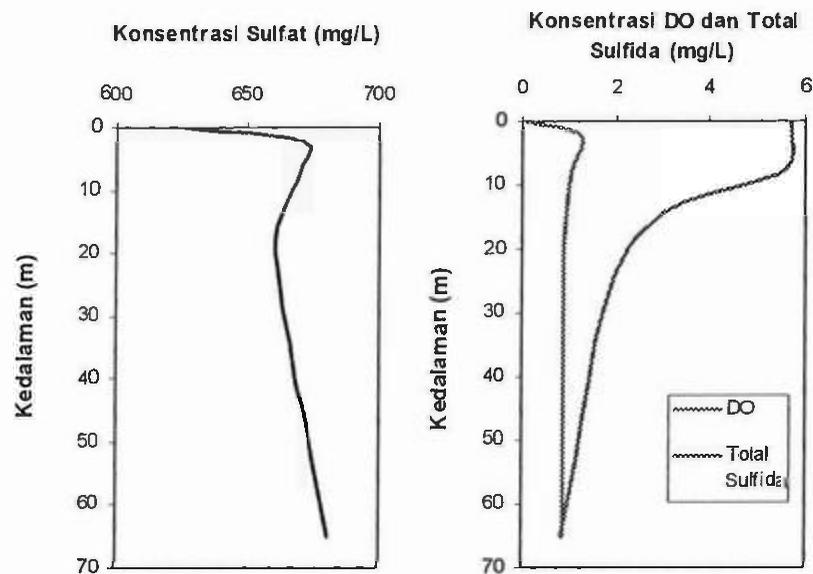


Gambar 27. Profil oksigen terlarut (DO) (oxycline), pH dan suhu (thermocline) Danau

Batur pada bulan April 2005

Terlihat dengan jelas stratifikasi DO (oxycline), temperatur (thermocline) dan pH terutama pada stasiun 5 yaitu pada daerah terdalam yang merupakan bagian tengah danau (Gambar 27). Pola ketiga pengukuran menunjukkan penurunan yang sama yaitu mulai pada kedalaman 18 m sampai dengan 29 m, dan kemudian stabil. Berdasarkan waktu pengukuran, kandungan oksigen baik untuk permukaan dan dasar mengalami penurunan pada bulan Agustus (6 - 7 mg/L untuk permukaan; 1,7 - 6 mg/L untuk dasar), dan pada bulan Oktober (5,52 - 5,67 mg/L untuk permukaan; 1,4 - 2,77 mg/L untuk dasar), dimana hanya daerah tengah dan yang terdalam bagian dasar danau sudah cukup anoksik yang bisa menstimulus aktivitas reduksi sulfat. Sementara untuk pH tidak ada perubahan yang signifikan pada pengukuran bulan Agustus, tetapi melihat kenaikan pada bulan Oktober yaitu sekitar 8,81 - 9,11. Begitu juga dengan temperatur, hanya terjadi sedikit penurunan dari 25 sampai dengan 23,5°C untuk permukaan pada bulan Agustus. Berdasarkan stratifikasi DO dan temperatur danau Batur merupakan danau yang eutrofik (Wetzel, 2001). Berdasarkan pH danau Batur cukup alkalin. Danau Batur mempunyai karakter fisika dan kimia yang cukup berbeda di banding danau kaldera lainnya seperti danau Maninjau yang kisaran pHnya lebih rendah.

Kandungan sulfat danau Batur sangat tinggi yaitu mencapai 963 mg/L pada bulan April dan menurun sampai dengan 600 mg/L pada bulan Agustus dan November. Kandungan sulfat baik di permukaan maupun dasar tidak begitu bervariasi baik secara horizontal maupun berdasarkan kedalaman, dimana untuk bagian dasar stasiun 4 dekat sumber air panas (hot spring) kandungan sulfatnya lebih tinggi. Perlu diketahui bahwa sumber air panas mengandung cukup tinggi sulfur. Gambar 28 memperlihatkan profil kandungan sulfat, total sulfida, dan DOnya pada daerah tengah danau untuk bulan Oktober 2005.



Gambar 28. Profil kandungan, sulfat, total sulfida, dan oksigen terlarut (DO) di Stasiun 5 (daerah tengah) Danau Batur pada Bulan Oktober 2005

Kandungan sulfida yang hanya terdeteksi pada bagian dasar pada bulan April dan Agustus 2005 di stasiun 4 (Toyabungkah) dan 5 (terdalam), kandungan total sulfidanya mencapai 5,52 – 8,12 mg/l pada Gambar 26 terlihat bahwa kandungan total sulfidanya sangat kecil dan tidak membentuk pola yang jelas karena jika dibandingkan dengan pola grafik yang dibentuk oleh oksigen terlarut seharusnya konsentrasi sulfide terlarut tidak lagi terdeteksi pada kedalaman 20 m. kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh gangguan suspended solid yang ditemukan sangat tinggi sehingga mengganggu proses analisis sulfide dengan metoda iodometri. Kandungan suspended solid bias menyebabkan "interference" pada analisa total sulfide terlarut dengan menggunakan metoda iodometri (APHA, 1995). Di danau eutrofikasi kandungan sulfida baru terdeteksi pada daerah hypolimnion dengan kondisi anoksik. Sulfida merupakan produk dari reaksi reduksi sulfat oleh bakteri sulfat reducing-bacteria (SRB) atau bakteri pereduksi sulfat pada kondisi anaerobik dengan nilai ORP < -100 mV atau $p_e < -3$. Sulfida sendiri akan cepat teroksidasi oleh bakteri atau oksigen pada daerah metalimnion yang oksik (Wetzel, 2001; Hines dkk, 2000). Karena sangat tingginya kandungan sulfat, reduksi sulfat oleh bakteri di danau Batur mungkin lebih dipengaruhi oleh kandungan organik sederhana yang tersedia. Berdasarkan nilai pH, spesies sulfida yang dominan di danau ini adalah bisulfida (HS^-). Bisulfida dominan pada pH 8–11 (Stumm and Morgan, 1996).

Konsentrasi padatan (solids) sediment Danau Batur sebagian besar terdiri dari padatan inorganik berdasarkan total solid (TS) dan volatile solids (VS) nya (Tabel 11)

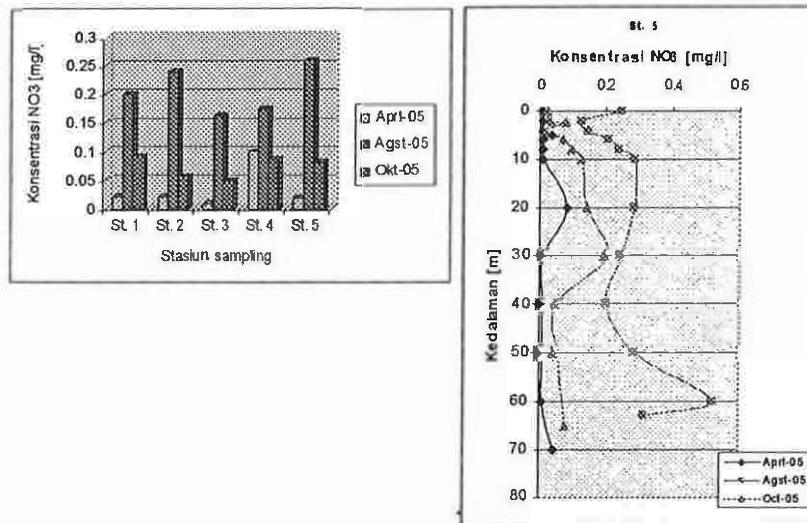
Tabel 11. Kandungan solids (padatan) dan total sulfur pada danau Batur bulan April 2005

	Total Solids (TS)	Volatile Solids (VS)	Total Sulfur
Stasiun 4	626.02	8.26	1447
Stasiun 5	93.38	12	987

Reduksi sulfat kemungkinan besar sangat dipengaruhi oleh konsentrasi organik sederhana yang tersedia. Reduksi sulfat menjadi sulfida oleh bakteri pereduksi sulfat sangat erat kaitannya dengan kandungan VS di sedimen yang merupakan sumber organik karbon sederhana yang diperlukan bagi bakteri pereduksi sulfat dalam mereduksi sulfat. Dalam mereduksi sulfida selain bisa menggunakan organik karbon sederhana, bakteri juga bisa menggunakan hidrogen sebagai sumber energinya (Widdel, 1988; Hines dkk, 2000; Hansen, 1994). Berdasarkan kandungan VSnya, bisa dikatakan konsentrasinya sangat kecil di danau ini. Oleh karena itu perlu penelitian lanjut untuk melihat kecepatan reduksi sulfat dan juga oksidasi sulfida di danau ini. Akan sangat menarik apabila dibandingkan dengan danau Maninjau yang mana mengandung kandungan organik yang tinggi.

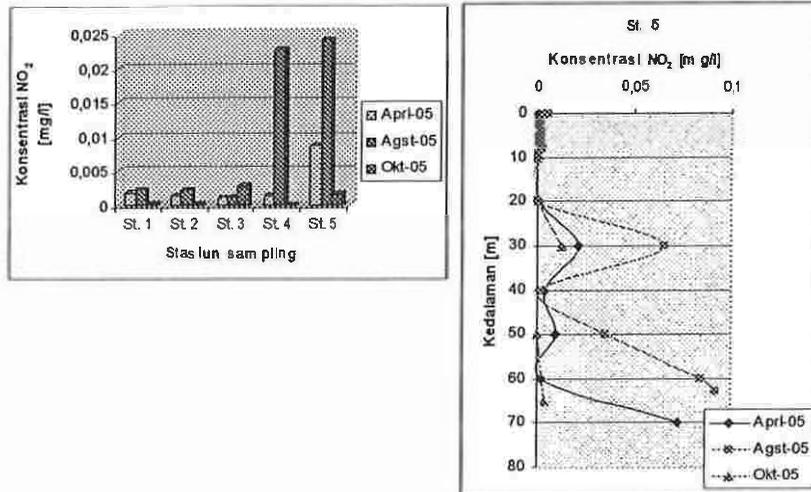
Kandungan total sulfur di sedimen pada stasiun 4 dan 5 cukup tinggi. Dari tipe sedimen yang berbatuan (mineral) berwarna hitam dapat dikatakan bahwa sulfur tersimpan sebagian besar sebagai pirit atau logam sulfida lainnya pada stasiun 4. Sedangkan pada stasiun 5 bisa dalam bentuk besi sulfide amorphous karena sedimen masih berupa silt yang juga berwarna hitam. Konversi besioksida dengan sulfida umumnya menyebabkan perubahan warna pada endapan padatan dari warna kemerahan atau kecoklatan menjadi kehitaman atau keabuan (Drever, 1997). Indikasi terdapatnya kandungan sulfur dapat dideteksi dengan bau sulfur yang cukup menyengat pada sedimen stasiun ini. Dapat dikatakan berdasarkan kandungan VS dan kondisi hypolimnion yang cukup anoksik, produksi sulfida dari aktivitas reduksi sulfat oleh bakteri pereduksi sulfat yang besar di danau Batur terdapat di stasiun 5 yaitu pada bagian tengah yang terdalam. Sedangkan pada stasiun 4 lebih dipengaruhi oleh kandungan sulfur dari sumber air panas.

Bau sulfida yang terdeteksi cukup tajam pada saat pengambilan sampel air dasar dan sedimen menunjukkan indikasi terdapatnya kandungan sulfida yang cukup signifikan. Bisa dikatakan bahwa reaksi pembentukan sulfida yang dominan dilakukan oleh bakteri pereduksi sulfat, dikarenakan tidak diketahuinya adanya aktifitas hidrothermal di dasar danau yang menyemburkan gas hidrogen sulfida. Suhu juga cukup rendah pada dasar danau.



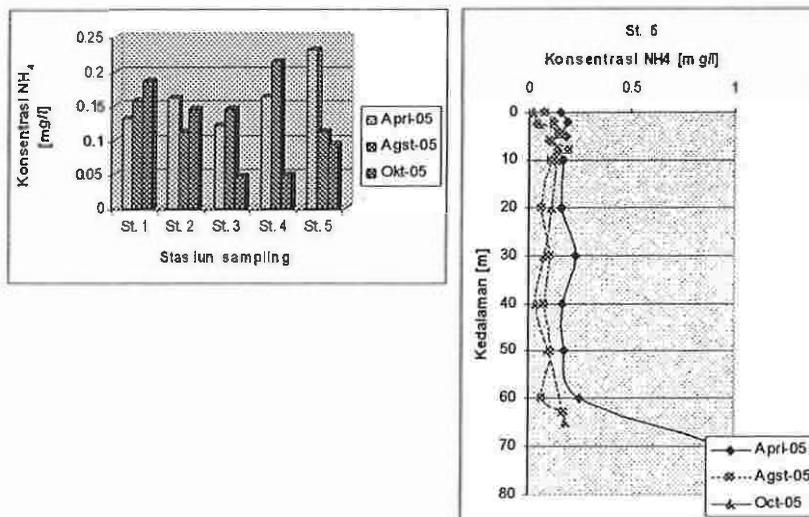
Gambar 29. Konsentrasi Nitrat perairan Danau Batur bulan April, Agustus dan Oktober 2005

Konsentrasi nitrat rata-rata Danau Batur seperti terlihat pada gambar 27 tertinggi untuk setiap stasiun diperoleh pada pengambilan bulan Agustus 2005 yaitu berkisar antara 0,16 – 0,26 mg/l, konsentrasi ini lebih tinggi 6 kali dari konsentrasi rata-rata nitrat pada pengambilan bulan April 2005 yang berkisar 0,01 – 0,099 mg/l, dan juga lebih tinggi sekitar 2 kali konsentrasi rata-rata pengambilan bulan Oktober 2005 yang berkisar antara 0,048 – 0,091 mg/l. keadaan ini diduga akibat pengaruh dari mulainya musim hujan yang turun di kawasan danau Batur sehingga membawa banyak nutrient unsur N yang berasal dari pertanian sayur yang banyak terdapat disepanjang tepian danau. Sedangkan dari distribusi vertikal konsentrasi yang tinggi dari tiga kali pengambilan terlihat pada kedalaman 10 – 30 m. Konsentrasi nitrat-nitrogen yang melebihi 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi, yang selanjutnya akan menstimulir pertumbuhan algae dan tanaman air secara pesat (*blooming*). Pada perairan yang menerima limpasan air dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, konsentrasinya bisa mencapai 1000 mg/l. konsentrasi nitrat untuk keperluan air minum sebaiknya tidak melebihi 10 mg/l (Davis dan Cornwell, 1991)



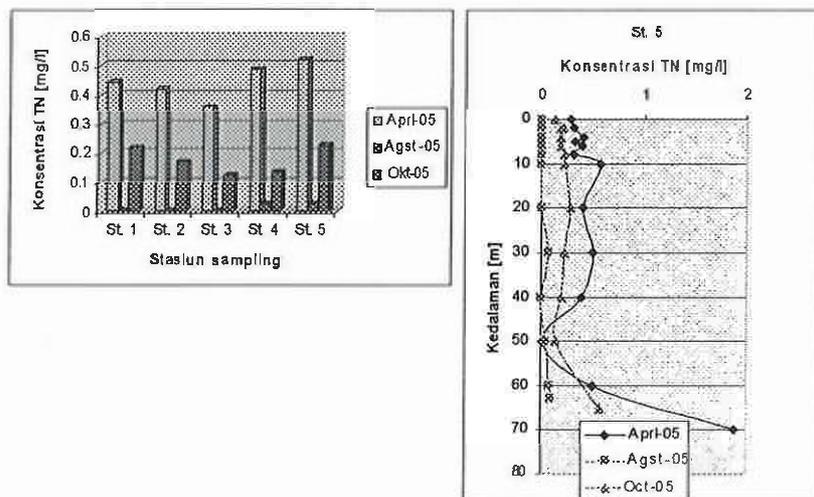
Gambar 30. Konsentrasi Nitrit di perairan Danau Batur 2005

Konsentrasi rata-rata nitrit tertinggi dari hasil pengambilan sampel air masih diperoleh dari pengambilan bulan Agustus 2005 khususnya pada stasiun 4 dan 5 yaitu berturut-turut sebesar 0,022 dan 0,024 mg/l. Pada umumnya konsentrasi nitrit di perairan relatif kecil karena akan segera teroksidasi menjadi nitrat. Perairan alami konsentrasi nitritnya sekitar 0,001 mg/l dan sebaiknya tidak lebih dari 0,06 mg/l (Canadian Council of Resource and Environment Minister, 1987). Di perairan, konsentrasi nitrit jarang yang lebih dari 1 mg/l (Sawyer dan Mc Carty, 1978) konsentrasi nitrit yang melebihi 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif (Moore, 1991). Konsentrasi nitrit sebesar 10 mg/l masih ditolerir jika untuk keperluan peternakan, tetapi untuk keperluan air minum WHO merekomendasikan sebaiknya kurang dari 1 mg/l (Moore, 1991). Dalam tubuh manusia dan hewan nitrit sifatnya lebih toksik daripada nitrat.



Gambar 31. Konsentrasi Ammonia perairan Danau Batur bulan April, Agustus dan Oktober 2005

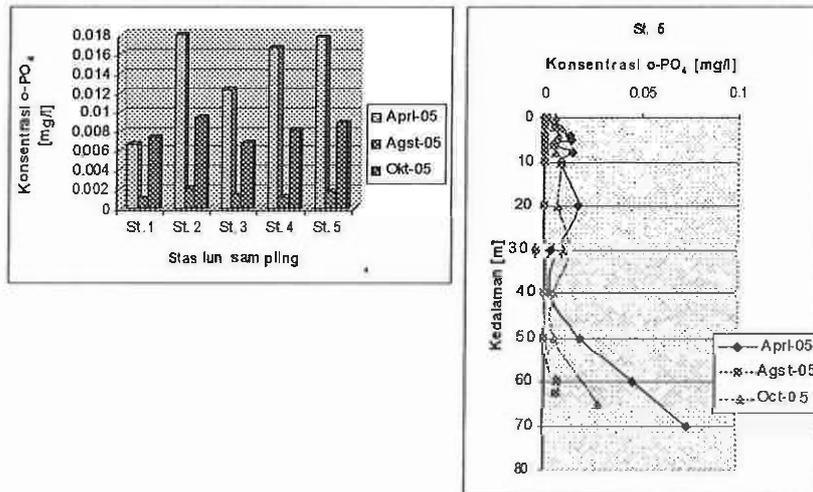
Konsentrasi rata-rata Ammonia (Gambar 31) yang ada di perairan Danau Batur pada bulan April 2005 sebesar 0,162 mg/l dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun Tengah (St. 5) yaitu sebesar 0,236 mg/l dan terendah di stasiun Trunyan (St. 3) dengan 0,12 mg/l. Sedangkan pada pengambilan bulan Agustus 2005 rata-rata konsentrasinya 0,149 mg/l, tertinggi di stasiun Toyabungkah (St. 4) sebesar 0,215 mg/l dan terendah di St. 5 (Tengah) dengan konsentrasi 0,112 mg/l. dan pada pengambilan bulan Oktober 2005 diperoleh rata-rata 0,105 mg/l, tertinggi pada stasiun Dermaga sebesar 0,186 mg/l dan terendah di St. 3 (Trunyan) dengan 0,047 mg/l. Tingginya konsentrasi rata-rata pada pengambilan bulan April 2005 kemungkinan disebabkan tidak adanya masukan air yang berasal dari hujan sehingga konsentrasi yang ada di perairan danau menjadi meningkat, sedangkan pada pengambilan bulan Agustus diperkirakan karena adanya pengenceran oleh masuknya air hujan yang juga membawa bilasan sisa pemupukan perkebunan penduduk setempat ke dalam danau sehingga meskipun rata-rata tinggi tetapi lebih rendah daripada pengambilan April 2005. pada pengambilan bulan Oktober 2005 konsentrasi yang tinggi berada di stasiun Dermaga (St. 1) dan Banjar Abang (St. 2) mungkin disebabkan karena areal lahan perkebunan penduduk lebih luas dibandingkan dengan daerah yang lain selain itu juga terdapat rumah-rumah penduduk sehingga dimungkinkan juga adanya pencemaran khususnya nitrogen yang berasal dari wilayah tersebut. Kadar ammonia di perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/l (McNeely et. Al., 1979). Kadar ammonia bebas yang tidak terionisasi (NH_3) di perairan tawar sebaiknya kurang dari 0,2 mg/l, jika lebih dari 0,2 mg/l maka akan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978). Kadar ammonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestic, industri dan limpasan (*run-off*) pupuk pertanian.



Gambar 32. Konsentrasi TN perairan Danau Batur 2005

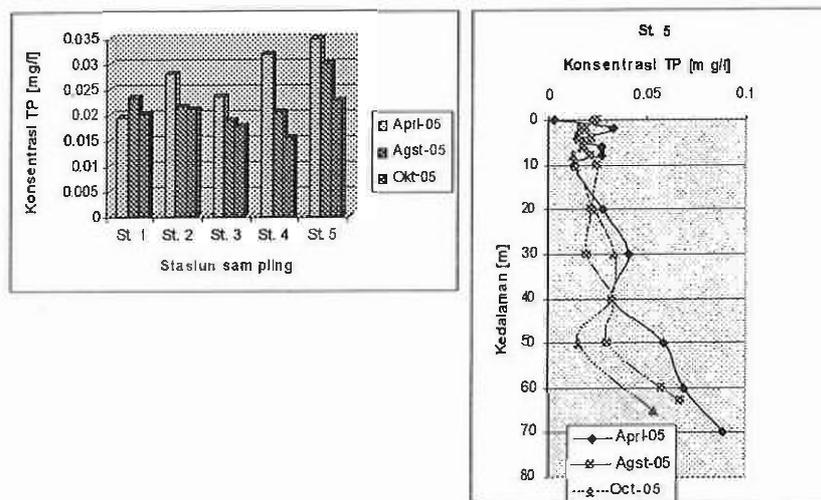
Konsentrasi rata-rata TN bulan April 2005 sebesar 0,448 mg/l, bulan Agustus 0,011 mg/l dan Oktober sebesar 0,176 mg/l. Konsentrasi rata-rata pengambilan bulan April merupakan konsentrasi tertinggi, hal ini mungkin akibat adanya akumulasi dari konsentrasi nutrisi yang masuk ke danau yang berasal dari areal sekitarnya. Pada

strata kedalaman danau konsentrasi total nitrogen cukup tinggi pada daerah dasar danau hal ini dimungkinkan karena total nitrogen merupakan gambaran nitrogen dalam bentuk organik dan amonia pada suatu perairan (Davis dan Cornwell, 1991). Total nitrogen merupakan jumlah dari nitrogen organik yang berupa N-NO₃, N-NO₂ dan N-NH₄, yang sifatnya larut, dan nitrogen organik yang berupa partikulat yang tidak larut dalam air (Mackereth et.al, 1989).



Gambar 33. Konsentrasi ortho Phospat perairan Danau Batur 2005

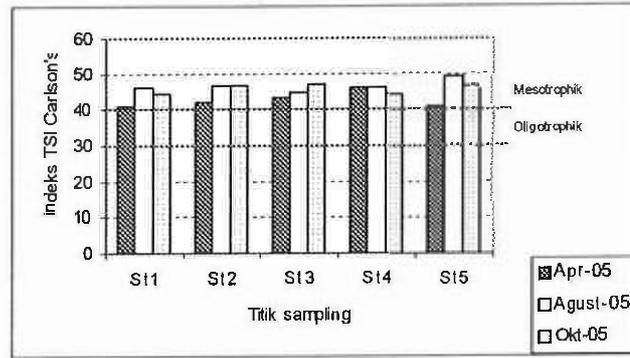
Dari gambar 33 terlihat bahwa rata-rata konsentrasi o-PO₄ tinggi pada pengambilan bulan April kemudian Oktober 2005, sedangkan konsentrasi yang diperoleh pada bulan Agustus 2005 sangat rendah dengan konsentrasi rata-rata seluruh stasiun pengambilan sampel sekitar 0,0015 mg/l atau turun ± 9,5 kali dari pengambilan bulan April 2005, dimana pada bulan April rata-rata konsentrasinya 0,0143 mg/l. Pada pengambilan bulan Oktober konsentrasi o-PO₄ naik lagi ± 5,4 kali dari konsentrasi rata-rata bulan Agustus 2005 dengan rata-rata konsentrasi sebesar 0,0081 mg/l. Konsentrasi o-PO₄ pada kedalaman kolom air danau seperti ditunjukkan gambar di atas menunjukkan konsentrasi yang tinggi dekat dengan dasar danau, hal ini disebabkan karena unsur fosfor dalam perairan akan membentuk ikatan ion kompleks dengan besi dan kalsium pada kondisi aerob, bersifat tidak larut dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh algae akuatik (Jeffries dan Mills, 1996).



Gambar 34. Konsentrasi TP perairan Danau Batur pada 2005

Konsentrasi rata-rata TP pada setiap stasiun pengambilan dari gambar 34 menunjukkan konsentrasi yang hampir sama akan tetapi konsentrasi rata-rata bulan April 2005 paling tinggi dari tiga kali pengambilan sampel. Konsentrasi rata-rata bulan April 2005 mencapai 0,028 mg/l, bulan Agustus konsentrasi rata-ratanya turun 82,8 % hingga konsentrasi 0,023 mg/l. Sedangkan konsentrasi rata-rata pengambilan bulan Oktober 2005 turun menjadi sekitar \pm 84,9 % menjadi sekitar 0,0194 mg/l. Pada umumnya fosfor banyak dijumpai sebagai pupuk, sabun atau detergen, bahan industri keramik, minyak pelumas, produk makanan dan minuman, katalis dan sebagainya. Fosfor tidak bersifat toksik bagi manusia, hewan dan ikan. Kadar fosfor yang diperkenankan bagi kepentingan air minum adalah 0,2 mg/l dalam bentuk fosfat (PO_4). Kadar fosfor di perairan alami berkisar antara 0,005 – 0,02 mg/l $P-PO_4$ sedangkan pada air tanah biasanya sekitar 0,02 mg/l $P-PO_4$ (UNESCO/WHO/UNEP, 1992).

Pemanfaatan pertanian yang intensif di area pinggiran danau dengan menggunakan pupuk organik dan fungisida bisa meningkatkan konsentrasi nutrisi dan pencemaran polutan organik dikarenakan *run off* aktivitas penyiraman maupun hujan masuk ke danau, dampak tersebut sudah dapat dilihat dari suburnya tanaman air di pinggiran danau sekitar area pertanian di Banjar Abang (St. 2) dan sekitar Darmaga perahu desa Kedisan (St. 1). Dengan tidak adanya inlet dan outlet, kemungkinan akumulasi senyawa tertentu seperti polutan tertentu yang tidak mudah terdegradasi akan sulit untuk dihindari. Dampak tersebut perlu diteliti lebih lanjut untuk menjaga kualitas air yang baik dan kelestarian Danau Batur sesuai peruntukannya.



Gambar 35. Tingkat kesuburan perairan Danau Batur tahun 2005

Hasil perhitungan dengan menggunakan perhitungan TSI Carlson's (1977) seperti gambar 35 diatas menunjukkan bahwa perairan danau Batur dari tiga kali pengambilan rata-rata tergolong Mesotrophik.

Kajian Makrofit Akuatik

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa makrofit akuatik pada danau ini relatif jarang dijumpai. Kemelimpahan dan keanekaragaman yang tinggi hanya dijumpai pada stasiun Banjar Abang. Makrofit akuatik yang bersifat *submerse* (tenggelam) cukup mendominasi pada beberapa titik pada danau ini seperti yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 12. Hasil pengamatan makrofit akuatik Banjar Abang, Danau Batur bulan April 2005

No	Jenis makrofit akuatik	Habitus	Kemelimpahan
1	<i>Chara</i> sp	Submerse	~+
2	<i>Thypha latifolia</i>	Emergent	4 ind/m ²
3	<i>Alternanthera</i> sp	Emergent	6 ind/m ²
4	<i>Cyperus imbricatus</i>	Emergent	31 ind/m ²
5	<i>Eichhornia crassipes</i>	Floating	~
6	Najadaceae?	Submerse	~+
7	<i>Paspalum</i> sp	Emergent	72 ind/m ²

~+: Sangat melimpah

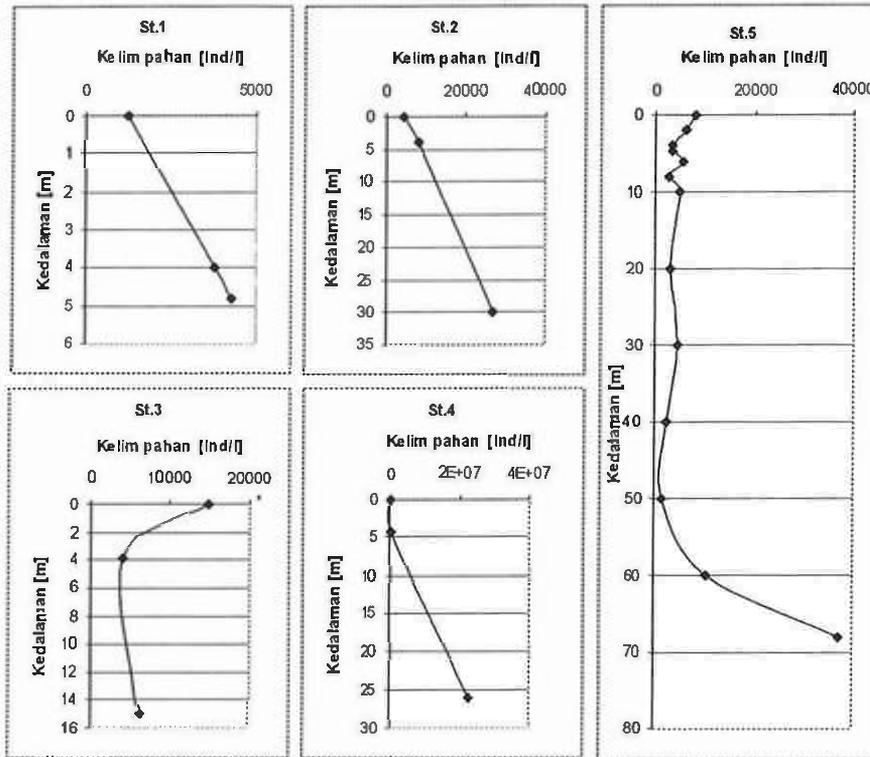
~ -: Sangat jarang

Kajian Fitoplankton

Hasil pengamatan komunitas fitoplankton di Danau Batur pada bulan April 2005 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Jenis fitoplankton yang didapatkan di Danau Batur, April 2005

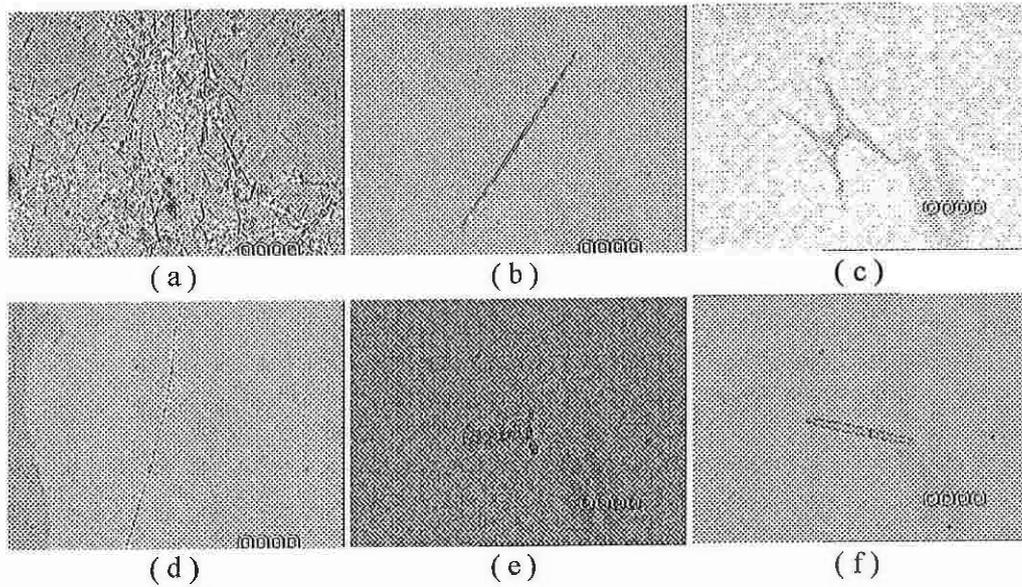
Klas	CHRYSOPHYTA	CHLOROPHYTA		CYANOPHYTA	
Famili	Pennales	Chlorococcales	Zygnematales	Nostocales	Oscillatoriales
Jenis	<i>Cymbella</i> <i>Navicula</i> <i>Synedra ulna</i>	<i>Oocystis</i>	<i>Cosmarium</i> <i>Staurastrum</i>	<i>Anabaena</i>	<i>Spirulina</i>



Catatan : Kedalaman 68 m pada St. 5 kelimpahan x 10000

Gambar 36. Sebaran vertikal fitoplankton Danau Batur bulan April 2005

Gambar 36. Pola penyebaran vertikal fitoplankton di semua stasiun hampir sama, yaitu semakin dalam kelimpahannya semakin tinggi. Kecuali di lokasi depan makam Trunyan (stasiun 3) polanya agak berbeda, yaitu tinggi di permukaan, turun di kedalaman secchi dan agak naik di dasar perairan. Tingginya kelimpahan di dasar perairan disebabkan oleh tingginya diatom di daerah ini, seperti yang terlihat pada Gambar 3a. Jenis-jenis yang ditemukan dapat dilihat di Tabel 8. *Synedra ulna* merupakan jenis yang kelimpahannya tinggi di setiap kedalaman di semua stasiun, *Navicula* tinggi di kedalaman secchi dan dasar di Toyabunga dan di kedalaman 68 m di pertengahan danau (stasiun 5). *Anabaena* ditemukan hampir di semua stasiun, di pertengahan danau *Anabaena* ditemukan di semua kedalaman kecuali kedalaman 68 m. *Cosmarium* ditemukan di semua stasiun, di dasar perairan Toyabunga dan pertengahan danau kelimpahannya tinggi.



Keterangan :

a. Diatom yang ada di kedalaman 68 m (100x)

b. *Synedra* sp (200x)

c. *Staurostrum* sp. (400x)

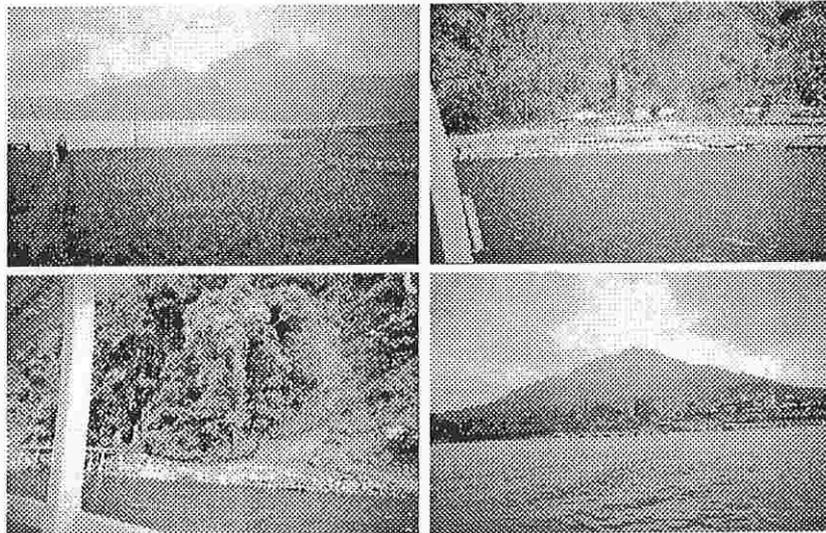
d. *Anabaena* sp. (200x)

e. *Cosmarium* sp. (400x)

f. *Navicula* sp. (400x)

Gambar 37. Beberapa jenis fitoplankton yang ditemukan Di Danau Batur pada bulan April 2005

Berdasarkan jenis fitoplankton yang ditemukan, Danau Batur termasuk danau dengan jumlah jenis yang rendah. Dilihat dari kelimpahan nilainya cukup tinggi terutama disebabkan tingginya diatom. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai hal ini terutama sangat tingginya diatom di dasar perairan Danau Batur.



Gambar 38. Kondisi dan situasi lokasi pengambilan sampel di Danau Batur

KESIMPULAN

1. Kualitas perairan danau Diatas, Dibawah maupun Danau Batur 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 dengan menggunakan indeks Carlson's 1977 kecenderungan rata-rata perairan Danau Diatas masih oligotrophik, danau Dibawah oligotrophik tapi cenderung ke mesotrophik, hal ini diduga karena hasil analisa untuk parameter yang dibutuhkan hanya diambil pada permukaan dan dekat dengan tepian danau karena masalah tidak ada perahu yang memungkinkan untuk mengambil agak ketengah danau, sedangkan untuk Danau Batur rata-rata sudah tergolong mesotrophik, hal ini perlu adanya perhatian dimasa datang karena danau Batur tidak ada outlet maka dimungkinkan proses eutrophikasi akan berjalan lebih cepat dari pada proses *self purifikasi* danau.
3. Sulfat merupakan senyawa sulfur yang dominant ditemukan sampai ke bagian dasar danau yang cukup anoksik. Boleh dikatakan hanya dalam prosentase kecil sulfat tereduksi menjadi sulfida. Sulfida terdapat di daerah hypolimnion Danau Batur bagian terdalam yang kondisinya anoksik dengan ph di atas 8, bisulfida (HS^-) merupakan spesies yang dominan. Sedangkan pada sedimen, sulfur dalam bentuk sulfida terakumulasi ataupun tersimpan sebagai mineral atau amorphous besi sulfida. Tetapi hal ini perlu pengamatan lebih lanjut untuk melihat tipe mineral sulfur yang ada. Konsentrasi organik berupa volatile solids (VS) cukup kecil di danau Batur, tetapi cukup untuk mendukung aktivitas reduksi sulfat oleh bakteri pereduksi sulfat sehingga menghasilkan sulfida di daerah hypolimnion yang anoksik. Masih perlu pengamatan lanjutan yang lebih seksama, seperti melihat spesies sulfur lainnya seperti elemen sulfur (S^0) dan sulfur organik. Kecepatan proses reduksi dan oksidasi senyawa sulfur dan degradasi kandungan organik baik secara aerobik dan anaerobik pada sedimen atau air dasar perlu di pelajari untuk melihat korelasinya dengan reduksi dan oksidasi senyawa sulfur.
4. Beberapa parameter tidak bisa diidentifikasi karena terjadi kerusakan seperti sampel makrobenthos maupun zooplankton (khususnya Danau batur), hal ini akan dilakukan pengambilan ulang pada penelitian berikutnya untuk melengkapi data yang sudah ada.
5. Kelimpahan fitoplankton Danau Diatas-Dibawah pada pengambilan bulan Juli 2005 didominasi oleh Diatom diikuti oleh Chlorophyta dan Cyanophyta. Hasil ini berbeda dengan pengamatan tahun 1992 dan 1993, dimana Danau Dibawah pada tahun 1992 dan 1993 fitoplankton yang mendominasi adalah dari golongan Chlorophyta yaitu *Coenochloris*, *Spirogyra* sp., *Didymocystis bicellularis* dan *Oocystis cf. solitaria*. Sedangkan pada Danau Diatas pada pengamatan tahun 1992 jenis fitoplankton yang mendominasi adalah dari jenis alga biru (Cyanophyta) *Cyanodictyon imperfectum* dan *Oocystis* spp. (Chlorophyta). Untuk Danau Batur *Synedra ulna*, *Navicula*, *Anabaena*, dan *Cosmarium* merupakan jenis-jenis yang kelimpahannya tinggi. Berdasarkan jenis fitoplankton yang ditemukan, Danau Batur termasuk danau dengan jumlah jenis

- yang rendah. Dilihat dari kelimpahan nilainya cukup tinggi terutama disebabkan tingginya diatom.
6. Komposisi jenis zooplankton yang ditemukan di Danau Diatas, dibedakan kedalam tiga kelompok besar yaitu: Cladocera (dominant bulan September 2005), Copepoda (dominant bulan November 2005) dan Rotifera kelimpahan tertinggi terjadi pada bulan September 2005, dengan total kelimpahan sebesar 107818,428 ind/L, sedangkan berdasarkan strata kedalaman titik sampling, kelimpahan tertinggi terdapat pada kedalaman 30m-20m yaitu 536780,3 ind/L.
 7. Hasil *sounding* dan analisis dengan GIS terhadap Danau Diatas yang merupakan danau tektonik dengan lokasi ketinggian 1535 mdpl, mempunyai bentuk cekungan dengan arah memanjang Barat Laut-Tenggara sebagai hasil proses tektonik tegasan sumatera, arah Barat Laut, arah Timur Laut dan Barat Daya cenderung melandai. Luas permukaan air Danau Diatas (A) didapat sebesar 1245 Ha dan kedalaman maksimum (Z_m) 47 m yaitu disekitar Teluk Dalam, dan kedalaman rata-rata 24,3 m. Selain itu hasil pengukuran peta batimetri juga diperoleh volume air Danau sebesar 302.065.119 m³ dimana nilai ini akan bertambah atau berkurang sesuai dengan tinggi muka air

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous 2001. *Permasalahan Danau Maninjau dan Pendekatan Penyelesaiannya*. Kerjasama Proyek Pengembangan Dan Peningkatan Tehnologi Dan Pusat Penelitian Limnologi-LIPI. 94 p.
- Anonimous. 1995. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 19thed. APHA / American Water Work Association / Water Environment Federation. Washington DC. USA. Pp.
- Barton, L. L. dan Tomei, F. A., 1995, Characteristics and Activities of Sulfate-Reducing Bacteria, In: L. L. Barton (ed.), *Biotechnology Handbooks Sulfate-Reducing Bacteria*, Plenum Press, New York, 1-32.
- Boyd, C.E. 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds*. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359 p.
- Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1987. *Canadian Water Quality*. Canadian Council of Resource and Environment Ministers, Ontario, Canada.
- Carling, K.J., Ater, I.M, Pellam, M.R, Mihuc, T.B, 2004, *A Guide to the Zooplankton of Lake Chapman*, Scientia Discipulorum Vol I (2004), Plattsburgh State University of New York.
- Carlson, R. E 1977. *A trophic State Index for Lakes*. Limnology and Oceanography, 22 (2):361-369.
- Davis, M.L and Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second edition. McGraw-Hill, Inc., New York. 822p.
- Drever, J. I., 1997, *The Geochemistry of Natural Waters Surface and Groundwater Environments*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 436p.
- Hansen, T. A., 1993, Carbon Metabolism of Sulfate-Reducing Bacteria, In: J. M. Odom, and R. Singleton, Jr. (ed.), *Sulfate-Reducing Bacteria: Contemporary Perspectives*, Springer-Verlag, New York, 21-40.

- Haslam, S. M. 1995. *River Pollution and Ecological Perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 253 p.
- Hines, M. E., P. T. Visscher, dan R. Devereux, 2002, Sulfur Cycling, In: C. J. Hurst, R. L. Crawford, G. R. Knudsen, M. J. McInerney, L. D. Stetzenbach (ed), *Manual of Environmental Microbiology*, ASM Press, Washington, pp 1138.
- Jeffries, M. And Mills, D. 1996, *Freshwater Ecology, Principles, and Applications*. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 285 p.
- 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.
- Lin, Qiu-Qi., Suan, Shun-Shan., Hu, Ren., Han, Bo-Phing., 2003., *Zooplankton distribution in Tropical Reservoir, South China.*, *Internat. Rev. Hydrobiol.* Vol 88, 2003: 6, pp 602-613.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J., and Talling, J.F. 1989. *Water Analysis. Freshwater Biological Association*. Cumbria. UK. 120 p.
- Maria A. Aliberti, Darren J. Bauer, Shane R. Bradt, Brady Carlson, Sonya C. Carlson, W. Travis Godkin, Sara Greene, Dr. James F. Haney, Amy Kaplan, Shawn Melillo, Juliette L. Smith (Nowak), Brian Ortman, Judith E. Quist, Shayle Reed, Tiffany Rowin, Dr. Richard S. Stemberger., 2005., *An Image-Based Key To The Zooplankton Of The Northeast (USA)* Version 2.0 <http://www.cbf.unh.edu/CBFkey/html>
- Mc. Neely, R.N., Nelmanis, V.P, and Dwyer, L. 1979. *Water Quality Source Book, A Guide to Water Quality Parameter*. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada. 89 p
- Mizuno, T. 1970. *Illustration of the freshwater plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co. Ltd. 313 p.
- Moore, J.W. 1991. *Inorganic Contaminants of Surface Water*. Springer-Verlag, New York. 334 p.
- Novodny, V. And Olem, H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification, and Managment of Diff'ise Pollution*. Van Nostrans Reinhold, New York. 1054 p.
- Odum, E.P. 1993, *Dasar-dasar Ekologi (terjemahan)*, Gajah Mada University Press.
- Pescott, G.W. 1970. *How to know the freshwater algae*. W.M.C. Brown Company Publisher. Iowa. 348 p.
- Prescott, G.W. 1951. *Algae of the western Great Lakes area*. Cranbrook Institute of Science. Bulletin No. 31. 946 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 pp.
- Ryding, S.O., and W. Rast. 1989. *The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoir, Man and Biosphere Series*, Unesco and The Partheson Publishing Group. 314 pp.
- S.C., Bradt, S.R., Barry, L.M., 2003, *Aquatic biosurvey of the Lovell River on UNH land*, UNH Center for Freshwater Biology Research 5(1):1-3 (2003)
- Sawyer, C.N. and Mc Carty, P.L. 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*. Third edition. Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo. 532 p.

- Sellers, B. Henderson and H.R. Markland. 1987. *Decaying Lakes, The Origins and Control of Cultural Eutrophication*. John Wiley and Sons. New York. 254 pp.
- Shiel, R.J., 1995., *A Guide To the Identification of Rotifers, Cladocerans, and Copepods From Australian Inland Waters*, Identification Guide No. 3, The Murray-Darling Freshwater Research Centre
- Stumm, W. dan Morgan, J. J., 1996, *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*, John Wiley & Sons, New York, 1022p.
- Utter, K.B., Skokan, R.D., Rivers, D., Quinn, P.K., Potter, J.D., Peter, C.R., Lund, E.A., Knox, J.L., Knobelman, J.I., Haney, J.F., Carlson,
- Weiner, E. R., 2000, *Applications of Environmental Chemistry: A practical Guide for Professionals*, CRC Press LLC, Boca Raton, pp 276
- Wetzel, R. G., 2001, *Limnology: River and Lake Ecology*, Academic Press, San Diego, pp 1006
- Wetzel, R.G., 2001, *Limnology, Lake and River Ecosystem*, 3rd Edition, Academic Press, New York, USA.
- Widdel, F., 1988, *Microbiology and Ecology of Sulfate- and Sulfur-Reducing Bacteria*, In A. J. B. Zehnder (ed.), *Biology of Anaerobic Microorganisms*, John Wiley & Sons, New York, 469-586.