

KAJIAN KARAKTERISTIK LIMNOLOGI DANAU MANINJAU PASCA PROGRAM PENYEHATAN DANAU SEBAGAI DASAR PENYUSUNAN KEBIJAKAN PENGELOLAAN DANAU YANG BERKELANJUTAN

**Triyanto, Dede Irving Hartoto, Sulastri, Cyntia A. Henny,
Muhammad Badjoeri, Fachmijany Sulawesty, Ivana Yuniarti,
Sulung Nomosatryo, Yayah Mardiaty, Sugiarti dan Sutrisno**

ABSTRAK

Hasil penelitian LIPI pada tahun 2001 dan 2002 mengenai sumber pencemar yang terjadi di Danau Maninjau menunjukkan bahwa pencemaran berasal dari interaksi kegiatan masyarakat pengguna D. Maninjau yaitu berubahnya ekosistem danau karena penutupan outlet danau di Batang Antokan, pembuangan limbah rumah tangga dan pertanian yang mengandung sisa pupuk, dan penumpukan sisa pakan yang berasal dari kegiatan pemeliharaan ikan pada keramba jaring apung. Kajian limnologis danau telah dilakukan pada awal program penyehatan D. Maninjau sebagai langkah awal dalam perbaikan kondisi dan kualitas perairan danau. Hasil dari program penyehatan danau ini telah memberikan pengaruh terhadap perbaikan kualitas perairan. Status trofik D. Maninjau berangusur membaik dari tingkat eutrofik berubah menjadi mesotrofik. Secara visual perbaikan kualitas perairan tampak dari meningkatnya tingkat kecerahan Sechi dan menurunnya beberapa parameter kesuburan perairan seperti nilai total nitrogen, total fosfor, nitrat dan fosfat dalam perairan. Kelimpahan fitoplankton juga mengalami penurunan yang tinggi. Indikasi telah membaiknya kualitas perairan danau perlu dikaji untuk melihat pola-pola perbaikan kualitas air yang terjadi. Hal ini akan menjadi suatu masukan yang sangat penting untuk mendapatkan gambaran perubahan sifat limnologi D. Maninjau secara keseluruhan. Data-data dan informasi limnologis tersebut sangat dibutuhkan untuk menyusun kebijakan pengelolaan danau yang berkelanjutan

Kata kunci : Karakteristik Limnologi, Danau Maninjau, Pengelolaan Danau

PENDAHULUAN

D. Maninjau merupakan salah satu perairan umum yang terletak di propinsi Sumatera Barat. Luas D. Maninjau mencapai 9.737,5 ha dengan kedalaman maksimum 165 m, kedalaman rata-rata 105,2 m, dan merupakan salah satu danau di Indonesia yang memiliki multi fungsi yaitu fungsi sebagai pembangkit listrik tenaga air, fungsi di sektor perikanan dan fungsi di sektor pariwisata, serta sumber air irigasi untuk pertanian. Karena multi fungsi yang ada pada danau, menyebabkan berbagai komponen masyarakat sangat menggantungkan kehidupannya dari D. Maninjau. Namun sayangnya dalam perkembangan terakhir berbagai aktivitas yang memanfaatkan badan danau telah menyebabkan berbagai permasalahan, yang pada akhirnya, menyebabkan penurunan kualitas perairan danau. Pada Tahun 1997 dilaporkan adanya bencana kematian ikan masal yang dipelihara dalam keramba jaring apung, tercatat kurang lebih 950 ton ikan mati.

Penelitian tentang penyebab pencemaran di D. Maninjau telah dilakukan oleh LIPI pada Tahun 2001-2002. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa

pencemaran berasal dari interaksi kegiatan masyarakat pengguna Danau Maninjau yaitu berubahnya ekosistem Danau karena penutupan outlet danau di Batang Antokan, pembuangan limbah rumah tangga dan pertanian yang mengandung sisa pupuk langsung ke danau tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu, dan penumpukan sisa pakan yang berasal dari kegiatan perikanan jaring apung. Kajian limnologis awal juga telah dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat fisika, kimia dan biologi dari perairan danau. Hal ini menjadi sangat penting dalam melakukan suatu pengambilan keputusan tentang pengelolaan danau dalam melaksanakan program penyehatan danau. Untuk mendapatkan data-data yang sesuai dengan kondisi perairan danau secara berkesinambungan dan untuk melihat pola yang terjadi setelah dilaksanakannya program penyehatan danau maka diperlukan kajian sifat limnologi D. Maninjau untuk mengetahui perubahan-perubahan yang telah terjadi. Informasi tersebut akan sangat berguna bagi penentuan program penyehatan danau selanjutnya, sebagai bentuk pengelolaan danau yang berkelanjutan.

Disamping melakukan kajian limnologis pada Tahun 2005 ini juga dilakukan kajian tentang potensi perikanan perairan umum D. Maninjau. Sumberdaya perikanan yang ada merupakan potensi alami yang harus dimanfaatkan dan dikembangkan untuk kesejahteraan masyarakat sekitar. Pengamatan berbagai aspek biologi dan ekologi ikan-ikan endemik menjadi perhatian khusus pada kegiatan berikutnya sebagai langkah awal dalam pengembangan sumberdaya alam yang tersedia.

Tujuan Kegiatan

Tujuan Khusus

- Mengkaji kondisi limnologi danau untuk melihat pola-pola karakteristik fisika, kimia dan biologi perairan danau serta interaksi yang terjadi di dalam ekosistem perairan D. Maninjau pada fase pasca program penyehatan danau.

Tujuan Umum

- Melanjutkan program penyehatan D. Maninjau melalui pengembangan dan pengelolaan danau yang berkelanjutan.

Sasaran yang ingin dicapai

Sasaran utama kegiatan ini adalah

- Berlanjutnya program penyehatan danau sebagai bentuk pengelolaan danau yang berkelanjutan.
- Mendapatkan informasi ilmiah tentang karakteristik limnologi danau setelah/pasca program penyehatan danau sebagai dasar pengelolaan danau yang berkelanjutan

METODOLOGI

Metodologi yang diterapkan dalam pelaksanaan kegiatan ini adalah metode survey dengan melakukan pengambilan data primer dan sekunder. Data primer yang diambil mencakup data fisika, kimia dan biologi di ambil pada stasiun pengamatan yang telah ditetapkan sebelumnya. Metode, alat serta parameter yang di ukur pada kegiatan ini dapat dilihat pada Tabel 1. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu pada Bulan Mei, Bulan September dan Bulan Desember 2005.

Lokasi pengambilan sampel kualitas air difokuskan pada 4 lokasi penelitian. Lokasi dan posisi serta starata kedalaman yang dijadikan sebagai lokasi pengambilan sampel kualitas air dapat di lihat pada Tabel 2 dan Gambar 1. Sedangkan untuk kajian perikanan di D. Maninjau dilakukan survei pada lokasi-lokasi penangkapan berdasarkan informasi nelayan tangkap. Kajian perikanan di fokuskan pada deskripsi habitat ikan Bada yang memiliki nilai ekonomis tinggi.

Tabel 1. Parameter fisika, kimia dan biologi yang diamati beserta alat metode yang dilakukan.

Parameter	Alat/Metode Pengukuran
Fisika	
1 Suhu (OC)	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
2 Kekeruhan (NTU)	WQC Horiba U-10
3 Konduktifitas (mS/cm)	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
4 Padatan terlarut (mg/l)	Gravimetri
5 Kecerahan (m)	Secchi disk
Kimia	
1 pH	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
2 Oksigen terlarut (mg/l)	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
3 P-PO ₄ (mg/l)	Spektrofotometer/metode ammonium molybdate
4 TP (mg/l)	Spektrofotometer/metode ammonium molybdate
5 N-NO ₂ (mg/l)	Spektrofotometer/metode sulfanilamite
6 N-NO ₃ (mg/l)	Spektrofotometer/metode bruchine
7 N-NH ₄ (mg/l)	Spektrofotometer/metode phenate
8 TN (mg/l)	Spektrofotometer/metode brucine
9 TOM (mg/l) dan Sulfida (mg/l)	Titrimetri
Biologi	
1 Produktifitas primer (mgC/m ³ /jam)	Botol gelap, botol terang
2 Klorofil a (mg/cm ³)	Spektrofotometer/metode spektrofotometri
3 Plankton (ind/l)	Plankton net No.25, mikroskop/metode sapuan
4 Kondisi Perikanan	Suvei lapangan
5 Identifikasi bakteri patogen pada ikan budidaya	Seleksi ikan, isolasi bakteri, karakterisasi bakteri patogen pada ikan

Tabel 2. Posisi dan dekripsi stasiun pengambilan contoh di D. Maninjau pada pengambilan sample bulan Mei, September dan Desember 2005.

Stasiun Penelitian	Posisi	Keterangan
DM4 Strata (m):permukaan (0), 2, Sechi, 8, 10, 20, 40, 100, dasar perairan	S: 0° 18' 28.8" E: 100° 11' 35.0"	Pertengahan basin utara Danau Maninjau
DM7 Strata (m):permukaan (0), 2, Sechi, 8, 10, 20, 40, 100, dasar perairan.	S: 0° 22' 33.0" E: 100° 11' 35.1"	Tengah-tengah basin selatan Danau Maninjau

DM Bayur Strata (m):permukaan (0), 2, Sechi, 8, 10, dasar perairan	S: 0° 16' 34.8" E: 100° 12' 50.0"	Tempat banyak terdapat karamba jaring apung
DM Intake Strata (m):permukaan (0), 2, Sechi, 8, 10, dasar perairan	S: 0° 17' 30.4" E: 100° 09' 05.0"	Di depan lubang pengambilan air untuk penggerak turbin PLTA
Jorong muara pisang Bapak Darlius (Lokasi ikan mati I)	S: 0° 17' 54.6" E: 100° 13' 26.4"	Tempat dimana terdapat ikan yang mati akibat virus herpes
Jorong di Desa Sungai Tampang, Sigiran (Lokasi ikan mati II)	S: 0° 18' 18.4" E: 100° 09' 51.0"	Tempat dimana terdapat ikan yang mati akibat virus herpes
Maça Air Tiga Raso Dusun Muko-muko Desa Koto Malintang	S: 0° 18' 09.65" E: 100° 07' 37.55"	
Pemandian air ir hangat		Sumber mata air panas

Tabel 3. Titik pengambilan sampel zooplankton di D. Maninjau, Bulan Mei, September dan Desember 2005.

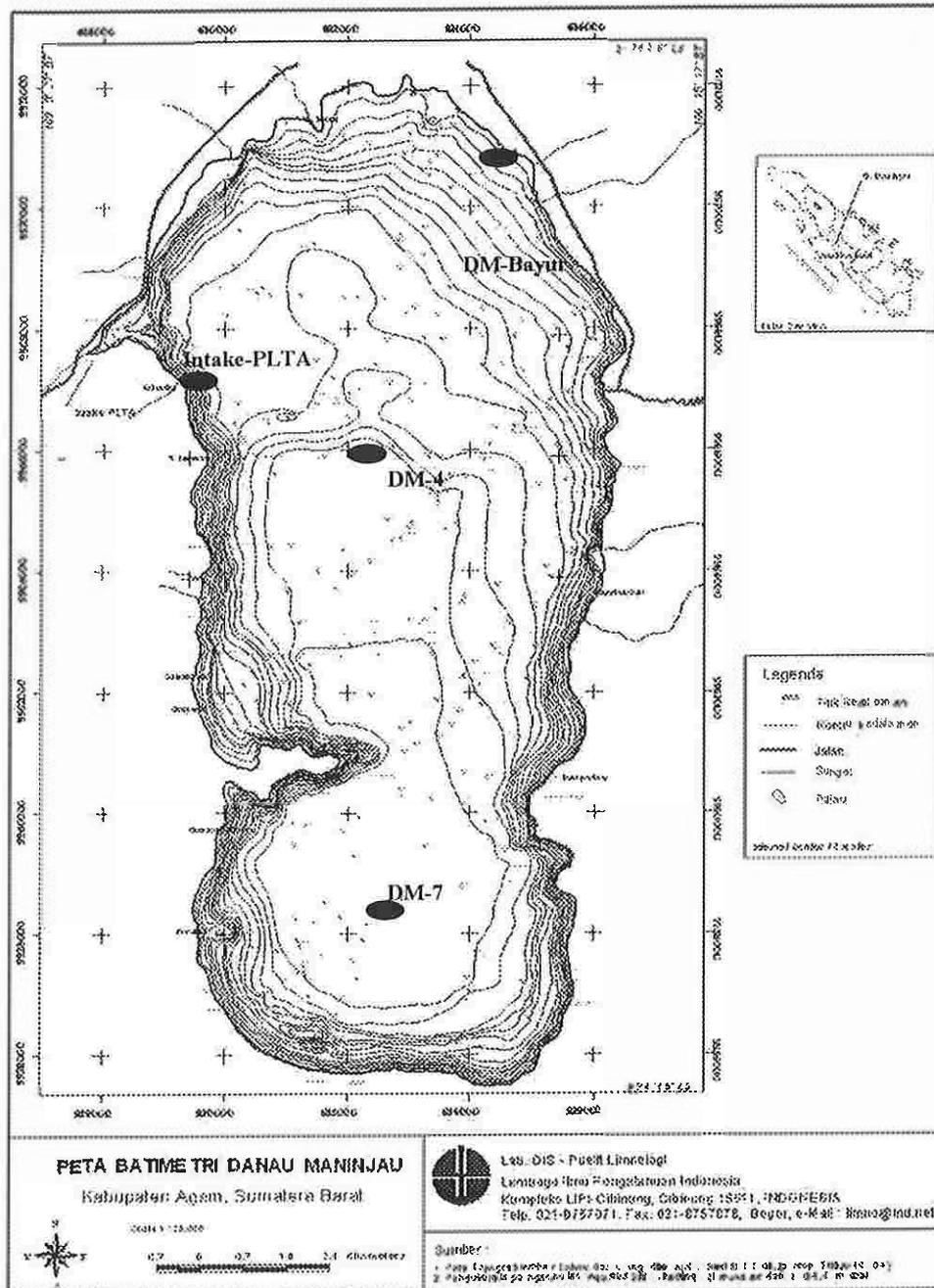
No.	Waktu	Stasiun	Kedalaman Tarikan (m)
1.	Mei	Intake	0-10
		DM4	0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-60; 60-80.
		DM7	0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-60; 60-80.
		Bayur	0-10; 10-20.
2.	September	Intake	0-10
		DM4	0-20; 20-40; 40-60.
		DM7	0-10; 10-20; 20-40; 40-60
		Bayur	0-10
3.	Desember	Intake	0-20
		DM4	0-20; 20-40; 40-60.
		DM7	0-20; 20-40; 40-60.
		Bayur	0-20

Kajian bakteri yang berpotensi sebagai bakteri patogen pada ikan budidaya juga dilakukan pada beberapa lokasi budidaya ikan pada keramba jaring apung (KJA) di Danau Maninjau. Kajian ini dilakukan pada bulan Mei dan September 2005. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil air (air danau dan air budidaya KJA) secara aseptik dengan menggunakan botol steril sebanyak ± 100 ml, dan juga pada ikan sakit yang ditemukan di keramba jaring apung. Sampel dipreparasi dilapangan dengan memasukannya dalam kotak es (*cooling box*) dan analisa bakteri dilakukan langsung dilapangan dengan menginokulasikan sampel yang berasal air danau, sedimen, air KJA dan ikan sakit pada media differensial TSA (Trypton Soy Agar) dengan menggunakan teknik cawan tebar dan cawan gores. Inkubasi dilakukan diselama 24 – 48 jam pada suhu ruang, Penghitungan koloni bakteri dilakukan dengan menghitung jumlah unit koloni yang terbentuk pada tingkat pengenceran tertentu. Penghitungan bakteri berdasarkan (Cappuccino dan Sherman, 1983):

$$X = (1000 / \text{jumlah volume yang diinokulasi}) \times \text{Jumlah unit koloni yang terbentuk} \times \text{tingkat pengenceran sampel}$$

$$X = \text{Jumlah bakteri (upk/ml sampel)}$$

Pengambilan sampel dilakukan pada 6 stasiun pada bulan Mei dan 8 stasiun sampling pada bulan Agustus 2005. Analisa bakteri dilakukan di Lab. Mikrobiota Puslit Limnologi LIPI dan Identifikasi sampel bakteri patogen dilakukan di Balai Penelitian Penyakit Hewan (Balitvet), Bogor.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel kualitas air di D. Maninjau Tahun 2005.

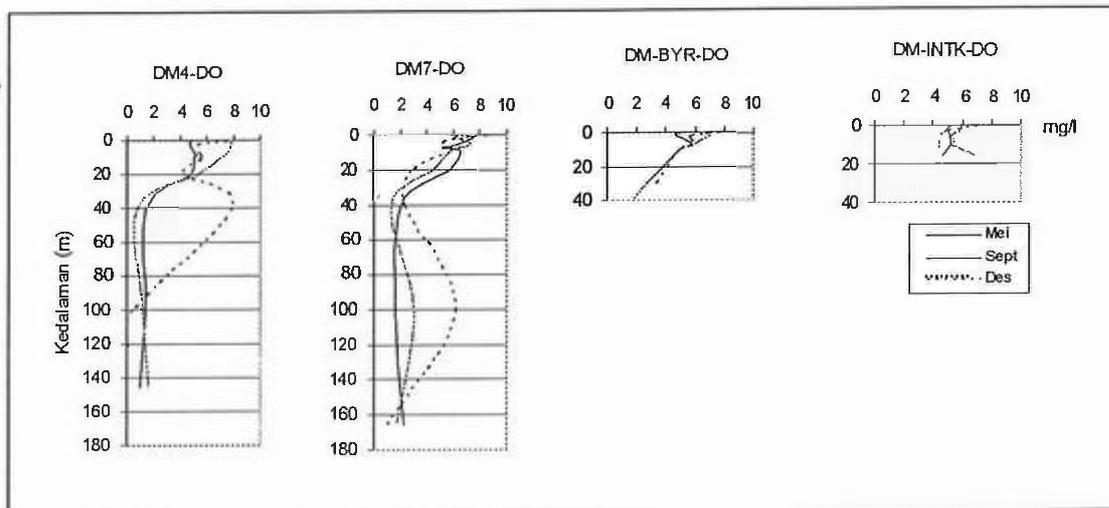
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisika-Kimia

Pengambilan sampel dilakukan pada 6 stasiun pada bulan Mei dan 8 stasiun sampling pada bulan Agustus 2005. Analisa bakteri dilakukan di Lab. Mikrobiota Puslit Limnologi LIPI dan Identifikasi sampel bakteri patogen dilakukan di Balai Penelitian Penyakit Hewan (Balitvet), Bogor.

Oksigen Terlarut (DO)

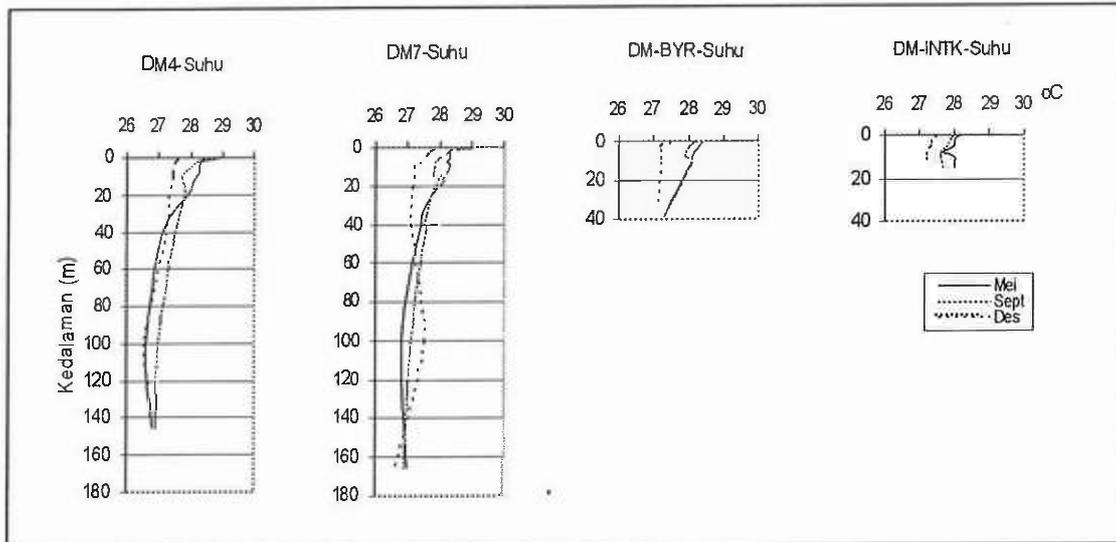
Kandungan oksigen terlarut D. Maninjau pada tahun 2005 hasil pengukuran Bulan Mei, September dan Desember 2005 menunjukkan adanya penurunan dari permukaan air sampai ke dasar. Hasil pengukuran pada permukaan berkisar antara 4,84 – 5,24 mg/l pada Bulan Mei 2005; 5,9–7,84 mg/l pada Bulan September dan 7 – 8,46 mg/l pada Bulan Desember 2005. Pada dasar perairan kandungan oksigen terlarut berkisar antara 1,02 – 2,25 mg/l pada bulan Mei 2005; 1,65 – 1,92 mg/l pada Bulan September 2005 dan 0,11 – 0,91 mg/l pada Bulan Desember 2005. Penurunan yang tajam mulai terjadi pada kedalaman 20 – 40 m. Kondisi oksigen terlarut ini hampir serupa dengan kondisi yang sama hasil pengukuran tahun 2002 (Meutia, dkk. 2002). Distribusi vertikal oksigen terlarut pada setiap lokasi pengambilan sampel seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi vertikal oksigen terlarut pada setiap lokasi pengambilan sampel Tahun 2005.

Suhu

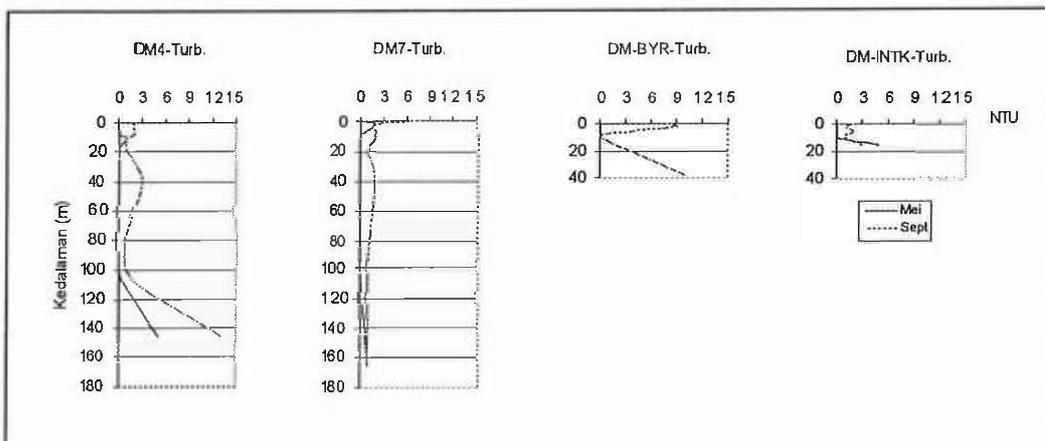
Nilai suhu air D. Maninjau pada tahun 2005 hasil pengukuran Bulan Mei, September dan Desember 2005 menunjukkan kisaran yang hampir sama pada setiap lokasi pengambilan sampel. Pada permukaan suhu berkisar antara 28,2 – 29,1 °C pada bulan Mei ; 28 – 29,4 °C pada Bulan September dan 27,5 – 28,3 °C. Penurunan suhu permukaan terjadi seiring dengan masuknya musim penghujan dimana intensitas cahaya matahari berkurang. Stratifikasi suhu dari permukaan sampai dasar tidak terlalu tinggi terjadi pada Bulan Mei dan September, sedangkan pada Bulan Desember stratifikasi suhu yang terjadi sangat rendah. Kecuali di lokasi DM-7 (tengah danau). Lapisan termoklin ditemukan pada kedalaman 10 – 15 m. Lapisan termoklin yang terjadi pada tahun 2005 ini juga menunjukkan pola yang sama pada tahun 2001 dan 2002, dimana lapisan termoklin terjadi pada kedalaman 5 m sampai 18 m dan 20 m pada tahun 2001 dan 2002, dimana lapisan termoklin terjadi pada kedalaman 5 m sampai 18 m dan 20 m pada tahun 2001 dan 15 m pada April 2002. (Meutia, dkk. 2002). pada hampir sama dengan adanya penurunan dari permukaan air sampai ke dasar. Distribusi vertikal suhu pada setiap lokasi pengambilan sampel seperti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi vetikal suhu pada setiap lokasi pengambilan sampel pada Tahun 2005.

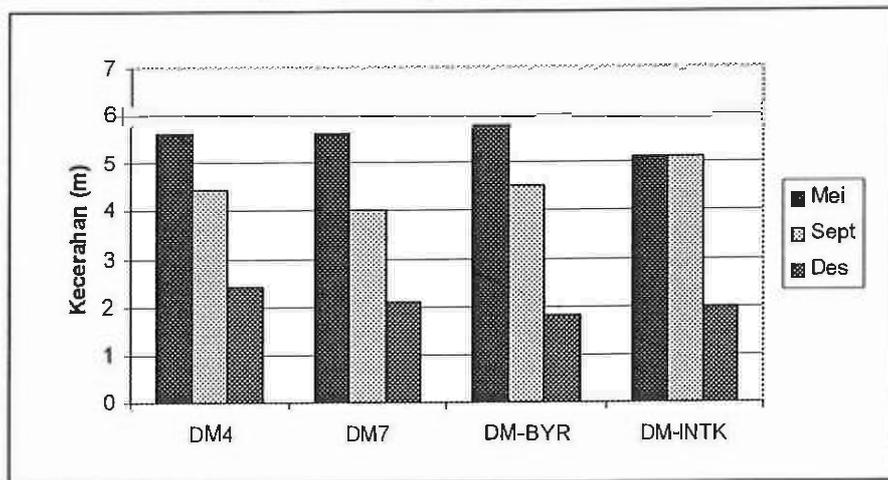
Kekeruhan (Turbiditas) dan Kecerahan Sechi

Nilai kekeruhan (Turbiditas) di D. Maninjau hasil pengukuran Tahun 2005 menunjukkan nilai yang beragam di setiap lokasi pengambilan sampel. Pada Bulan September nilai kekeruhan meningkat di semua lokasi pengambilan sampel. Sedangkan kekeruhan tertinggi dijumpai pada lokasi keramba jaring apung di wilayah Bayur (DM-BYR) dengan nilai 8 – 9 NTU pada permukaan sampai kedalaman 4,5 (kedalaman sechi). Hal ini diduga disebabkan oleh suspensi yang terjadi akibat aktifitas kegiatan pemeliharaan ikan di KJA, yaitu berupa sisa makanan ikan dan kotoran ikan. Sementara pola distribusi vertikal (Gambar 4) terlihat bahwa kekeruhan tertinggi terjadi di daerah permukaan sampai kedalaman 5 m dan selanjutnya menurun, lalu kemudian nilai kekeruhan meningkat pada dasar perairan. Kecuali pada lokasi DM7 (tengah danau) bagian terdalam Danau Maninjau nilai kekeruhan tidan menunjukkan kenaikan yang berarti.



Gambar 4. Distribusi vertikal kekeruhan di Danau Maninjau pada Tahun 2005.

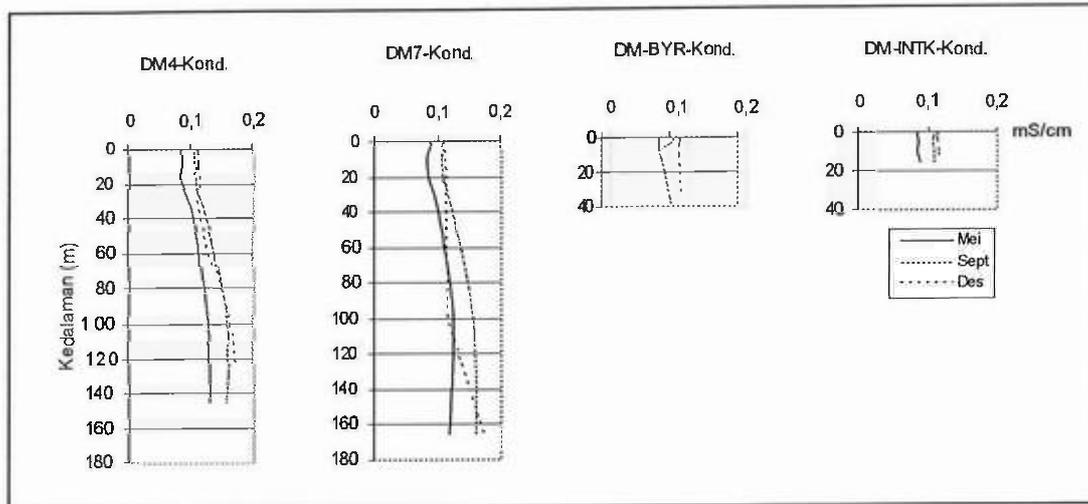
Kecerahan Sechi D. Maninjau pada tahun 2005 pada Bulan Mei berkisar antara 5,1 – 5,8 m dan menurun pada Bulan September dan Desember dengan kisaran masing-masing 4 – 5,1m dan 1,8–2,4 (Gambar 4a). Menurunnya nilai kecerahan Sechi pada Bulan September dan Desember disebabkan karena meningkatnya nilai kekeruhan akibat masuknya padatan tersuspensi atau materi padat lainnya yang terbawa oleh hujan. Kelimpahan plankton pada permukaan air juga dapat berpengaruh terhadap nilai kecerahan. Nilai kecerahan pada Tahun 2005 cenderung meningkat bila dibandingkan dengan nilai kecerahan pada Tahun 2002 yaitu berkisar antara 2,02–2,28 m (Meutia, dkk. 2002)



Gambar 4a. Nilai kecerahan Sechi di Danau Maninjau Tahun 2005

Konduktivitas

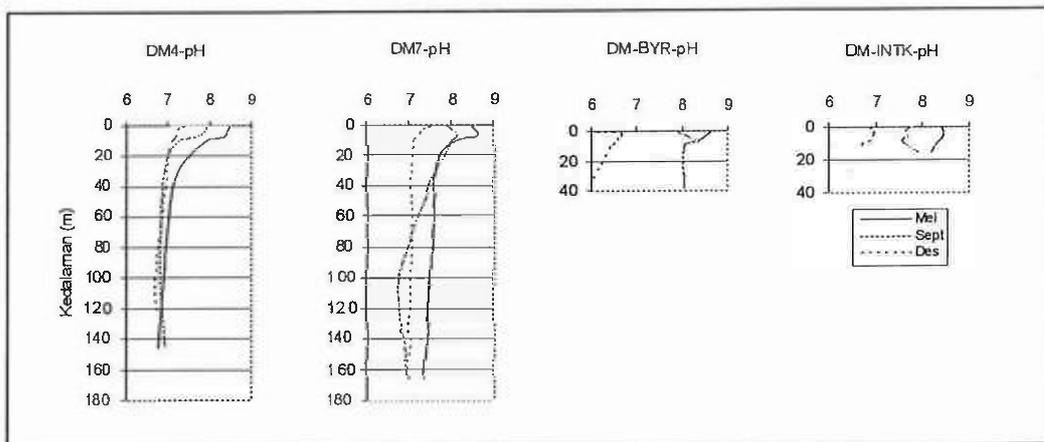
Nilai konduktivitas di D. Maninjau hasil pengukuran Tahun 2005 menunjukkan nilai yang sama baik pada bagian permukaan maupun kedalaman sechi dan pada dasar perairan. Distribusi vertikal yang terbentuk juga menunjukkan pola yang serupa pada setiap lokasi pengambilan sampel, yaitu mengalami peningkatan ke arah dasar perairan. Sementara dari tiga kali pengukuran nilai konduktivitas terlihat mengalami peningkatan dari bulan Mei sampai Desember 2005 (Gambar 5). Konduktivitas merupakan ukuran terhadap kandungan ion-ion yang berada di suatu badan air dan merupakan suatu pendekatan pendugaan kekayaan faktor kimianya. Peningkatan nilai konduktivitas ini erat kaitannya dengan masuknya partikel dan mineral yang terbawa air hujan menuju ke perairan D. Maninjau. Meningkatnya nilai konduktivitas ke arah dasar perairan lebih disebabkan karena proses mineralisasi dan berbagai proses kimiawi yang terjadi di dasar perairan, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan ion-ion tertentu.



Gambar 5. Distribusi vertikal Konduktivitas D. Maninjau pada Tahun 2005

Kadar keasaman (pH)

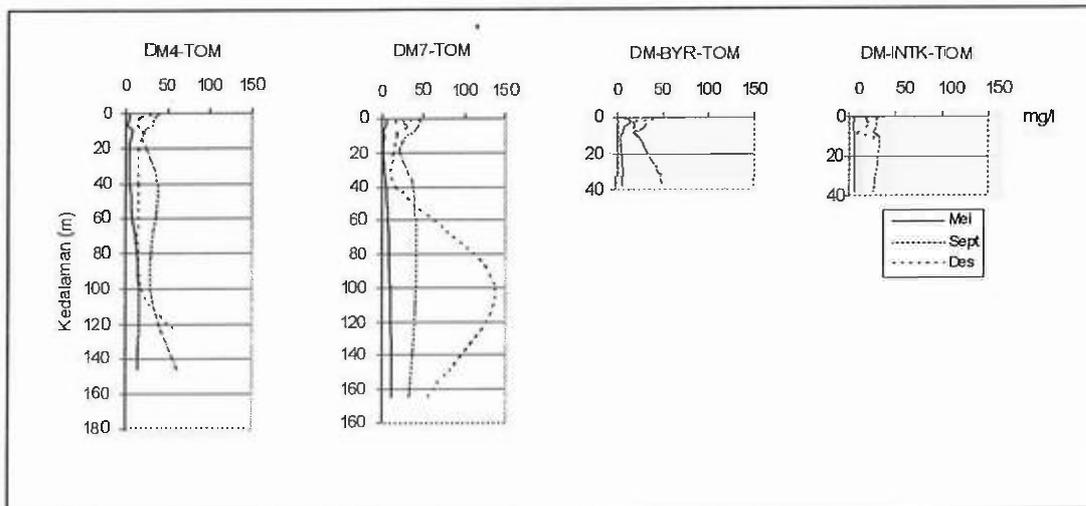
Kadar keasaman hasil tiga kali pengukuran menunjukkan adanya penurunan nilai menjelang masuknya musim penghujan (Gambar 6). Pada Bulan Mei 2005 nilai pH lebih bersifat alkali dengan nilai berkisar antara 8,43-8,62 pada bagian permukaan dan terus mengalami penurunan sampai pada kisaran 5,58 – 7,71 pada Desember 2005. Pola penurunan yang terjadi ini juga hampir sama dengan pola penurunan pada tahun 2002. Distribusi pH vertikal yang terjadi menunjukkan penurunan nilai dari permukaan menuju kedasar perairan. Penurunan ini diduga disebabkan berbagai proses kimia dan proses perombakan yang melepaskan senyawa yang bersifat asam sehingga menyebabkan penurunan nilai pH. Yang perlu diperhatikan dari hasil pengukuran pH ini adalah lokasi DM-BYR yang merupakan lokasi kegiatan KJA dimana nilai pH pada bulan Desember di permukaan sangat rendah dan sudah berada di luar range untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan budidaya. Nilai pH optimum untuk kegiatan perikanan adalah berkisar antara 6,5 – 8,0 (Swann, 1997)



Gambar 6. Distribusi vertikal pH D. Maninjau pada tahun 2005

Bahan organik total (TOM)

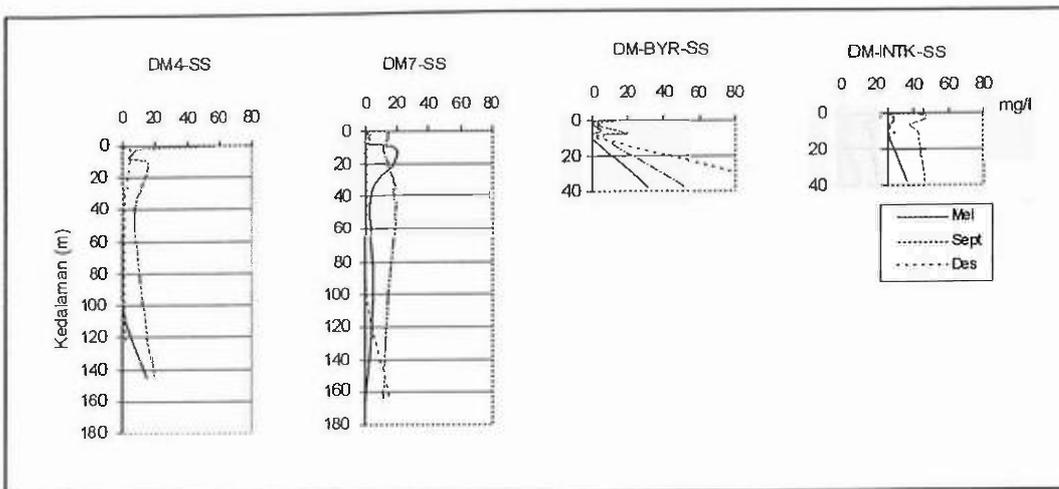
Kandungan bahan organik total (TOM) di D. Maninjau pada Tahun 2005 dari tiga kali pengukuran menunjukkan pola yang bervariasi dengan pola meningkat pada Bulan September kemudian menurun pada Bulan Desember 2005. Nilai distribusi vertikal (Gambar 7) kandungan TOM juga menunjukkan pola yang bervariasi dimana pada permukaan kandungan TOM relatif lebih tinggi kemudian menurun kecuali pada DM7 yang mengalami peningkatan pada kedalaman 100 m. Tingginya bahan organik pada permukaan menunjukkan adanya masukan beban pencemar organik. Di D. Maninjau sumber bahan organik terbesar yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari aktifitas pertanian, dan kegiatan perikanan keramba jaring apung. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menurunkan kualitas perairan akibat proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri pengurai, kandungan oksigen terlarut akan mengalami penurunan dan hasil pembusukan bahan organik akan menghasilkan senyawa kimia lain yang bersifat toksik seperti, amonia, nitrit dan asam sulfida.



Gambar 7. Distribusi vertikal bahan organik total di D. Maninjau Tahun 2005

Padatan Terlarut (SS)

Konsentrasi padatan terlarut (SS) di D. Maninjau tertinggi diperoleh pada pengukuran Bulan September 2005 (Gambar 8). Nilai SS bervariasi dengan kecenderungan nilai yang tinggi pada bagian permukaan sampai kedalaman 15 m kemudian mengalami penurunan sampai ke dasar perairan. Nilai SS merupakan cerminan kadar partikel tersuspensi yang terdapat dalam perairan dan dapat berupa suspensi organik, dan jasad renik. Nilai SS tertinggi dijumpai pada lokasi DM-BYR, baik pada Bulan Mei, September maupun Desember. Aktivitas kegiatan keramba jaring apung dan sentra pemukiman penduduk tertinggi di D. Maninjau dapat menjadi penyebab tingginya nilai SS.

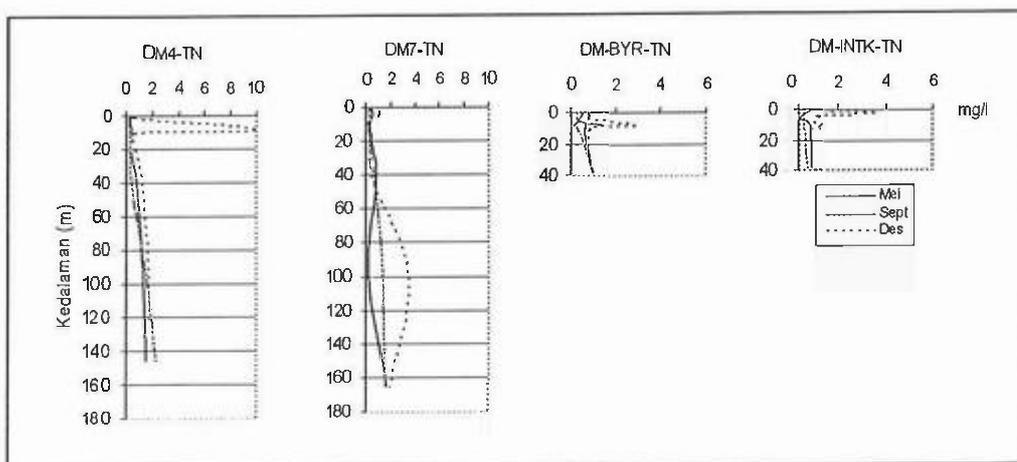


Gambar 8. Distribusi vertikal padatan terlarut (SS) di Danau Maninjau Tahun 2005

Total Nitrogen (TN) dan Total Phospor (TP)

Konsentrasi total nitrogen rata-rata D. Maninjau berkisar antara 0,550 – 0,742 pada Bulan Mei; 0,252 – 0,709 pada Bulan September dan 0,905 – 2,092mg/l pada Bulan Desember 2005. Kisaran nilai tersebut hampir sama bila dibandingkan dengan pengukuran Tahun 2002 dengan kisaran TN 0,593 – 1,111 mg/l, kecuali pengukuran Bulan Desember 2005 yang nilainya lebih tinggi (Meutia, dkk. 2002). Dari distribusi vertikal peningkatan nilai TN terjadi pada kedalaman 2 – 10 m pada Bulan Desember yaitu pada lokasi DM4 dan DM-BYR (Gambar, 9). Diduga beban masukan organik berupa pakan dan kotoran ikan yang dipelihara pada jaring dengan kedalaman rata-rata 2 - 3 m menjadi penyebab tingginya konsentrasi nitrogen total.

Konsentrasi total fosfor D. Maninjau berkisar antara 0,017 – 0,063 mg/l pada Bulan Mei dan 0,011 – 0,073 mg/l pada Bulan September dan 0,054 – 0,161 mg/l pada Bulan Desember 2005. Distribusi vertikal dari nilai TP yang terbentuk menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai dari permukaan ke dasar perairan (Gambar 10). Peningkatan yang tinggi terdeteksi pada lokasi DM-BYR dan DM-INTK.



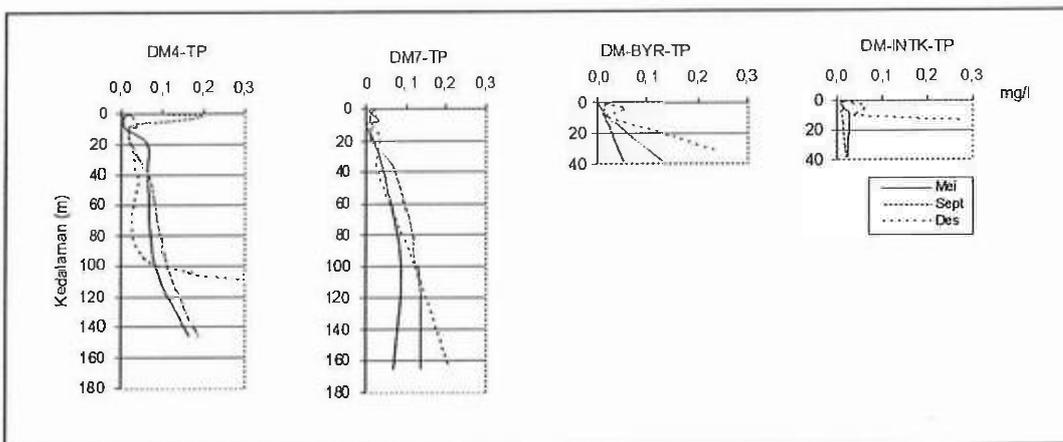
Gambar 9. Distribusi vertikal Total Nitrogen (TN) di Danau Maninjau Tahun 2005

Berdasarkan perhitungan ratio TN:TP yang dilakukan diketahui bahwa ratio TN:TP D. Maninjau Bulan Mei adalah 16,94, Bulan September 10,28 dan Desember

15,02. Dengan demikian faktor pembatas pertumbuhan alga di D. Maninjau adalah dari unsur Phospor ($TN:TP > 12$). Ratio $TN:TP$ tersebut masih hampir sama dengan penghitungan tahun sebelumnya yaitu pada Mei 2001, April 2002 dan Juli 2002, dimana ratio $TN:TP > 12$ (Meutia,dkk. 2002, Sulung,dkk. 2002). Pada Bulan September 2005, ratio $TN:TP < 12$ menunjukkan bahwa unsur Nitrogen merupakan faktor pembatas pada pertumbuhan alga saat itu. Hal tersebut diduga erat kaitannya dengan beban masukan dari pakan pada kegiatan KJA yang masuk ke D. Maninjau merupakan masa puncak mengingat banyak pembudidaya ikan mengejar produksi budidaya ikan menjelang hari raya.

Status trofik D. Maninjau

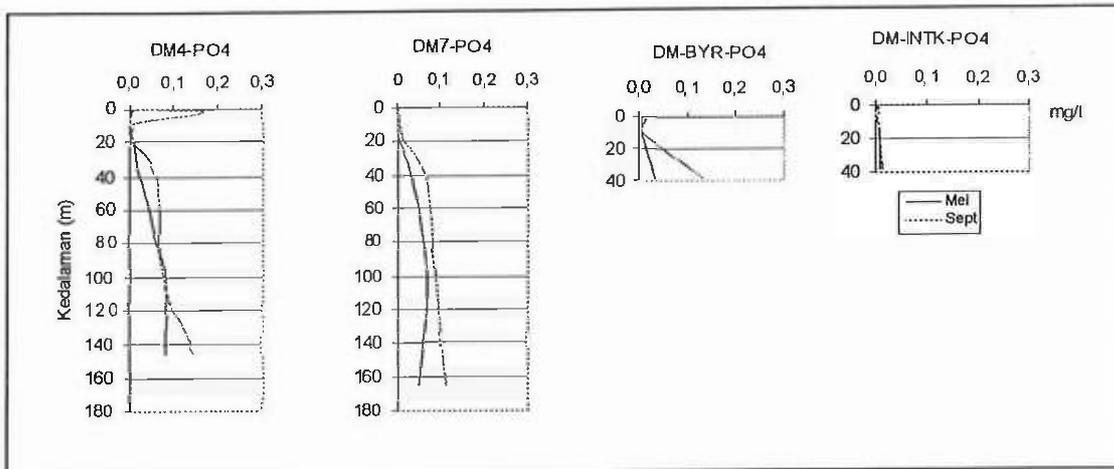
Dari nilai total nitrogen dan phospor dapat diketahui status trofik suatu perairan D. Maninjau. Ryding dan Rast, (1989) menggolongkan perairan eutrofik dicirikan dengan kandungan total nitrogen berkisar antara 0,393 – 6,1 mg/l dan kandungan total phospor berkisar antara 0,016 – 0,386 mg/l. Dari kriteria tersebut di atas menunjukkan bahwa D. Maninjau masih dalam katagori perairan yang eutrofik. Namun demikian penggolongan tersebut masih sangat kasar. Untuk mengetahui status trofik D. Maninjau telah dilakukan penghitungan index trofik (TSI) berdasarkan perhitungan Carlson (1997) yang diperoleh melalui scoring nilai dari unsur total phospor, klorofil-a dan kedalaman Sechi. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai TSI berkisar antara 41,88 -51,25. Nilai tersebut menunjukkan bahwa status trofik D. Maninjau adalah mesotrofik (40 – 50) sampai dengan eutrofik ringan (50– 60).



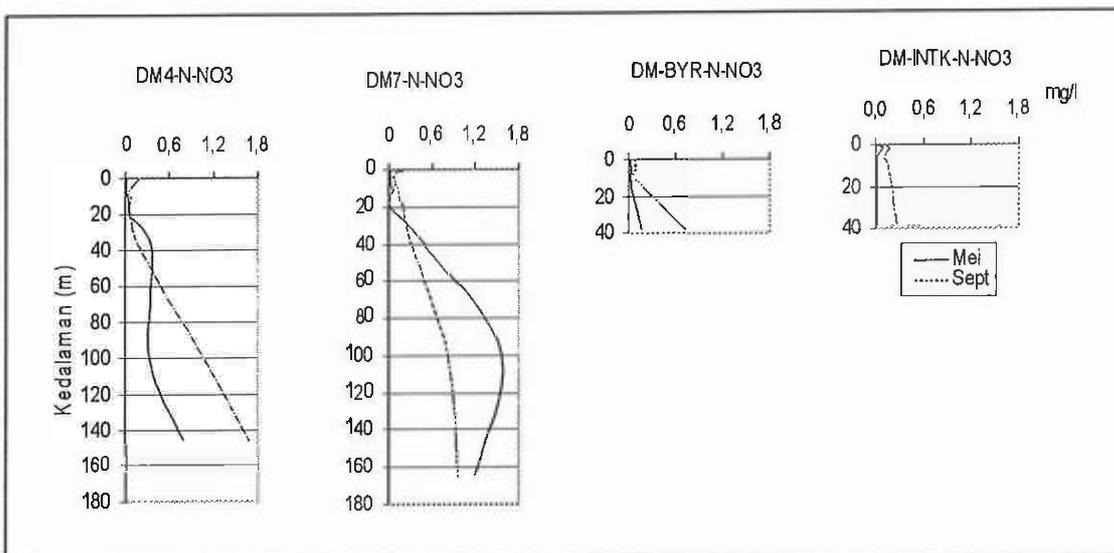
Gambar 10. Distribusi vertikal Total Phospor (TP) di D. Maninjau Tahun 2005

Ortophosphat ($P-PO_4$) dan Nitrat ($N-NO_3$)

Nilai ortophosphat dan nitrat D. Maninjau pada Tahun 2005 menunjukkan pola yang meningkat dari permukaan sampai ke dasar perairan. Hasil pengukuran yang telah dilaporkan menunjukkan kenaikan nilai dari hasil pengukuran Bulan Mei meningkat pada Bulan September 2005. Masuknya musim penghujan dan aktivitas KJA yang tinggi pada Bulan September (menjelang hari raya) diduga erat kaitannya dengan bertambahnya unsur nitrogen dan phosphor yang masuk ke perairan danau. Disamping itu proses mineralisasi dan dekomposisi di dasar perairan akan melepaskan senyawa phosphor dan nitrogen ke kolom perairan.



Gambar 11. Distribusi vertikal Ortophospat (PO_4) di Danau Maninjau Tahun 2005



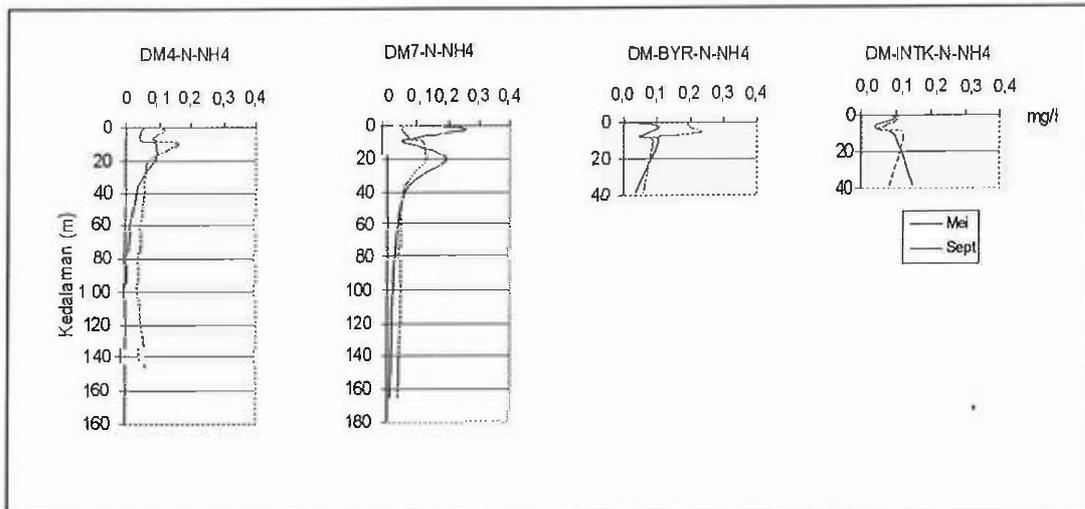
Gambar 11 a Distribusi vertikal Nitrat ($N-NO_3$) di D. Maninjau Tahun 2005

Amonium ($N-NH_4$) dan Nitrit ($N-NO_2$)

Kandungan amonium D. Maninjau berfluktuasi pada permukaan sampai kedalaman 20 m, kemudian cenderung mengalami penurunan sampai ke dasar perairan. Fluktuasi amonium yang terjadi pada permukaan air ini diduga akibat proses dekomposisi organik yang terjadi di permukaan, konsentrasi oksigen terlarut yang cukup pada bagian permukaan menyebabkan proses dekomposisi dapat berlangsung terus. Hasil pengukuran pada Bulan Mei dan September menunjukkan adanya peningkatan nilai amonium kecuali pada lokasi DM7, hasil pengukuran amonium pada Bulan Mei pada permukaan sampai kedalaman 40 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari pengukuran Bulan September 2005 (Gambar 12).

Amonium bersifat toksik bagi hewan air khususnya ikan, walaupun daya racunnya lebih rendah dari amoniak (NH_3), namun untuk nilai tertentu dapat

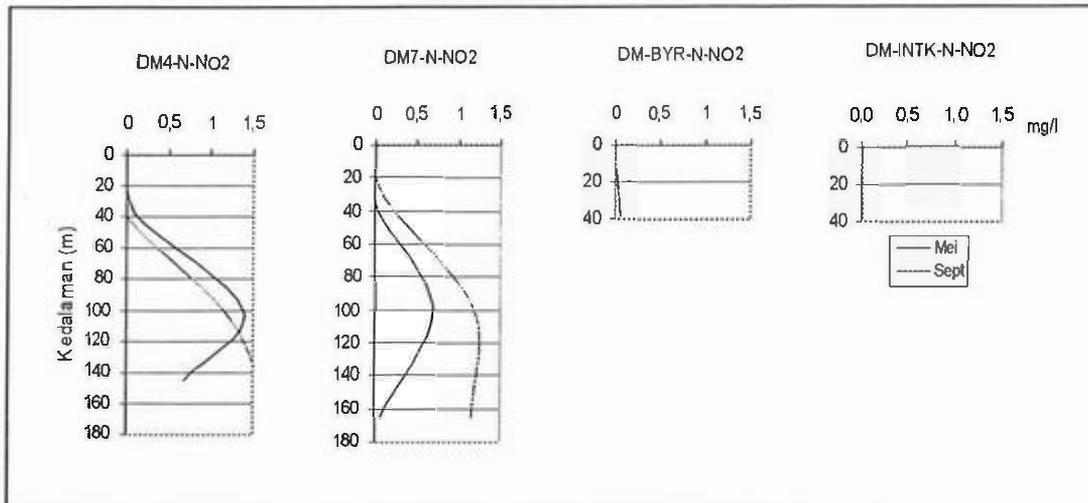
menyebabkan kematian dan daya racunnya semakin tinggi dengan meningkatnya pH air dan suhu. Dari hasil pengukuran amonium, menunjukkan kisaran nilai yang masih aman untuk kehidupan hewan air.



Gambar 12. Distribusi vertikal amonium (N-NH₄) di D. Maninjau Tahun 2005

Nitrit merupakan senyawa toksik bagi hewan air. Dari hasil pengukuran nitrit di Danau Maninjau pada permukaan sampai kedalaman 20 m nilai nitrit masih aman untuk kehidupan hewan air termasuk ikan. Tapi pada kedalaman 40 sampai ke dasar perairan nilai nitrit cukup tinggi dan sudah tergolong berbahaya bagi kehidupan ikan. Nilai nitrit yang aman untuk ikan adalah 0,1 ppm (Swann, 1997). Tingginya nilai nitrit pada kedalaman 40 m sampai dasar dapat terjadi karena proses dekomposisi pada kondisi anaerobik (tanpa oksigen atau oksigen rendah) yang dapat menghasilkan senyawa beracun. Bila terjadi proses pembalikan masa air, maka kondisi kualitas air yang rendah akan naik ke permukaan sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas air permukaan secara mendadak yang dapat mengakibatkan kematian ikan, terutama ikan-ikan yang dipelihara pada keramba jaring apung.

Dari pengukuran yang dilakukan nilai nitrit juga mengalami kenaikan sering dengan masuknya musim penghujan (Gambar 13), bertambahnya bahan organik, padatan terlarut baik akibat dari masuknya air hujan yang membawa material padat dari darat maupun aktivitas manusia lainnya dapat meningkatkan nilai nitrit terutama bila proses perombakan yang terjadi dalam keadaan oksigen rendah atau tanpa oksigen (anaerobik).



Gambar 13. Distribusi vertikal nitrit ($N-NO_2$) di D. Maninjau Tahun 2005

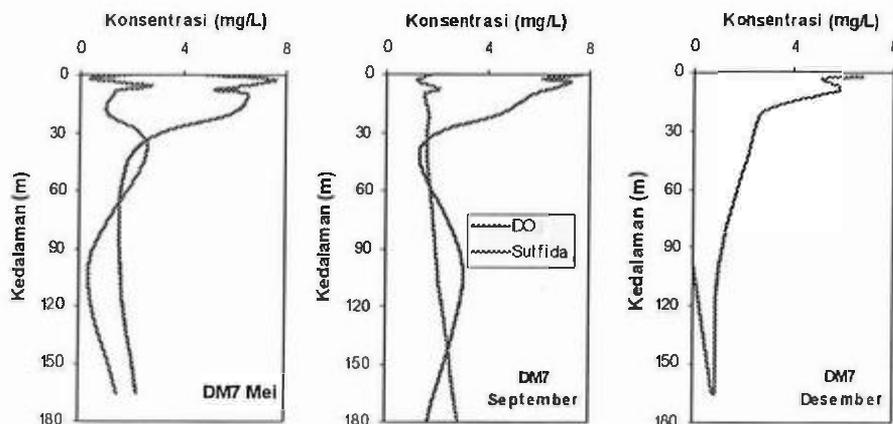
Biogeokimia sulfur di Danau Maninjau

D. Maninjau merupakan danau kaldera yang terbentuk dari aktivitas vulkanotektonik puluhan ribu tahun lalu (Van Bemmelen, 1933). Secara geokimia danau ini dipengaruhi oleh tipe geokimia aktivitas vulkanik terdahulu. Tipe danau kaldera yang menerima masukan dari aktivitas vulkanik yang masih aktif dapat dibagi dua yaitu tipe "acid sulfate" dan "carbonaceous". Kemungkinan besar D. Maninjau ini berasal dari aktivitas vulkanik yang kaya akan mineral sulfur seperti tipe danau kaldera "acid sulfate" yang masih aktif. Hal ini mungkin dapat didukung dari laporan oleh penduduk setempat dengan adanya fenomena *tubo bebarang* yang terjadi di danau ini akibat proses "upwelling-downwelling", dimana pembalikan massa air dasar yang anaerobik ke permukaan yang menyebabkan endapan sulfur dan senyawa sulfur berupa hidrogen sulfida (gas yang toksik) ke air permukaan sehingga menyebabkan kondisi danau menjadi anaerobik dan berbau busuk. Fenomena *tubo bebarang* juga diikuti oleh kematian massal ikan danau yang menimbulkan kerugian bagi penduduk setempat.

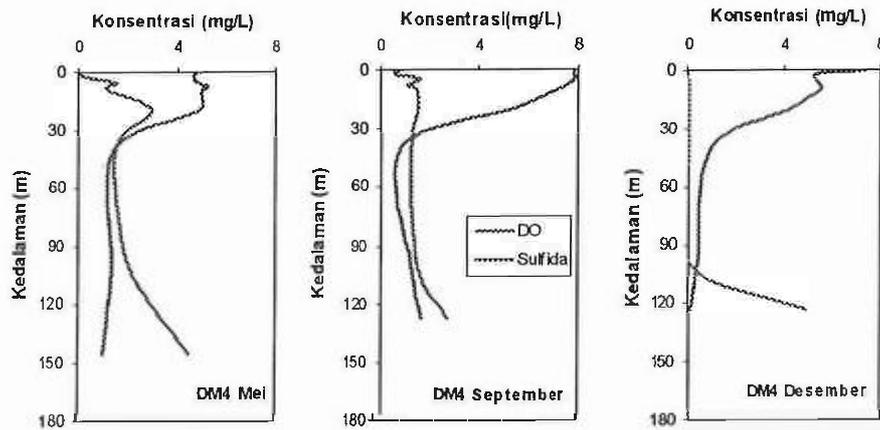
Perlunya pemahaman terhadap proses biogeokimia senyawa sulfur di D. Maninjau adalah lebih kepada adanya laporan penduduk setempat mengenai fenomena alam *tubo bebarang* yang sering terjadi di D. Maninjau yang diikuti dengan terjadinya kematian ikan secara massal di dalam danau dikarenakan naiknya sulfur dalam dasar danau. Tanda-tanda *tubo bebarang* itu sendiri diawali dengan munculnya angin darat yang kencang dalam beberapa hari, diikuti bau sulfur yang menyengat ke hidung dan kadang kala hujan disertai angin yang terjadi terus menerus. Secara sains gejala-gejala fenomena alam ini belum sepenuhnya dipelajari. Oleh karena itu tujuan utama penelitian ini adalah untuk mempelajari proses terjadinya fenomena *tubo bebarang* dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Seperti mempelajari apakah fenomena ini terjadi sepenuhnya dipengaruhi oleh faktor alam saja atau ada juga faktor campur tangan manusia seperti pemanfaatan danau yang berlebihan untuk budidaya ikan dengan jaring apung yang menambah masukan

bahan organik berlebihan ke dalam danau. Penelitian yang dilakukan saat ini masih sangat preliminari dalam melihat dinamika biogeokimia sulfur di D. Maninjau. Tujuan penelitian saat ini baru sebatas melihat spesies kimia dari senyawa sulfur pada kondisi yang berbeda dan kemungkinan pengaruh biotik seperti oksigen terlarut dan kandungan organiknya terhadap transformasi spesies sulfur di D. Maninjau.

Spesies dari senyawa kimia sulfur yang baru diamati pada penelitian saat ini adalah kandungan total sulfida. Total sulfida yang dianalisa pada sampel dari lokasi Bayur dan Intake berkisar antara 3,98 mg/l (air permukaan) – 5,3 mg/L (air dasar). Nilai ini merupakan hasil analisa total sulfida yang meliputi kandungan sulfida terlarut dan tidak terlarut. Walaupun demikian nilai ini diduga cukup tinggi dari yang kandungan yang sebenarnya. Analisa dilakukan dengan metode iodometri dengan cara mentitrasi, dimana kandungan suspended solid di air bisa menimbulkan “interference” analisa, sehingga bisa menyebabkan nilai menjadi tinggi karena kelebihan titrasi (APHA, 1995). Sepertinya metode yang digunakan tidak cukup akurat untuk mendeteksi kandungan total sulfide terlarut dibawah 1 mg/L. Oleh karena itu sangat sulit untuk menginterpretasikan hasil diperoleh untuk menentukan berapa besar kandungan total sulfida yang terlarut, berikut spesies sulfidanya, padahal spesies senyawa sulfur yang penting dari siklus sulfur adalah senyawa H_2S dan HS^- . Kandungan total sulfida terlarut seharusnya sangat kecil dan bisa jadi tidak terdeteksi bila dilihat dari kandungan DO di sampel air lokasi tersebut, karena sulfida akan cepat teroksidasi dengan mikroba atau oksigen (Stumm and Morgan, 1996; Hines, 2000; Wetzel, 2001). Sedangkan untuk sampel air dari lokasi DM4 dan DM7 kandungan total sulfida juga tidak melihat adanya hubungan dengan kandungan DO, tetapi data untuk bulan Desember terlihat cukup akurat dimana terlihat adanya hubungan antara kandungan total sulfida dan kandungan DOnya (Gambar 14 dan 15).



Gambar 14. Profil DO (oxycline) dan total sulfida untuk lokasi DM7 tahun 2005



Gambar 15. Profil DO (oxycline) dan total sulfida untuk lokasi DM4 tahun 2005

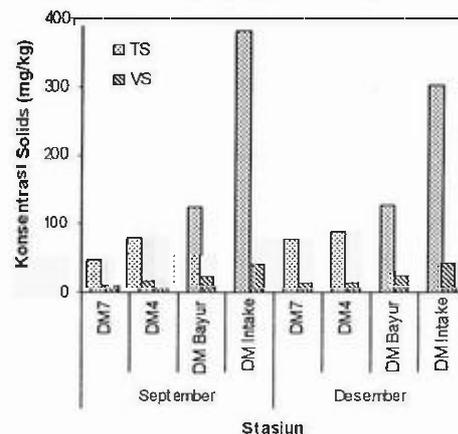
Kandungan sulfida terlihat pada kedalaman 100 m atau lebih dimana kandungan DO < 1 mg/L. Di danau yang eutrofikasi kandungan hidrogen sulfida baru terdeteksi pada daerah hypolimnion yang berkondisi anoksik. Sulfida merupakan produk dari reaksi reduksi sulfat oleh bakteri sulfat reducing-bacteria (SRB) atau bakteri pereduksi sulfat pada kondisi anaerobik dengan nilai ORP < -100 mV. Sulfida akan cepat teroksidasi oleh bakteri atau oksigen pada daerah metalimnion yang oksik (Wetzel, 2001; Hines dkk, 2000). Kandungan H_2S di perairan tidak tercemar $< 2\mu\text{g/L}$ dengan kandungan oksigen terlarut > 5 mg/L (Weiner, 2000).

Nilai pH terlihat ada penurunan dari bulan Mei sampai Desember 2005 (Table 3). Rendahnya pH pada bulan Desember terutama di lokasi Bayur bisa disebabkan oleh degradasi akumulasi kandungan organik di bagian dasar danau yang menghasilkan asam lemak "fatty acids" yang cukup tinggi. Bayur merupakan lokasi dimana terdapat budidaya ikan dengan jaring apung yang cukup banyak. Kemungkinan sisa pakan dan feces ikan sudah cukup terakumulasi di daerah ini. Terlihat juga dari data alkalinitas pada sampel air dasar Bayur yang sangat rendah, yaitu hanya mencapai 13 mg/L. Sedangkan lokasi lain seperti Intake, DM4, dan DM7 pada air dasar, alkalinitasnya mencapai 56 – 85 mg/L. Asam lemak hasil degradasi bakteri fermentasi bisa teroksidasi lebih lanjut menjadi karbonat oleh bakteri yang juga mereduksi sulfat menjadi sulfida di bagian dasar danau yang cukup anoksik. Reaksi reduksi sulfat dan oksidasi kandungan organik seperti asam lemak dapat meningkatkan alkalinitas suatu perairan (Stumm and Morgan, 1996). Daerah hypolimnion yang anoksik terdapat hanya pada lokasi DM4 dan DM7 dimana kemungkinan reduksi sulfat dan oksidasi kandungan asam lemak terjadi. Hal ini dapat didukung dari nilai alkalinitas yang cukup tinggi di dua lokasi tersebut. Kandungan asam lemak yang terdapat di DM4 dan DM7 bisa berasal dari daerah Bayur atau daerah lain yang banyak terdapat jaring apung untuk budidaya ikan. Berdasarkan pH air danau senyawa sulfida terlarut terutama pada daerah hypolimnion danau untuk lokasi DM4 dan DM7 dimana kandungan total sulfidanya cukup tinggi, H_2S merupakan spesies yang dominan pada bulan September dan Desember, dan HS^- merupakan spesies yang dominan pada bulan Mei.

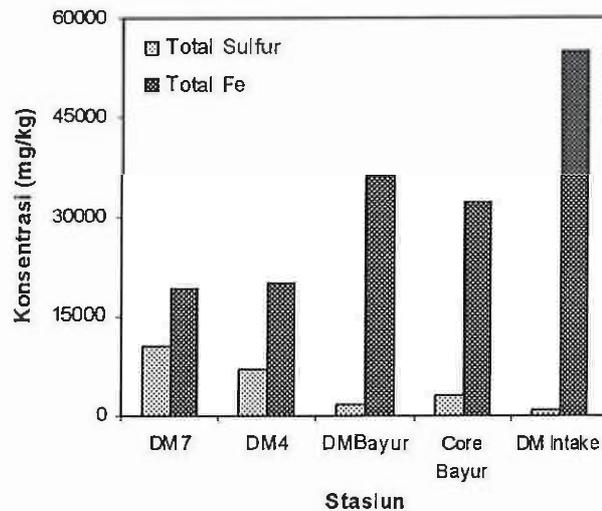
Kandungan Solids (padatan), Total Sulfur dan Besi (Fe) di Sedimen.

Kandungan solids atau padatan di sedimen D. Maninjau sebagian besar terdiri dari bagian padatan yang inorganik berdasarkan kandungan total solids (TS) dan volatile solids (VS) nya. Hanya 10 sampai dengan 19% bagian dari padatan yang organik (Gambar 16). Tingginya kandungan TS/VS pada sedimen Intake dikarenakan aliran air keluar dan pintu air dari turbin PLTA berada pada lokasi ini. Kemungkinan besar endapan terbawa arus dari daerah Bayur menuju Intake. Sedangkan lokasi DM4 dan DM7 merupakan daerah terdalam dimana kemungkinan besar menerima padatan berupa aliran endapan dari arus yang tidak cukup kuat dari daerah lain termasuk Bayur dan padatan berupa suspended solids yang mengendap ke dasar danau. Kandungan VS di sedimen yang merupakan padatan organik sangat kait eratannya dengan reduksi sulfat menjadi sulfida oleh bakteri pereduksi sulfat, karena untuk mereduksi sulfat bakteri ini juga memerlukan kandungan organik sederhana sebagai elektron donor atau sumber energi untuk pertumbuhannya. Reaksi reduksi sulfat harus selalu diikuti oleh oksidasi organik karbon sederhana atau sumber elektron donor lainnya seperti hidrogen yang bisa juga digunakan bakteri pereduksi sulfat (Widdel, 1988; Hines dkk, 2000; Hansen, 1994).

Kandungan total sulfur dan total Fe di sedimen danau cukup tinggi di beberapa lokasi (Gambar 17). Kandungan total sulfur tertinggi terdapat pada sedimen DM7 dan DM4. Sumber total sulfur yang terakumulasi di sedimen bisa dalam bentuk organik sulfur (seston) dan endapan metal sulfida. Sebagian besar sulfur yang tersimpan di sedimen D. Maninjau ini bisa dalam bentuk endapan sulfida seperti besi sulfida (FeS). Hal ini dapat didukung dari kandungan total besi yang terdapat pada sedimen danau yang sangat melimpah. Hal ini dapat juga terlihat secara visual pada sedimen DM4 dan DM7 yang kaya akan total sulfur berwarna kehitaman dan berbau sulfur yang menyengat. Konversi besioksida dengan sulfida umumnya menyebabkan perubahan warna pada endapan padatan dari warna kemerahan atau kecoklatan menjadi kehitaman atau keabuan (Drever, 1997). Seperti telah disebutkan di atas bahwa transformasi S sangat erat kaitannya dengan siklus karbon, dimana reaksi reduksi sulfat selalu diikuti oleh reaksi oksidasi kandungan organik karbon. Dilihat dari korelasi kandungan total sulfur dan volatile solidnya, terdapat hubungan linear yang negatif di antara keduanya dengan $R^2 = -0.95$. Seharusnya dengan meningkatnya kandungan organik, kandungan sulfidanya juga meningkat. Namun perlu diketahui



Gambar 16. Kandungan solids (padatan) pada sedimen D. Maninjau tahun 2005



Gambar 17. Kandungan total sulfur dan besi Fe pada sedimen Danau Maninjau tahun 2005

bahwa kandungan VS merupakan campuran senyawa organik baik yang kompleks maupun sederhana. Sedangkan reduksi sulfat oleh SRB hanya menggunakan organik sederhana (Hansen, 1994). Akan tetap ada kaitannya kandungan VS dan kandungan total sulfur atau sulfida di system perairan karena kandungan VS merupakan sumber organik karbon sederhana baik bagi reduksi maupun oksidasi sulfur oleh bakteri. Karena kandungan organik cukup melimpah pada danau eutrofik, kondisi redoks dan sulfat lah yang menjadi penentu kecepatan dari produksi hidrogen sulfida di perairan.

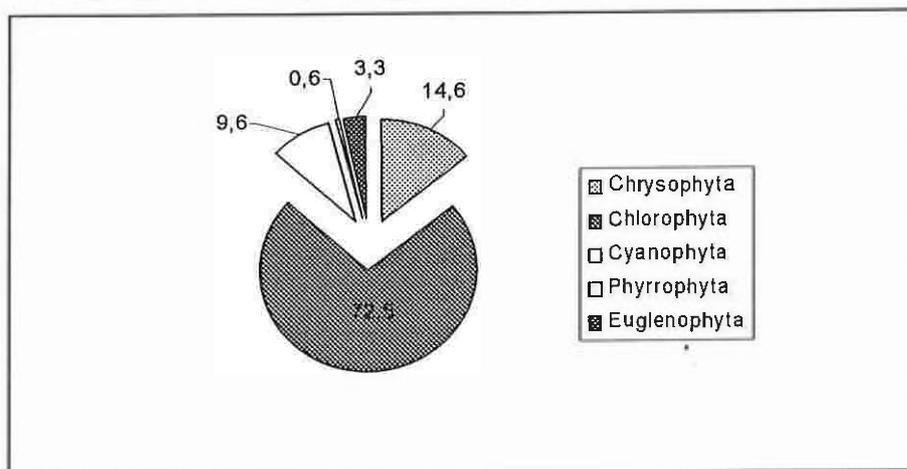
Sedangkan untuk senyawa besi pada sedimen danau dapat berupa endapan hidrosida, fosfat, sulfida atau karbonat, dikarenakan sangat tingginya kandungan besi di sedimen. Endapan besi karbonat atau fosfat pada sedimen Bayur dan Intake dapat diindikasikan dari kecilnya kandungan fosfat di air danau dan cukup rendahnya alkalinitas di air dasar yang diukur berdasarkan kandungan karbonatnya. Dapat dikatakan sedimen DM4 dan DM7 sebagian besar terdiri dari endapan besi sulfida, sedangkan sedimen Bayur dan Intake bisa berupa besi karbonat dan sebagian kecil besi fosfat. Namun demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut seperti analisa tipe elemen atau mineral yang terdapat pada sedimen.

Komunitas Plankton

Komposisi dan kelimpahan fitoplankton

Pengamatan dan identifikasi fitoplankton yang dilakukan masih terbatas. Data dan informasi awal yang diperoleh dari serangkaian data yang diambil berasal dari data permukaan pada empat lokasi pengambilan sampel di bulan Mei 2005. Komunitas fitoplankton yang ditemukan pada bulan Mei 2005 didominasi oleh kelompok alga hijau (Chlorophyta) dengan prosentase sebesar 72,5% (Gambar. 18). Jenis fitoplankton yang dominan dari kelompok alga hijau adalah jenis *Cosmarium* sp. Sementara Jenis *Microcystis* sp. Dari kelompok alga biru hijau yang bersifat toksik pada permukaan jumlahnya sudah jauh berkurang. Keberadaanya

dipermukaan ditemukan di lokasi kegiatan jaring apung di daerah Bayur (DM-BYR) dan sekitar intake (DM-INTK) dengan kelimpahan masing-masing sebanyak 54 ind./l dan 72 ind./l. Jenis fitoplankton dari kelompok alga hijau biru (Cyanophyta) yang mendominasi saat ini adalah dari jenis *Oscillatoria* yang ditemukan di semua lokasi pengambilan sampel dengan kelimpahan berkisar antara 144 – 900 ind./l.



Gambar 18. Prosentase kelompok fitoplankton pada permukaan Bujan Mei 2005 di D. Maninjau

Kelimpahan total fitoplankton tertinggi ditemukan di lokasi sekitar intake PLTA (DM-INTK) yaitu sebesar 20,887 ind./l (Tabel 4). Tingginya kelimpahan fitoplankton di daerah sekitar intake PLTA ini juga terjadi pada hasil pengukuran pada Tahun 2002. Tingginya kelimpahan fitoplankton didaerah ini disebabkan karena intake PLTA merupakan lokasi keluarnya air danau Maninjau baik melalui saluran intake maupun melalui pintu saluran pengeluaran Batang Antokan. Arah arus menuju kelokasi ini menyebabkan fitoplankton terkonsentrasi di daerah sekitar keluarnya air.

Kelimpahan total fitoplankton pada bagian permukaan berkisar antara 2,028 - 20,887 ind./l. Total kelimpahan fitoplankton pada Tahun 2005 ini mengalami penurunan yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan data pada Tahun 2002 dengan kelimpahan berkisar antara 86.163 – 1.508.980 ind./l. Pola perubahan struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh konsentrasi nutrient dan intensitas cahaya matahari. Reynold (1993) dalam Sulastri,dkk (2001) menyatakan bahwa perubahan jenis-jenis fitoplankton dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, pasokan nutrient dan variasi pH. Dengan pengamatan yang kontinyu diharapkan perkembangan komunitas fitoplankton terutama yang bersifat toksik dapat diketahui sehingga dapat diketahui faktor lingkungan yang berpengaruh untuk kemudian dilakukan pengendalian terhadap faktor pemicu tersebut.

Tabel 4. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di permukaan D. Maninjau pada Bulan Mei 2005

Jenis Fitoplankton	DM 7	DM 4	DM -INTK	DM-BYR	Total rata-rata
Chrysophyta					
<i>Synedra ulna</i>	132	888	864	1275	
<i>Fragillaria</i>	6				
<i>Navicula</i>				18	
Jumlah	138	888	864	1275	
Prosentase	6.805	36.664	4.137	10.867	14,62
Chlorophyta					
<i>Cosmarium</i>	1.596	372	18.288	9036	
<i>Closterium</i>			8		
<i>Dityosphaerium</i>		23	21		
<i>Euastrum</i>	6	23	54		
<i>Krochneriella</i>		23	23		
<i>Oocystis</i>	18	45	15	36	
<i>Quadrigula</i>	66	142	594	90	
<i>Scenedesmus</i>	6			90	
<i>Staurastrum</i>	12	79	127	108	
<i>Rhizoclonium</i>		11	8	18	
<i>Tetraedron</i>	12	90	23		
<i>Tolypothrix</i>		11	8		
<i>ulothrix</i>					
Jumlah	1.716	819	19.169	9.378	
Prosentase	84.615	33.815	91.775	79.928	72.53
Cyanophyta				18	
<i>Anabaena</i>		11	8		
<i>Chroococcus</i>	6	11	18		
<i>Oscillatoria</i>	144	456	684	900	
<i>Microcystis</i>			54	72	
Jumlah	150	478	710	900	
Prosentase	7.396	19.736	3.399	7.671	9,55
Phyrrrophyta					
<i>Peridinium</i>	6	45	36	18	
Jumlah	6	45	36	18	
Prosentase	0,296	1,858	0,172	0,153	0,62
Euglenophyta					
<i>Trachelomonas</i>	24	237	144	180	
Jumlah	24	237	144	180	
Prosentase	1.183	9.785	0,689	1.534	3,29
Total individu/l	20.28	24.22	20.887	11.733	

Komposisi dan kelimpahan Zooplankton

Zooplankton mempunyai peranan penting di dalam jaring makanan di perairan, merupakan mata rantai antara produsen primer dengan tingkat trofik yang lebih tinggi (Aka *et al*, 2000). Dikebanyakan danau di daerah tropis kelimpahan maksimum zooplankton terjadi pada bulan Juli – Desember (Twombly, 1983), beberapa faktor yang mempengaruhi pola kelimpahan zooplankton di daerah tropis antara lain ketersediaan makanan, tekanan predasi dan kondisi hidrologi perairan. Aka, *et al* (2000) menyebutkan bahwa kekeruhan, pH dan suhu juga mempengaruhi komunitas zooplankton.

Hasil pengamatan yang dilakukan mendapatkan empat kelompok utama zooplankton yaitu *Copepoda*, *Cladocera*, *Rotifera* dan *Protozoa*. Komposisi jenis zooplankton dapat dilihat pada Tabel 5. Umumnya kelimpahan zooplankton tertinggi terjadi pada kedalaman 0–20 m, baik pada bulan Mei, September maupun Desember (Gambar 19). Bulan Mei kelimpahan tertinggi di DM4 dan DM7 terjadi pada kedalaman 10 – 20 m, sedangkan di Bayur pada kedalaman 0 – 10 m. Bulan September kelimpahan tertinggi terjadi pada kedalaman 0 – 10 m baik di DM4 maupun di DM7. Bulan Desember kelimpahan tertinggi di DM4 dan DM7 juga terjadi pada kedalaman 0 – 20 m, tetapi di DM7 kelimpahan naik kembali pada kedalaman 40 – 60 m.

Jika dilihat dari distribusi vertikal klorofil-a (Gambar 20) kandungannya tertinggi pada kolom air bagian atas sampai kedalaman 20 m untuk DM4 dan 10 m untuk DM7. Diduga tingginya kelimpahan zooplankton di kolom bagian atas ada hubungannya dengan keberadaan sumber makanannya (fitoplankton) yang digambarkan oleh tingginya kandungan klorofil-a di kolom atas dan zooplankton itu sendiri. Seperti yang disebutkan oleh Tundisi (1997) bahwa penyebab utama perbedaan distribusi vertikal adalah predasi dan kompetisi interspesifik.

Bulan Mei kelimpahan *Cladocera* dan *Rotifera* relatif tinggi dibanding *Copepoda*, tetapi pada bulan September dan Desember *Copepoda* dan *Cladocera* yang kelimpahannya tinggi (Gambar 21). Spesies yang kelimpahannya tinggi pada bulan Mei adalah *Diaphanosoma birgei* dan *Diaphanosoma brachyurum* (*Cladocera*) serta *Conochillus unicornis* (*rotifera*). Bulan September spesies yang kelimpahannya tinggi adalah *Thermocyclops* spp. (*copepoda*) dan *Diaphanosoma birgei* (*Cladocera*). Sedangkan bulan Desember adalah *Thermocyclops* spp. (*Copepoda*) dan *Diaphanosoma brachyurum* (*Cladocera*). *Diaphanosoma* kelimpahannya tinggi dan selalu ada pada setiap pengamatan, jenis ini merupakan jenis yang muncul ketika *Daphnia* tidak ada atau sedikit, seperti yang disebutkan oleh Korovchinsky dalam Dumont (1994) bahwa *Diaphanosoma* memang merupakan *Cladocera* pengganti ketika *Daphnia* kelimpahannya menurun untuk daerah tropis disamping *Cladocera* berukuran kecil yang lainnya. Dijelaskan pula bahwa turunnya kelimpahan *Daphnia* disebabkan ukurannya yang besar yang sangat disukai oleh predatornya (ikan). Turunnya kelimpahan rotifera pada bulan September dan Desember disebabkan oleh naiknya kelimpahan *Cladocera* dan *Copepoda* yang merupakan pesaing besar bagi *Rotifera*.

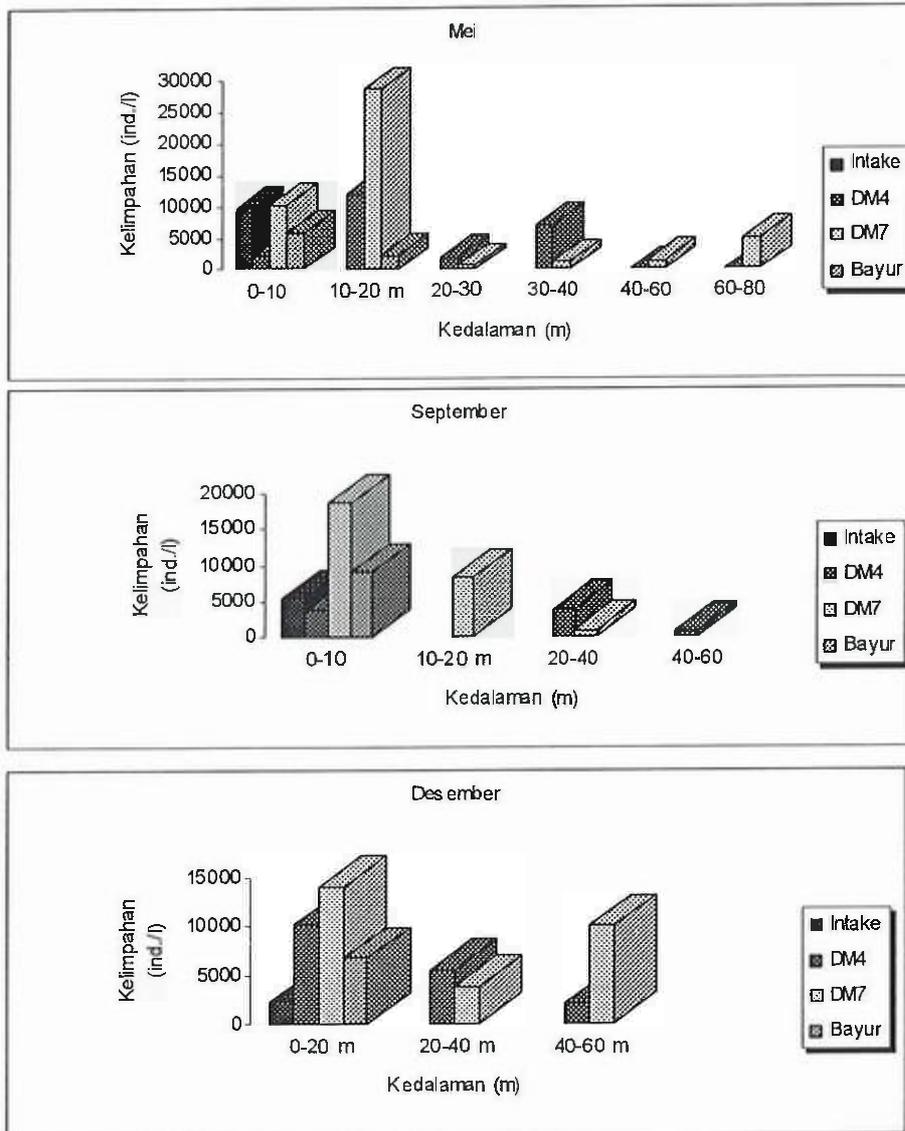
Tabel 5. Komposisi jenis zooplankton yang didapatkan di Danau Maninjau, Bulan Mei, September dan Desember 2005

Jenis		Mei	Sept	Des
Copepoda	<i>Microcyclops</i> sp	+	+	+
	<i>Thermocyclops</i> spp	+	+	+
	<i>Tropocyclops</i> sp	+	+	+
	Cyclopoida (copepodid stage)	+	+	+
	Nauplius stage	+	+	+
Cladocera	<i>Chydorus</i> sp	+	+	+
	<i>Diaphanosoma birgei</i>	+	+	+
	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+	+	+
	<i>Daphnia</i> Sp	-	+	-
	<i>Bosmina</i>	-	+	-
	Nauplius stage	+	+	+
	Rotifera	<i>Conochilus unicornis</i>	+	+
<i>Gastropus</i> sp	+	-	-	
<i>Gastropus styli fer</i>	-	+	+	
<i>Lecane liontina</i>	+	+	+	
<i>Lecane</i> spl	+	+	+	
<i>Keratella cochlearis</i>	+	+	+	
<i>Keratella scarsa</i>	+	+	+	
<i>Keratella irregularis</i>	+	+	+	
<i>Fillinia longiseta</i>	+	+	+	
<i>Asplanchna</i> sp	+	-	-	
Unidentified species 1	+	+	+	
Protozoa	<i>Vorticella</i>	+	+	+

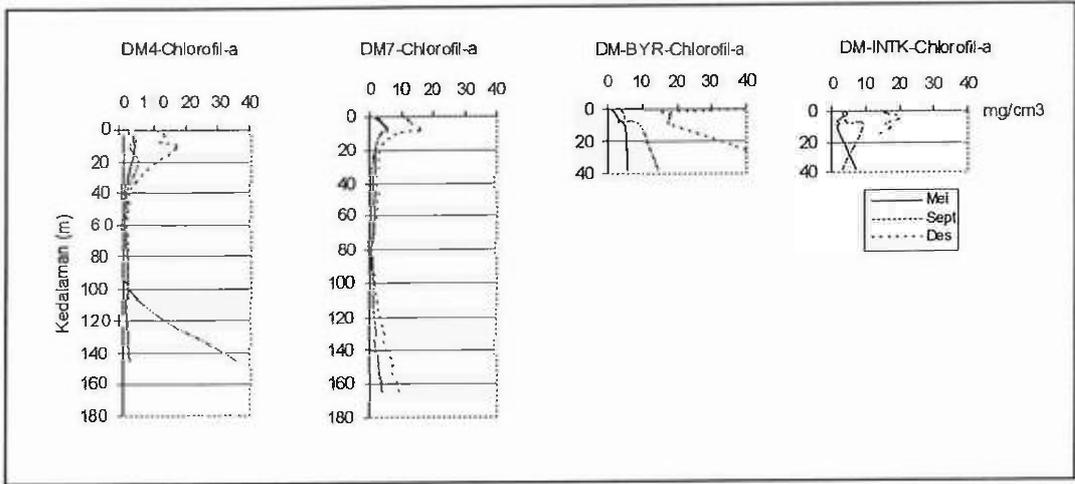
Keterangan :

+ = ada

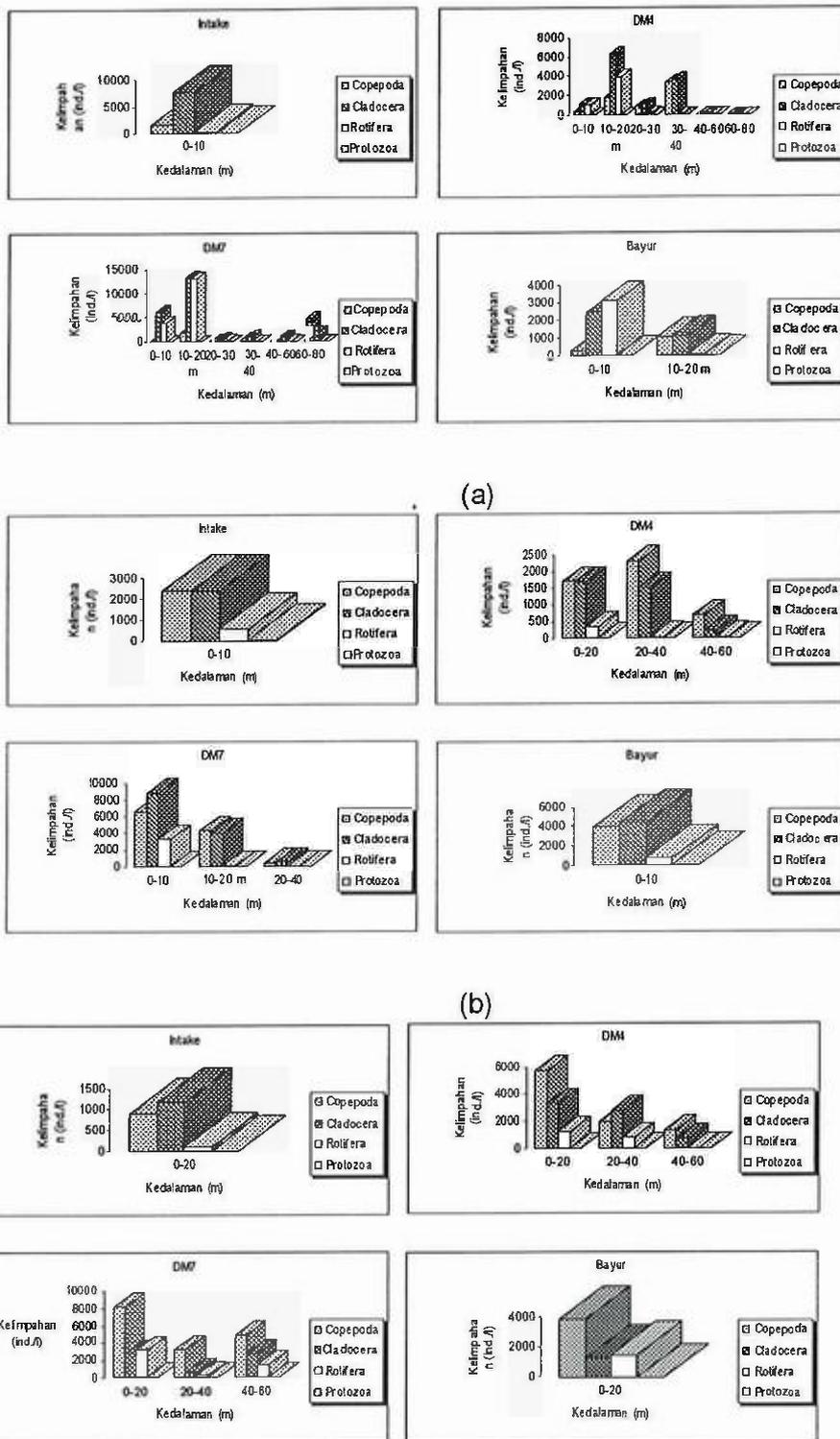
- = tidak ada



Gambar 19. Kelimpahan zooplakton pada strata kedalaman di D. Maninjau Bulan Mei, September dan Desember 2005



Gambar 20. Distribusi vertikal klorofil-a di D. Maninjau Tahun 2005



Gambar 21. Kelimpahan masing-masing pada strata kedalaman di D. Maninjau pada Bulan Mei (a), September (b) dan Desember (c)

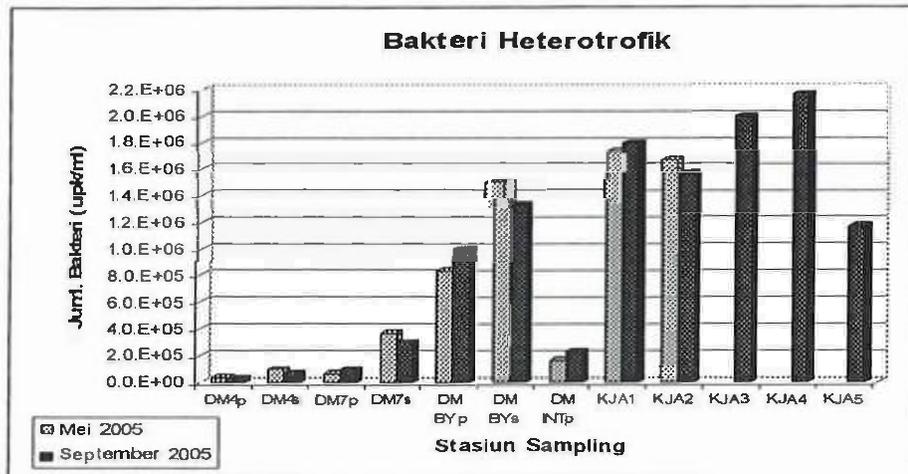
Pengamatan Bakteri

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya bakteri berpotensi penyebab penyakit pada ikan budidaya di D. Maninjau, mendapatkan data dan informasi jenis bakteri patogen yang terdapat pada ikan budidaya di D. Maninjau, serta upaya pencegahan terhadap serangan bakteri pathogen.

Analisa sampel air yang diambil dari D. Maninjau dan di lokasi keramba jaring apung (KJA) pada bulan Mei dan September 2005 umumnya ditemukan bakteri heterotrofik dengan bentuk koloni bulat dengan pigmen yang bervariasi (Tabel 6). Jumlah bakteri heterotrofik di badan danau (DM4, DM7, DM Intake dan DM Bayur) jumlah lebih sedikit yaitu $4 \times 10^4 - 1.5 \times 10^6$ upk/ml (Mei), dan $3,3 \times 10^4 - 1,3 \times 10^6$ upk/ml (September) dibanding yang ditemukan di karamba jaring apung (KJA) mencapai $1,67 \times 10^6 - 1,73 \times 10^6$ upk/ml (Mei) dan $1,16 \times 10^6 - 2,16 \times 10^6$ upk/ml (September), (Gambar 22).

Tabel 6. Morfologi koloni bakteri heterotrofik di D. Maninjau.

No	Stasiun	Bentuk koloni	Tepi koloni	Permukaan koloni	Diameter koloni	Warna kultur pada media agar
1	DM4 Permukaan Sedimen	Bulat Bulat	Rata Rata	Smooth Smooth	0.3-0.4 0.1	Kuning terang Kuning kecoklatan
2	DM7 Permukaan Sedimen	Bulat Bulat Bulat Bulat	Rata Rata Rata Rata	Smooth Rough Smooth Smooth	0.3 0.5 0.1 0.5-0.6	Kuning Kuning Orange Putih Susu
3	DM Bayur Permukaan Sedimen	Bulat Bulat	Rata Bergerigi	Smooth Smooth	0.3 0.5	Kuning Kuning
4	DM Intake	Bulat Bulat	Rata Rata	Smooth Smooth	0.3-0.4 0.1	Kuning terang Kuning kecoklatan
5	KJA 1 (KCD) Muara pisang (KJA Maninjau)	Bulat Tidak beraturan Bulat	Rata Rata Rata	Smooth Smooth Smooth	0.5 0.3 0.7-1	Orange Putih susu Putih keruh
6	KJA 2 S. Tampang, Sigiran	Bulat Tidak beraturan Bulat	Rata Rata Rata	Smooth Smooth Smooth	0.5 0.3 0.7-1	Orange Putih susu Putih keruh
7	KJA 3 Bayur	Bulat Bulat	Rata	Smooth Smooth	0.1 0.3	Kuning Putih susu
8	KJA 4 Mayang Taurai	Bulat	Rata	Smooth	0.5	Putih susu
9	KJA 5 Tanjung Alay	Bulat Tidak beraturan	Rata Rata	Smooth Smooth	0.2 0.2	Kuning terang Kuning kecoklatan



Gambar 22. Jumlah bakteri heterotrofik di Danau Maninjau pada Bulan Mei dan September 2005

Berdasarkan analisa jumlah bakteri heterotrofik, diperkirakan perairan D. Maninjau pada saat ini termasuk danau mesotrofik, dan beberapa lokasi mengarah keperairan eutrofik, seperti stasiun DM Bayur, dan lokasi kegiatan KJA. Namun beberapa lokasi juga menunjukkan tingkat trofik perairan oligotrofik, seperti stasiun DM4, DM7 dan DM Intake. Menurut Kusnezow (1970 dalam Rheiheimer, 1985) apabila jumlah bakteri heterotrofik di danau berkisar $0,05 \times 10^6$ s/d $0,1 \times 10^6$ sel/ml termasuk perairan oligotrofik dan $0,4 \times 10^6$ s/d $1,4 \times 10^6$ sel/ml termasuk perairan danau mesotrofik, termasuk perairan eutrofik bila mencapai $2,2 \times 10^6$ s/d 12×10^6 sel/ml. Analisa bakteri patogen yang diambil dari air, sedimen danau dan ikan sakit dari KJA menunjukkan adanya potensi yang cukup kuat bahwa serangan penyakit ikan yang ditimbulkan oleh bakteri dapat saja terjadi (Tabel 7). Hasil indentifikasi bakteri patogen ditemukan 5 jenis bakteri patogen yang diambil dari KJA dan tidak ditemukan bakteri patogen di badan air danau (Stasiun DM4, DM7 dan DM intake).

Tabel 7. Hasil indentifikasi bakteri patogen di D. Maninjau (Mei dan Sept 2005).

Sampel	Species Bakteri	Asal Sampel	Bahan yang digunakan
1	<i>Pseudomonas sp.</i>	KJA Bayur	Kulit, sisik, insang
2	<i>Pseudomonas flourencens</i>	KJA Mayang Taurai	Air
3	<i>Pseudomonas putida</i>	KJABayur	Kulit, sisik, insang
4	<i>Necromonas salmonicida</i>	KJA Bayur	Air
5	<i>Aeromonas sp.</i>	KJA Mayang Taurai	Daging ikan, insang, kulit
6	<i>Aeromonas salmonicida</i>	KJA Mayang Taurai	Air, insang, sisik
7	<i>Vibrio sp.</i>	KJA Tanjung Alay	Air
8	<i>Vibrio anguillarum</i>	KJA Maninjau, Muara Pisang	Air
9	<i>Pseudomonas sp.</i>	DM Bayur	Air
10	<i>Aeromonas sp.</i>	DM Bayur	Air
11	<i>Necromonas salmonicida</i>	KJA Mayang Taurai	Insang, Kulit

12	<i>Vibrio anguillarum</i>	KJA Tanjung Alay	Air
13	<i>Pseudomonas flourencens</i>	KJA S. Tampang, Sigirian	Air
14	<i>Aeromonas sp.</i>	KJA S. Tampang, Sigirian	Air
15	<i>Vibrio sp.</i>	KJA Mayang Taurai	Air

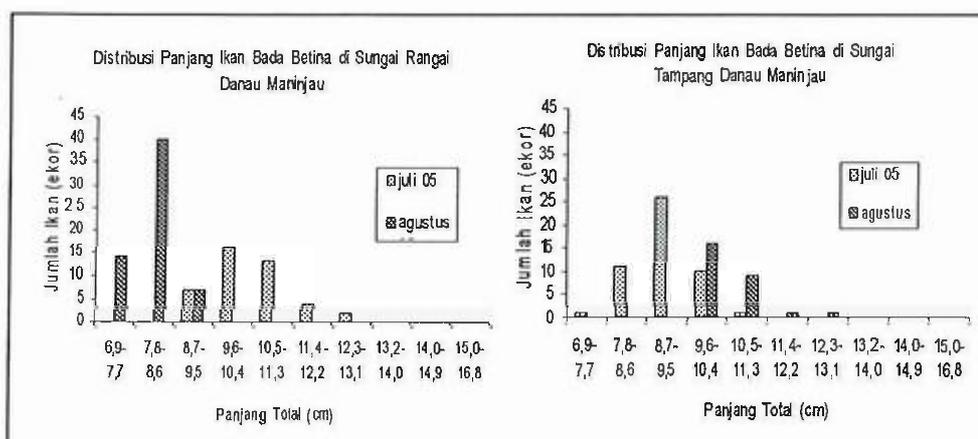
Berdasarkan hasil identifikasi bakteri menunjukkan, dari 5 lokasi karamba apung (KJA) yang diamati memberikan hasil positif bahwa bakteri yang teridentifikasi merupakan bakteri patogen pada ikan. Hasil uji biokimia terhadap spesies bakteri patogen menunjukkan semuanya termasuk bakteri gram negatif. Sedangkan pada badan air danau bakteri patogen pada ikan hanya ditemukan pada stasiun DM Bayur yaitu dari jenis (*Pseudomonas sp.* dan *Aeromonas sp.*). Jenis bakteri patogen yang ditemukan pada KJA di D. Maninjau (Tabel 7), menurut Frerichs (1984) bahwa *Aeromonas sp.*, *Vibrio sp.*, dan *Pseudomonas sp.* termasuk anggota dari kelompok besar mikroorganisme yang responsif dan dikenal sebagai jenis yang menyebabkan penyakit bakterial pada ikan.

Survei Perikanan D. Maninjau

Survei perikanan di D. Maninjau mencakup pengamatan kondisi fisika kima perairan habitat ikan. Habitat ikan yang diamati terfokus pada habitat ikan bada (*Rasbora argyrotaenia*). Pengamatan dilakukan secara langsung terhadap tiga tempat yang diketahui sebagai tempat penangkapan ikan bada. Ketiga tempat itu adalah Daerah Bayur, Sungai Tampang, dan Tanjung Sani.

Ikan bada banyak dijumpai pada daerah-daerah yang cukup dangkal di pinggiran danau dengan substrat pasir berkerikil dan daerah bebatuan. Diduga substrat yang berpasir sampai berbatu ini berkaitan dengan tipe telur ikan bada yang berminyak. Kandungan minyak pada telur ikan bada berfungsi sebagai perekat agar dapat menempel di dasar perairan ini dapat digunakan sebagai alat untuk menempelkan telur ikan bada ke dasar perairan. Hasil pengamatan awal ikan bada termasuk golongan ikan yang memijah secara bertahap (*spatial spawning*) ditandai dengan adanya tingkat kematangan gonad yang berbeda-beda pada setiap individunya.

Kajian aspek biologi dan ekologi ikan bada seperti distribusi ukuran, aspek reproduksi dan kondisi habitat akan terus dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam melakukan pengelolaan ikan bada selanjutnya. Distribusi ukuran panjang ikan bada sebagai informasi awal dari populasi menunjukkan adanya kelas ukuran yang beragam. Dari dua lokasi penangkapan ikan bada diperoleh sampel ikan dengan distribusi ukuran panjang yang berbeda (Gambar 23). Pada Bulan Juli 2005 di Sungai Rangai ikan bada didominasi pada ukuran panjang 9,6 – 10,4 cm sedangkan di Sungai Tampang ikan bada didominasi pada ukuran panjang 8,7 – 9,5 cm. Sedangkan pada Bulan Agustus 2005 di Sungai Rangai ikan bada didominasi pada ukuran panjang 7,8 – 8,6 cm dan di Sungai Tampang didominasi pada ukuran panjang 9,6 – 10,4. Belum terlihat pola pengelompokan umur yang jelas dari sebaran dua data tersebut. Untuk mengetahui pola pengelompokan umur yang jelas masih diperlukan data yang berkaitan dengan waktu secara periodik selama satu tahun pengamatan.



Gambar 23. Distribusi panjang ikan bada di D. Maninjau.

Hasil pengukuran kualitas perairan menunjukkan bahwa kondisi keasaman (pH) perairan yang diperlukan untuk hidup ikan bada tergolong basa yaitu berkisar dari 7,42 sampai 8,45. Temperatur perairan berkisar antara 28,8 - 29,2⁰C. Oksigen terlarut 6,64 - 8,48 mg/l. Konduktifitas 0,107 - 1,097 mS/cm. Secara khusus, dari hasil pengamatan di daerah Sungai Tampang, ikan bada banyak dijumpai di daerah sekitar rasau (rumpon dari pelepah kelapa). Sedangkan di daerah Lubuk Anyiak (kenagarian Bayur), ikan bada paling banyak diumpai di tempat yang dekat dengan pohon peneduh seperti pohon beringin serta disekitar aliran masuk yang berasal dari saluran-saluran kecil.

Hasil wawancara dengan beberapa nelayan penangkap ikan bada di daerah Sigiran diketahui hasil tangkapan rata-rata ikan bada perhari berkisar antara 0,5-1,5 kg berat segar, dengan pendapatan per hari bervariasi berkisar antara Rp. 15.000 - 30.000. Kontribusi perikanan tangkap D. Maninjau bagi mereka sangatlah besar untuk menunjang kehidupan ekonomi mereka. Untuk itu kelestarian sumberdaya perikanan yang ada di D. Maninjau perlu dikelola dengan seoptimal mungkin guna menjaga kelestariannya.

KESIMPULAN

Kondisi limnologis D. Maninjau pada Tahun 2005 mengalami perubahan berdasarkan beberapa parameter yang diukur dan dibandingkan dengan hasil-hasil pengukuran tahun sebelumnya. Perubahan-perubahan yang terjadi antara lain adalah: tingkat status trofik danau yang berubah dari eutrofik menjadi mesotrofik. Perubahan status trofik tersebut juga ditandai dengan menurunnya konsentrasi dari nilai-nilai parameter tertentu, seperti total nitrogen, total phospor, kelimpahan dan komposisi jenis fitoplankton, serta nilai kecerahan Sechi. Walaupun menunjukkan telah terjadinya perbaikan kualitas perairan, pola-pola distribusi vertikal yang terbentuk dari hasil pemantauan masih menunjukkan pola yang sama dengan hasil pemantauan sebelumnya (Tahun 2001 dan 2002). Beberapa parameter yang

- Reducing Bacteria, In: L. L. Barton (ed.), *Biotechnology Handbooks Sulfate-Reducing Bacteria*, Plenum Press, New York, 1-32.
- Dumont, Henri J. 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics. *Hydrobiologia*, 272: 27 –38.
- Drever, J. I., 1997, *The Geochemistry of Natural Waters Surface and Groundwater Environments*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 436p.
- Frerichs, N. G. 1984. *The Isolation and Identification of Fish Bacterial Pathogens*. 1st Ed. Institute of Agriculture, University of Stirling, Scotland. 47 p.
- 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.
- 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.
- Stumm, W. dan Morgan, J. J., 1996, *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*, John Wiley & Sons, New York, 1022p.
- Sulastri, 2001, *Permasalahan Danau Maninjau dan Pendekatan Penyelesaiannya*, Puslit Limnologi, LIPI, Tidak dipublikasikan.
- Tundisi, Takako Matsumura. 1997. Composition and vertical distribution of zooplankton in Lake Dom Helvecio. *In* : Tundisi, J.G., and Yatsuka Saijo (eds.) : *Limnological Studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil*. Pp : 265 –274.
- Twombly S. 1983. Seasonal and short term fluctuations in zooplankton abundance in tropical Lake Malawi. *Limnol. Eceanogr.*, 28: 1214– 1224.
- Whipple, G.C., Ward, H.B., 1963., *Freshwater Biology*, Book 1-2., 2nd edition, W.T Edmonson (ed.), USA
- Whitten, A.J., M. Mustafa and G.S. Henderson. 1987. *The Ecology of Sulawesi*. Gadjah Mada University Press. 777pp.
- Weiner, E. R., 2000, *Applications of Environmental Chemistry: A practical Guide for Environmental Professionals*, CRC Press LLC, Boca Raton, pp 276
- Wetzel, R. G., 2001, *Limnology: River and Lake Ecology*, academic Press, SanDiego, pp 1006.
- 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.

Lampiran 1. Hasil analisa kualitas air pada Bulan Mei 2005 di Danau Maninjau

Kode Sampel	N-NO2 mg/L	N-NO3 mg/L	N-NH4 mg/L	TN mg/L	PO4 mg/L	TP mg/L	SS mg/L	klorofil-a mg/L	TOM mg/L
Lokasi ikan mati I	0,015	0,012	0,088	0,311	0,0004	0,0030	0	*	3,745
Lokasi ikan mati II	0,006	0,012	0,031	0,134	0,0010	0,0020	0	*	6,393
DM 7 0 m	0,006	0,012	0,036	0,363	0,0004	0,0140	0	1,188	5,622
2	0,006	0,012	0,256	0,575	0,0004	0,0050	2	2,678	5,325
sechi	0,006	0,012	0,053	0,458	0,0004	0,0030	0,5	1,919	5,473
8	0,006	0,012	0,091	0,412	0,0004	0,0340	0	5,639	1,151
10	0,006	0,068	0,052	0,309	0,0004	0,0000	19	4,012	4,045
20	0,006	0,012	0,190	0,406	0,0040	0,0200	18	1,571	2,465
40	0,034	0,502	0,058	0,898	0,0340	0,0440	3,5	1,829	5,031
100	0,690	1,573	0,019	0,163	0,0700	0,0890	5	0,880	9,752
dasar (165,5 m)	0,069	1,192	0,007	1,692	0,0490	0,0680	0	3,843	11,97
DM 4 0 m	0,006	0,012	0,057	0,448	0,0100	0,0250	2,5	3,834	4,683
2	0,006	0,012	0,050	0,307	0,0020	0,0060	0	3,418	4,373
sechi	0,006	0,012	0,060	0,518	0,0050	0,1400	0	1,456	4,004
8	0,006	0,012	0,046	0,454	0,0004	0,0080	0	3,503	3,707
10	0,006	0,033	0,090	0,351	0,0004	0,0100	0	3,812	8,494
20	0,006	0,063	0,091	0,291	0,0070	0,0640	0	2,608	4,377
40	0,129	0,376	0,034	0,816	0,0240	0,0640	0	0,689	4,070
100	1,378	0,331	0,000	1,314	0,0810	0,0850	0	1,150	16,337
dasar (145,5 m)	0,680	0,802	0,000	1,497	0,0810	0,1660	15	2,183	14,135
DM Bayur 0 m	0,006	0,012	0,038	0,492	0,0000	0,0010	2	2,527	6,579
2	0,006	0,026	0,109	0,492	0,0020	0,0020	1	7,297	15,437
sechi	0,006	0,030	0,072	0,430	0,0023	0,0100	5,5	*	5,287
8	0,006	0,012	0,046	1,443	0,0004	0,0170	0	5,976	6,168

10	0,006	0,012	0,103	0,637	0,0033	0,0170	0	3,258	3,046
dasar (38 m)	0,068	0,168	0,036	0,957	0,0297	0,0540	31,5	6,923	6,895
DM Intake 0 m	0,006	0,012	0,112	0,565	0,0030	0,0220	0	2,553	4,980
2	0,006	0,084	0,091	0,398	0,0020	0,0100	0	5,004	5,966
sechi	0,006	0,012	0,041	0,058	0,0010	0,0170	0,5	1,724	4,051
8	0,006	0,012	0,055	0,366	0,0010	0,0250	1,5	2,252	5,631
10	0,006	0,012	0,093	0,486	0,0053	0,0270	0	1,49	5,938
dasar (15 m)	0,006	0,012	0,150	0,550	0,0072	0,0240	10,5	7,45	5,957
Tiga raso 0 m	0,006	0,012	0,058	0,647	0,0210	0,0640	*	*	4,358
dasar	0,006	0,184	0,071	0,546	0,0520	0,0970	*	*	5,631

* tidak dianalisis

Lampiran 2. Data hasil pengukuran dengan HORIBA Water Quality Checker di Jorong Muara Pisang dan Jorong di Desa Sungai Tampang Sigiran Bulan Mei 2005

Stasiun	pH	Kond mS/cm	Turb NTU	Oksigen Terlarut mg/L	Suhu oC	Sal %
Jorong di Muara Pisang Bapak Darlius	7.18	0.085	0	4.52	28.7	0
Jorong di Desa Sungai Tampang Sigiran	8.19	0.085	0	6.09	29.0	0

Lampiran 3. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun DM 7 Bulan Mei 2005

Kedalaman M	pH	Kond mS/cm	Turb NTU	Oksigen Terlarut mg/L	Suhu oC	Sal %	Sechi m
0	8.59	0.085	0	4.84	28.7	0	5.60
2	8.51	0.091	2	7.55	28.4	0	
Sechi	8.65	0.085	1	6.43	28.4	0	
8	8.56	0.084	0	5.19	28.3	0	
10	8.20	0.084	0	6.52	28.4	0	
20	7.70	0.085	0	5.85	28.0	0	
40	7.60	0.100	0	2.08	27.4	0	
100	7.49	0.126	0	1.59	26.8	0	
165.5 (dasar)	7.34	0.119	1	2.25	27.0	0	

Lampiran 4. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun DM 4 Bulan Mei 2005

Kedalaman M	pH	Kond mS/cm	Turb NTU	Oksigen Terlarut mg/L	Suhu oC	Sal %	Sechi m
0	8.43	0.085	0	4.92	29.1	0	5.60
2	8.49	0.085	0	4.68	28.4	0	
Sechi	8.42	0.085	0	4.75	28.3	0	
8	8.32	0.084	0	5.22	28.3	0	
10	7.96	0.084	1	4.97	28.2	0	
20	7.53	0.084	0	4.82	27.9	0	
40	7.13	0.105	0	1.44	27.1	0	
100	6.89	0.127	0	1.39	26.6	0	
145.5 (dasar)	6.76	0.129	5	1.02	26.8	0	

Lampiran 5. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun DM Bayur, Bulan Mei 2005

Kedalaman M	pH	Kond mS/cm	Turb NTU	Oksigen Terlarut mg/L	Suhu oC	Sal %	Secchi m
0	8.62	0.084	0	5.24	28.4	0	5.80
2	8.60	0.084	0	4.63	28.3	0	
Secchi	8.45	0.080	0	5.14	28.3	0	
8	8.34	0.084	0	5.89	28.1	0	
10	8.04	0.085	0	4.94	28.1	0	
38 (dasar)	8.04	0.102	10	1.92	27.3	0	

Lampiran 6. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun DM Intake Bulan Mei 2005

Kedalaman M	pH	Kond mS/cm	Turb NTU	Oksigen Terlarut mg/L	Suhu oC	Sal %	Secchi m
0	8.43	0.084	0	5.22	28.2	0	5.10
2	8.45	0.084	0	4.97	28.0	0	
Secchi	8.46	0.086	0	5.14	28.0	0	
8	8.40	0.084	0	5.10	27.7	0	
10	8.30	0.084	0	5.15	28.0	0	
15.5(dasar)	8.18	0.088	5	4.61	28.0	0	

Lampiran 7. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun Air Tiga Raso dan Air Hangat Bulan Mei 2005

Stasiun	Kedalaman m	pH	Kond mS/cm	Turb NTU	Oksigen Terlarut mg/l	Suhu oC	Sal %
Air Tiga Raso	0	6.41	1.900	11	3.86	32.6	0.09
	0.6 (dasar)	6.38	1.900	6	3.32	32.8	0.09
Air Hangat	0	7.61	0.287	0	2.80	35.8	0.01

Lampiran Hasil Pengukuran Kualitas Air pada September 2005
 Lampiran 8. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun
 DM 7 Bulan September 2005

Lokasi Sampling	pH	Cond. mS/cm	Turb. NTU	DO mg/L	Temp. oC	Sal. %
DM70m	7,86	0,107	8	7,62	29,4	0
DM72m	7,96	0,107	2	6,13	28,5	0
DM7 sechi depth	8,15	0,107	2	7,26	28,2	0
DM78m	8,14	0,106	2	6,38	28,0	0
DM710m	8,04	0,106	2	5,81	28,0	0
DM720 m	7,81	0,107	1	4,54	27,9	0
DM740 m	7,46	0,123	2	1,32	27,6	0
DM7 100 m	6,78	0,156	1	3,03	27,1	0
DM7 dasar	6,98	0,160	1	1,67	26,9	0

Lampiran 9. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun
 DM 4 Bulan September 2005

Lokasi Sampling	pH	Cond. mS/cm	Turb. NTU	DO mg/L	Temp. oC	Sal. %
DM40m	7,94	0,107	2	7,84	28,8	0
DM42m	7,91	0,107	2	7,83	28,3	0
DM4 sechi depth	7,88	0,107	2	7,87	28,1	0
DM48m	7,64	0,107	2	7,54	27,8	0
DM410 m	7,29	0,108	1	7,19	27,7	0
DM420 m	6,99	0,107	1	5,33	27,8	0
DM440 m	6,86	0,124	3	0,78	27,5	0
DM4 100 m	6,80	0,158	1	1,21	27,0	0
DM4 dasar	6,92	0,155	13	1,65	26,9	0

Lampiran 10. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun DM Bayur, September 2005

Lokasi Sampling	pH	Cond. mS/cm	Turb. NTU	DO mg/L	Temp. oC	Sal. %
DM Bayur 0 m	7,91	0,107	8	6,47	28,3	0
DM Bayur 2 m	7,95	0,107	9	7,03	28,0	0
DM Bayur sechi	8,00	0,107	8	7,31	28,0	0
DM Bayur 8 m	8,34	0,084	0	5,89	27,9	0
DM Bayur 10 m	8,04	0,085	0	4,94	28,1	0
DM Bayur dasar	8,04	0,102	10	1,92	27,3	0

Lampiran 11. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun DM Intake, September 2005

Lokasi Sampling	pH	Cond. mS/cm	Turb. NTU	DO mg/L	Temp. oC	Sal. %
DM Intake 0 m	8,43	0,084	0	5,22	28,2	0
DM intake 2 m	8,45	0,084	0	4,97	28,0	0
DM intake sechi	8,46	0,086	0	5,14	28,0	0
DM intake 8 m	8,40	0,084	0	5,10	27,7	0
DM intake 10 m	8,30	0,084	0	5,15	28,0	0
DM intake dasar	8,18	0,088	5	4,61	28,0	0

Lampiran 12. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker di Stasiun Air Tiga Raso dan Air Hangat, September 2005

Lokasi Sampling	pH	Cond. mS/cm	Turb. NTU	DO mg/L	Temp. oC	Sal. %
Mata Air Tiga Raso						
Permukaan	6,41	1,900	11	3,86	32,57	0,09
dasar (60 cm)	6,38	1,900	6	3,32	32,8	0,09
Air hangat	7,61	0,287	0	2,80	35,8	0,01

Lampiran 13 Hasil analisa parameter kimia pada Bulan September 2005 di Danau Marinjau

Kode Sampel	N-NO2 mg/L	N-NO3 mg/L	N-NH4 mg/L	TN mg/L	PO4 mg/L	TP mg/L	SS mg/L	Chlorofil- a mg/m3	TOM mg/L
DM 7 0 m	0.0001	0.2157	0,062	0,4085	0,0003	0,0068	15,6	2,5017	39,2472
2	0.0001	0.0984	0,052	0,2011	0,0018	0,0118	14,4	3,3654	45,5672
sechi	0.0001	0,1242	0,106	0,3061	0,0049	0,0134	14,8	2,6262	44,3032
8	0.0001	0,1267	0,077	0,4059	0,0038	0,0101	14	6,066	38,6468
10	0.0001	0,1499	0,122	0,2216	0,0059	0,0151	11,2	3,3654	30,1306
20	0,0031	0,2041	0,124	0,3432	0,0117	0,0118	14,4	1,7856	21,251
40	0,2293	0,3154	0,052	0,6068	0,0671	0,0717	19,6	0,6138	38,6152
100	1,179	0,8232	0,043	1,3458	0,0899	0,1300	14,4	1,0179	41,1748
dasar	1,159	0,9555	0,035	1,5888	0,1106	0,1367	11,2	3,3654	33,654
	0,6426	0,334789	0,074778	0,603089	0,03289	0,045267	14,4	2,745267	36,95444
DM4 0 m	0.0001	0,1938	0,098	0,3739	0,0173	0,0184	76	3,7695	36,0872
2	0.0001	0,1564	0,119	0,2364	0,1669	0,1983	12,8	3,363	35,2087
sechi	0.0001	0,1113	0,096	0,3586	0,0070	0,0101	6,8	3,6747	25,3938
8	0.0001	0,0301	0,082	0,3534	0,0142	0,0151	4,4	4,0764	31,9918
10	0.0001	0,0746	0,164	0,4341	0,0080	0,0201	14,8	1,7445	23,4598
20	0.0001	0,0648	0,071	0,2894	0,0080	0,0218	14,4	4,6902	23,8138
40	0.0001	0,2062	0,059	0,3975	0,0598	0,0667	7,6	1,8924	38,034
100	1,1537	1,068	0,039	1,5846	0,0733	0,1117	12,8	1,6827	29,1478
dasar	1,580	1,6856	0,061	2,3552	0,1438	0,1883	20	35,7798	62,0118
	1,36685	0,398978	0,087667	0,709233	0,05537	0,072278	18,84	6,741467	33,90539
Bayur 0 m	0,0003	0,0795	0,197	0,3394	0,0090	0,0218	15,6	3,7686	24,7238
2	0.0001	0,086	0,191	0,2293	0,0132	0,0151	3,2	4,3857	31,3788
sechi	0.0001	0,081	0,226	0,302	0,0057	0,0134	12,8	5,0481	27,9218
8	0.0001	0,047	0,082	0,0949	0,0018	0,0101	20	3,0609	17,5506

10	0.0001	0,0674	0,086	0,3056	0,0049	0,0201	7,2	9,3369	22,1958
dasar	0.0001	0,7198	0,059	1,0162	0,1314	0,1317	52,4	14,8836	52,2538
rata	0,0003	0,180133	0,140167	0,381267	0,02767	0,035367	18,53	6,7473	29,33743
Intake 0 m	0.0001	0,1006	0,086	0,2265	0,0028	0,0034	15,2	4,3833	31,082
2	0.0001	0,1867	0,100	0,2251	0,0070	0,0084	22,4	3,3654	30,0958
sechi	0.0001	0,1103	0,071	0,2449	0,0067	0,0140	12,4	4,0278	29,1478
8	0.0001	0,1445	0,055	0,2209	0,0039	0,0057	12,8	5,0481	26,3038
10	0.0001	0,1575	0,120	0,1997	0,0070	0,0124	16,8	9,3093	32,3458
dasar	0,0201	0,268	0,081	0,395	0,0137	0,0207	20,8	3,3654	26,6957
rata	0,0201	0,161267	0,0855	0,25195	0,00685	0,010767	16,73	4,91655	29,27845
KJA Bayur	<0.0001	0,1867	0,092	0,2392	0,0142	0,0240	12	15,87312	26,0258
KJA Psr Maninjau	<0.0001	0,2225	0,140	0,3028	0,0153	0,0240	15	12,223	23,5357
KJA T Alai	<0.0001	0,1299	0,165	0,3889	0,0186	0,0223	23	2,635	27,6247
KJA M. Terurai	0,1118	0,7874	0,066	0,543	0,0215	0,024	*	*	24,4647
Air hangat	0,1048	0,4606	0,051	0,6574	0,0505	0,1054	*	*	44,3032
Air T. Raso	<0.0001	0,2696	0,056	0,5797	0,0287	0,2483	*	*	18,4228

Keterangan Mas: * tidak di analisa

Lampiran 14. Data Hasil penghitungan Produktivitas Primer D. Maninjau pada Bulan September 2005.

NO	Stasiun Penelitian	PRODUKTIFITAS PRIMER					
		mgC/m ³ /jam			mgO ₂ /liter		
		RESP	PPN	PPT	RESP	PPN	PPT
1	DM4	86,24	35,20	107,07	0,52	0,25	0,77
2	DM7	166,32	0,00	138,60	1,33	0,00	1,33
3	DM Bayur	140,40	21,00	138,00	0,82	0,15	0,97
4	DM Intake	142,56	-30,80	88,00	1,14	-0,30	0,84

Lampiran 15. Data hasil pengukuran dengan Horiba Water Quality Checker Bulan Desember 2005.

Stasiun		pH	Cond. mS/cm	Turb. NTU	DO YSI mg/L	Temp. °C
DM7						
	0	7,71	0,110	ErrOr	8,46	28,30
	2 sechi=2,1	7,41	0,110	ErrOr	6,74	27,88
	4	7,27	0,110	ErrOr	5,14	27,60
	8	7,20	0,110	ErrOr	5,80	27,40
	10	7,09	0,110	ErrOr	5,78	27,16
	20	7,03	0,111	ErrOr	2,83	27,18
	40	7,03	0,113	ErrOr	2,23	27,08
	100	7,05	0,114	ErrOr	6,10	27,5
	165,5 =190	6,96	0,172	ErrOr	0,91	26,6
DM4						
	0	7,42	0,110	ErrOr	7,46	27,60
	2 =sechi:2,4m	7,24	0,110	ErrOr	5,30	27,50
	8	7,14	0,110	ErrOr	5,49	27,40
	10	7,07	0,111	ErrOr	5,50	27,40
	20	7,00	0,110	ErrOr	4,22	27,30
	40	6,91	0,113	ErrOr	7,83	27,20
	100	6,66	0,163	ErrOr	0,37	26,50
	123	6,73	0,170	ErrOr	0,11	26,70
DM-BYR						
	0	5,58	0,113	ErrOr	7,69	27,50
	1,8 sechi	6,66	0,114	ErrOr	5,66	27,20
	4	6,60	0,113	ErrOr	5,65	27,20
	8	6,54	0,113	ErrOr	5,85	27,20
	10	6,40	0,113	ErrOr	4,82	27,20
	32 dasar	6,01	0,116	ErrOr	3,04	27,10
DM-INTK						
	0	6,83	0,112	ErrOr	7,00	27,50
	2 sechi	6,96	0,113	ErrOr	5,00	27,30
	4	6,94	0,113	ErrOr	4,54	27,30
	8	6,88	0,114	ErrOr	4,38	27,20
	10	6,69	0,114	ErrOr	4,35	27,20
	14 dasar	6,82	0,114	ErrOr	4,26	27,20

Lampiran 16. Hasil analisa parameter kimia pada Desember 2005

Kode Sampel	N-NO2 mg/L	N-NO3 mg/L	N-NH4 mg/L	TN mg/L	PO4 mg/L	TP mg/L	SS mg/L	Chlorofil-a mg/m3	TOM mg/L
DM 7 0 m	0,0016969	0,0149	0,0438	0,3713	-	0,0217	0	10,092	46,5784
sechi (2m)	0,0022126	0,0149	-	0,3293	-	0,0142	2,8	11,5875	15,0732
4	0,0026406	0,8876	-	1,0195	-	0,0243	1,2	12,654	29,2869
8	0,0017846	0,0149	-	0,0783	-	0,0209	3,6	15,7455	17,2774
10	0,0023552	0,0149	-	0,1799	-	0,0125	0	8,5343	18,9158
20	0,0017846	0,1035	-	0,4384	-	0,0327	0	3,0578	13,5501
40	0,0003000	0,1101	-	0,2715	-	0,0259	0	2,5245	14,1884
100	0,0131000	0,1189	-	3,5301	-	0,1201	0	1,2623	136,177
dasar	0,2195000	0,4047	0,2195	1,924	-	0,2095	15,6	8,9225	53,0501
DM 4 0 m	0,0018423	0,0293	0,0068	0,3454	-	0,0151	0	10,5593	39,9424
sechi (2m)	0,0020699	0,0149	-	0,6078	-	0,0259	4,0	13,0943	16,0718
8	0,0003000	6,6978	-	9,851	-	0,0343	3,6	11,1308	13,5438
10	0,0029544	0,0769	-	0,6141	-	0,0159	4,0	16,4408	18,5998
20	0,0003000	0,0824	-	0,5714	-	0,0226	2,8	10,1125	13,9040
40	0,0003000	1,1568	-	1,259	-	0,0394	0,8	2,061	13,9040
100	0,0049000	0,0359	-	1,7245	-	0,0898	0,8	1,2645	17,3800
dasar	0,3993000	0,9142	0,399	1,7636	-	1,0430	1,6	1,4918	56,8800
Bayur 0 m	0,0022785	0,1123	0,028	0,391	-	0,0266	3,2	11,6235	39,6896
sechi (2m)	0,0010000	0,0149	-	0,7885	-	0,0142	2,8	15,4625	15,8000
4	0,0010000	0,0149	-	0,756	-	0,0545	3,2	14,5338	17,6960
8	0,0053000	2,6929	-	2,9027	-	0,0125	3,2	15,1763	17,0640
10	0,0003000	0,1267	-	0,8562	-	0,0209	2,0	15,444	18,6440
dasar	0,0314000	0,3516	0,054	0,8832	-	0,2408	8,2	36,162	47,7160
Intake 0 m	0,0018423	0,1488	0,011	0,3762	-	0,0250	0	15,1415	17,6960
2	0,0012000	0,2253	-	3,5555	-	0,0310	2,0	16,015	17,3800
sechi (4m)	0,0012000	0,2009	-	0,8901	-	0,0596	2,8	19,764	20,8560

8	0,0003000	0,4734	-	0,9992	-	0,0434	0,4	15,7095	6,6360
10	0,0016000	0,8821	-	1,3105	-	0,0360	3,2	17,271	24,6480
dasar	0,0024238	0,0879	0,091	0,674	-	0,2820	3,2	14,1795	25,2800

Keterangan

* tidak dianalisis sesuai permintaan

- Masih dalam penghitungan