

# LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING TAHUN PERTAMA



19

## PEMETAAN KUALITAS PERAIRAN DANAU TOBA AKIBAT DAMPAK BUDIDAYA IKAN SISTEM KERAMBA JARING APUNG (KJA) SEBAGAI UPAYA RELOKALISASI BUDIDAYA IKAN

Tim Peneliti :

**Drs. Antonius Sinaga.MS (Ketua)**

**Dra. Riwayati.MSi (Anggota)**

**Dra. Uswatun Hasanah.MSi (Anggota)**

Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional,  
sesuai dengan Perjanjian Hibah Penugasan Penelitian Hibah Bersaing No.  
036/SP2H/PL/Dit.Litabmas/IV/2011 tanggal 14 April 2011

**UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

**NOVEMBER, 2011**

# HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

19

1. Judul Penelitian : **PEMETAAN KUALITAS PERAIRAN DANAU TOBA  
AKIBAT DAMPAK BUDIDAYA IKAN SISTEM  
KERAMBA JARING APUNG (KJA) SEBAGAI UPAYA  
RELOKALISASI BUDIDAYA IKAN**

2. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Drs. Antonius Sinaga.MS
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 195703031985031002
  - d. Jabatan Fungsional: Lektor Kepala
  - e. Jabatan Stryuktural: -
  - f. Bidang Keahlian : Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL)
  - g. Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Medan
  - i. Tim Peneliti :

No.	N a m a	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Dra.Riwayati.MSi	Ekologi Perairan	MIPA/Biologi	UNIMED
2.	Dra. Uswatun Hasanah.MSi	Biokimia Lingkungan	MIPA/Biologi	UNIMED

3. Pendanaan dan Jangka waktu penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 tahun
  - b. Biaya Total yang diusulkan : Rp. 100.000.000,-
  - c. Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 37.500.000,-
  - d. Biaya yang disetujui tahun II : Sedang diusulkan



Medan, 14 November 2011  
Ketua Peneliti

  
Drs. Antonius Sinaga.MS  
NIP. 195703031985031002



## RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan kualitas perairan Danau Toba, berdasarkan struktur komunitas organism Plankton (Fitoplankton dan Zooplankton), dan factor fisika kimia perairan yang terdapat di sekitar keramba jaring apung (KJA) sebagai dampak dari system budidaya ikan KJA.

Metode yang dilakukan adalah pengukuran factor fisika kimia perairan dan pengambilan sampel plankton di tujuh daerah kabupaten, yang dilanjutkan dengan identifikasi organism zooplankton dan fitoplankton di Laboratorium Biologi FMIPA Unimed.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini, berdasarkan "Pemetaan parameter factor fisika kimia perairan, bahwa parameter Phospat yang diukur di seluruh lokasi penelitian berkisar 0.2 – 27.3 mg/l, berdasarkan Bakumutu (PP No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air)/0.2 mg/l, kadar phospat yang diperoleh sudah melampaui bakumutu tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa status perairan danau Toba dalam keadaan tercemar berat.

Hasil pemetaan Nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) Phytoplankton di seluruh lokasi yang dibandingkan dengan criteria pencemaran oleh Shannon Wiener, disimpulkan bahwa kualitas perairan danau Toba sekitar KJA di lokasi Sibaganding, Haranggaol, Tongging, dan Tomok, umumnya sudah tercemar berat.

Pencemaran perairan di lokasi penelitian ini adalah disebabkan adanya aktifitas budidaya ikan system keramba jaring apung (KJA) oleh masyarakat/pengusaha.

## PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan yang telah melimpahkan kasih dan karunia-Nya kepada penulis sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan pada waktu yang ditentukan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dari awal penyusunan proposal hingga selesainya laporan penelitian ini.

Peneliti menyadari bahwa hasil laporan ini jauh dari sempurna, tidak terlepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena, peneliti akan dengan senang hati menerima saran dan kritik yang bersifat membangun guna penyempurnaan laporan penelitian selanjutnya.

Akhir kata, peneliti berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan para pembaca umumnya.

Medan, Nopember 2011

Tim Peneliti

# DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
BAB II STUDI PUSTAKA.....	3
2.1. Dampak Aktivitas Manusia Terhadap Ekosistem Perairan.....	3
2.2. Hubungan Organisme Plankton dengan Lingkungannya.....	4
2.3. Penataan Wilayah Perairan Danau Menurut Zonasi.....	5
2.4. Kelestarian Ekosistem Danau.....	6
2.5. Studi Pendahuluan dan Hasil Yang Sudah Dicapai.....	6
BAB III	
3.1. Tujuan Penelitian.....	8
3.2. Manfaat Penelitian.....	8
3.2.1. Manfaat Bagi Pengembang Ilmu Pengetahuan dan Seni.....	8
3.2.2. Manfaat Bagi Pembangunan dan Institusi.....	9
3.2.3. Manfaat Bagi Pembangunan.....	9
3.2.4. Manfaat Bagi Institusi.....	10
BAB IV METODE PENELITIAN.....	11
4.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	11
4.2. Bahan dan Alat.....	11
4.3. Prosedur Penelitian.....	12
4.4. Teknik Analisis Data.....	14
4.5. Bagan Penelitian.....	14

<b>BAB V</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>16</b>
5.1.	Hasil Pengukuran Faktor Fisika Kimia Perairan Danau Toba.....	16
I.	Perairan Bakkara Kecamatan Bakara Kabupaten Humbang Hasundutan .....	16
II.	Perairan Muara Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara.....	17
III.	Perairan Balige Kecamatan Balige Kabupaten Toba Samosir.....	18
IV.	Perairan Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun...	20
V.	Perairan Haranggaol Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun .....	21
VI.	Perairan Tongging Kabupaten Karo.....	22
VII.	Perairan Silalahi Nabolak Kecamatan Silalahisabungan Kabupaten Dairi.....	23
VIII.	Perairan Simanindo Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	27
IX.	Perairan Pangururan Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir....	28
X.	Perairan Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	30
5.2.	Hsil Analisis Biota Air Perairan Danau Toba.....	35
I.	Perairan Bakkara Kecamatan Bakara Kabupaten Humbang Hasundutan .....	35
II.	Perairan Muara Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara.....	38
III.	Perairan Balige Kecamatan Balige Kabupaten Toba Samosir.....	40
IV.	Perairan Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun...	42
V.	Perairan Haranggaol Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun .....	44
VI.	Perairan Tongging Kabupaten Karo.....	47
VII.	Perairan Silalahi Nabolak Kecamatan Silalahisabungan Kabupaten Dairi.....	49
VIII.	Perairan Simanindo Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	51
IX.	Perairan Pangururan Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir....	53
X.	Perairan Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	55
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>60</b>
6.1.	Kesimpulan.....	60
6.2.	Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

<i>Nomor :</i>	<i>teks</i>	<i>halaman</i>
1.	Parameter Lingkungan Perairan dan Alat atau Cara yang digunakan.....	12
2.	Lokasi dan Penentuan Stasiun/Titik Sampling.....	13
3.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Bakkara Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan.....	16
4.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Muara Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara.....	17
5.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Balige Kecamatan Balige Kabupaten Tobasamosir.....	18
6.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun.....	20
7.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Haranggaol Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun.....	21
8.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Tongging Kecamatan Tongging Kabupaten Karo.....	22
9.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Silalahi Kecamatan Silalahi Sabungan Kabupaten Dairi.....	23
10.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Simanindo Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	28
11.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Pangururan Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir.....	29
12.	Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	30
13.	Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Bakara Kabupaten Humbang Hasundutan.....	35
14.	Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Bakara Kabupaten Humbang Hasundutan.....	37
15.	Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara.....	38
16.	Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara.....	39
17.	Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Balige Kabupaten Tobasamosir.....	40
18.	Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Balige Kabupaten Tobasamosir.....	41
19.	Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di desa Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun.....	41

20. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di desa Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun.....	43
21. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun.....	45
22. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun.....	46
23. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Tongging Kabupaten Karo.....	47
24. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Tongging Kabupaten Karo.....	48
25. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Silalahi Nabolak Kabupaten Dairi.....	49
26. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Silalahi Kabupaten Dairi.....	50
27. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	51
28. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	52
29. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir.....	53
30. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir.....	54
31. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di desa Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	55
32. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi, di desa Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir.....	56
33. Status Perairan Danau Toba di Setiap Lokasi Penelitian Berdasarkan Pemetaan Parameter Phospat Yang Diperoleh di Setiap Lokasi Penelitian.....	57
34. Status Perairan Danau Toba di Setiap Lokasi Penelitian Berdasarkan Pemetaan Nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) Phytoplankton Yang Dibandingkan Dengan Kriteria Pencemaran Oleh Shannon Wiener. ....	58
35. Daftar Organisme Plankton (Fitoplankton dan Zooplankton) yang ditemukan di setiap stasiun (stasiun 1 – 3) Pada Setiap lokasi Penelitian.....	59

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Danau Toba sebagai perairan umum terbesar di Sumatera Utara dengan luas kira-kira 112.970 Ha. Disamping potensial untuk usaha budidaya ikan, letaknya yang strategis meliputi 7 (tujuh) wilayah kabupaten yaitu kabupaten Simalungun, Karo, Dairi, Tapanuli Utara, Tobasa, Samosir, dan Humbang Hasundutan, juga faktor alam sekitarnya sangat mendukung keindahan alam kawasan Danau Toba tersebut (Naibaho, 2005).

Pada awalnya tahun 1987, budidaya ikan dengan sistem KJA dilakukan di perairan desa Lumbangaol Kabupaten Taput dari hasil uji coba Dinas Perikanan Sumut kerjasama dengan Balai Informasi Pertanian. Dari hasil ujicoba tersebut, perkembangan KJA cukup pesat di tujuh (7) wilayah kabupaten yang jumlahnya diperkirakan sebanyak 5.412 unit dengan ukuran KJA yang bervariasi. Pada tahun 2005 perkembangan KJA di 7 kabupaten berjumlah 6.366 unit dengan total luas 667 Ha, (Naibaho, 2005).

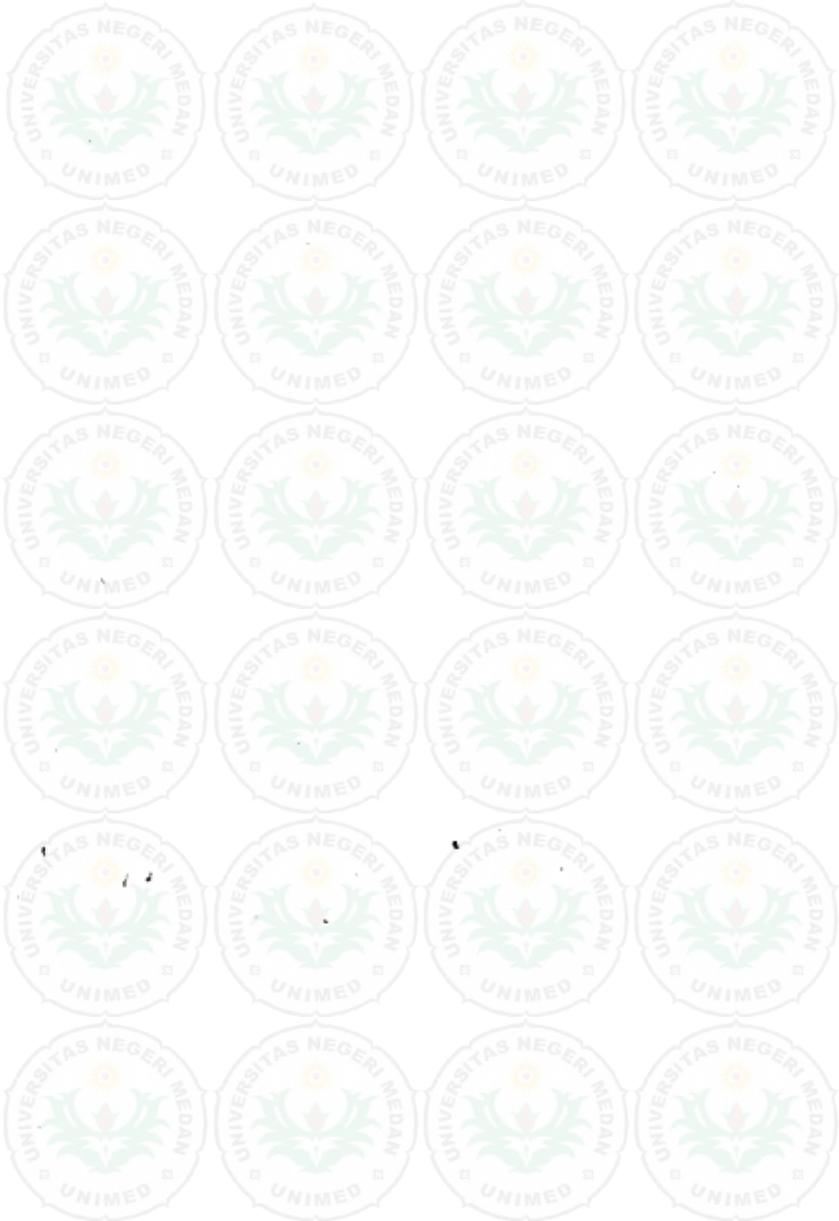
Pada akhir Oktober 2004 di perairan Haranggaol kecamatan Purba Kabupaten Simalungun terjadi kematian massal ikan dalam KJA akibat Koi Herves Virus (KHV). (Naibaho, 2005). Panjaitan (2005) menyatakan bahwa wabah virus herves koi di perairan Danau Toba dipicu oleh adanya penurunan kualitas air.

Semakin pesatnya perkembangan KJA di perairan Danau Toba, apabila kegiatan ini berlangsung secara terus menerus tanpa pemantauan dan pengelolaan lingkungan perairan yang benar dan tepat maka akhirnya dapat merubah keseimbangan ekosistem danau yang diindikasikan berupa perubahan tipe komunitas, menurunnya keanekaragaman jenis, produktivitas dan hilangnya berbagai jenis plankton, bentos, makrofitas termasuk perifiton, ikan dan lain-lain (Sinaga dan Riwayati, 2002).

Mengingat Peraturan Daerah (Perda) No.1/1990, tentang penataan kawasan Danau Toba, serta Peraturan Gubernur (Pergub) No.1/2009 tentang baku mutu kelas I untuk perairan Danau Toba, artinya secara bertahap perairan Danau Toba dinyatakan bebas dari keramba jaring apung (KJA) dan hanya diperuntukkan khusus perikanan tangkap (<http://www.savelaketoba.org/media-clipping/lake-toba-today/kualitas>, 2010)

Mengingat bahwa Danau Toba sebagai danau alam yang seharusnya berperan sebagai penyangga kelestarian ekosistem darat, yang dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai kegiatan yang dapat mempengaruhi kualitas perairan ini, maka untuk menjawab permasalahan di atas, perlu dilakukan penelitian untuk pemetaan kualitas perairan Danau

**Toba sebagai dasar relokalisasi budidaya ikan sistem Keramba Jaring Apung (KJA) yang sesuai dengan Zona budidaya ikan.**



## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2. 1. Dampak Aktivitas Manusia Terhadap Ekosistem Perairan

Pemanfaatan suatu perairan untuk berbagai kegiatan yang dilakukan oleh manusia di sekitarnya dapat menghasilkan berbagai polutan yang akan membebani ekosistem perairan itu. Sebagai dampak aktivitas atau kegiatan yang dilakukan oleh manusia adalah berbagai jenis limbah domestik dari permukiman, transportasi air, budidaya ikan dalam karamba, limbah pertanian, ialah dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem perairan itu (Koesoebiono, 1991).

Limbah rumah tangga yang sampai di perairan pada umumnya terdiri dari bahan organik berupa tinja, sisa makanan, dan detergen. Tinja, detergen dan sisa makanan yang masuk ke dalam ekosistem perairan akan mengalami dekomposisi bacterial. Proses dekomposisi bacterial akan menghasilkan nitrat dan fosfat yang apa bila berlangsung secara terus menerus dapat menyebabkan eutrofikasi atau penyuburan perairan yang berlebihan, sehingga berdampak negative terhadap kehidupan organisme ikan.

Limbah pertanian berupa pupuk yang bila sampai masuk ke dalam perairan dalam jumlah besar akan terjadi eutropikasi. Sedangkan pestisida yang masuk ke dalam perairan dapat mematikan ikan apabila dalam jumlah besar. Bahkan dalam kadar sub-lethalpun pestisida dapat menyebabkan ikan akan mudah atau poka terhadap serangan penyakit.

Dampak pemanfaatan perairan sebagai jalur transportasi dengan menggunakan kapal dan sejenisnya, akan berpengaruh yang sangat jelek. Bila dasar perairan terdiri dari zarah-zarah yang halus, seperti Lumpur, zarah-zarah ini dapat terangkat ke atas dan menjadikan zone eufotik lebih keruh, sehingga penetrasi cahaya akan terbatas. Dengan demikian akan dapat mengurangi produksi primer oleh fitoplankton (Koesoebiono, 1991).

Budidaya ikan dalam karamba di suatu perairan tawar dapat menyebabkan berbagai perubahan lingkungan, baik komponen biotik, maupun abiotik. Beveridge (1984) mengemukakan adanya jaring apung sebagai tempat budidaya ikan, dapat mempengaruhi perairan melalui tiga hal, yaitu : pertama, jaring apung memanfaatkan ruang, akan menimbulkan kompetisi dengan pengguna lain; kedua, jaring apung dapat mengubah aliran yang mengatur transport oksigen, sediment, plankton, serta larva ikan; ketiga, jaring apung dapat mengubah nilai estetika daerah tersebut.

Pakan yang tidak dimanfaatkan dari kegiatan budidaya ikan intensif dan semi intensif merupakan salah satu hal yang banyak mendapat perhatian dalam hubungannya

dengan pengaruh yang ditimbulkannya terhadap lingkungan perairan. Salah satu pengaruh yang mungkin timbul adalah terpacunya eutrofikasi di ekosistem tersebut (Ryding dan Rast, 1989).

Pengaruh lain yang mungkin timbul adalah terkumpulnya limbah padat yang berada di bawah jaring apung. Keadaan ini dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut di sediment menurun. Kesemuanya dapat mengubah populasi flora dan fauna, baik pelagik maupun yang bentik, dan sebagai implikasinya jaring-jaring makanan mengarah ke organisme yang lebih tinggi (Costa-Pierce dan Room, 1990).

Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Ginting (2002) di perairan Danau Toba dimana berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan berbagai jenis limbah yang dibuang langsung ke perairan Danau Toba berpengaruh nyata terhadap perubahan kualitasnya dengan indikator fisika kimia perairan seperti oksigen terlarut, BOD, pH dan amoniak.

Sinaga, (2003), menambahkan bahwa dengan adanya kegiatan budidaya ikan sistem karamba jaring apung (KJA) di perairan Danau Toba (Kecamatan Simanindo, Pangururan, dan Palipi) sebagai lokasi penelitian yang dilakukan, maka kualitas air Danau Toba sekitar lokasi penelitian tergolong perairan sangat subur. Hal ini terjadi adalah disebabkan masuknya bahan polutan berupa sisa pakan dan bertambahnya feses ikan dalam jaring apung yang dapat memacu pertumbuhan fitoplankton akibat masuknya nutrisi ke dalam perairan.

## **2.2. Hubungan Organisme Plankton Dengan Lingkungannya**

Plankton adalah organisme sebagai hewan (zooplankton) dan sebagai tumbuhan (fitoplankton), yang berperan menjadi sumber makanan bagi berbagai jenis ikan maupun organisme hewan dalam ekosistem air. Dengan demikian kelangsungan hidup organisme ikan dan hewan lainnya sangatlah tergantung kepada keberadaan plankton (zooplankton maupun fitoplankton).

Kesuburan fitoplankton di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh faktor fisika kimia perairan. Faktor tersebut sangat bervariasi yang sering menjadi faktor pembatas bagi organisme perairan.

Parameter lingkungan seperti salinitas, suhu, oksigen terlarut dan kecerahan sangat mempengaruhi kehidupan fitoplankton (Wicksted, 1978). Setiap organisme mempunyai batas toleransi pH yang optimum bagi kehidupannya. Pada perairan yang sangat masam, yaitu dengan pH kurang dari 6, organisme yang menjadi makanan ikan seperti fitoplankton tidak akan hidup dengan baik (Swingle, 1988).

Kehidupan fitoplankton dipengaruhi oleh kecerahan dan warna air. Makin tinggi kecerahan makin dalam penetrasi cahaya matahari. Dengan kekeruhan yang tinggi, fitoplankton tidak efektif melakukan fotosintesis. Dengan demikian akan mempengaruhi kehadiran, keanekaragaman, kelimpahan dan kandungan klorofil fitoplankton di suatu perairan rendah, maka kesuburan perairan tersebut kemungkinan besar adalah rendah.

### **2.3. Penataan Wilayah Perairan Danau Menurut Zonasi**

Meningkatnya kegiatan dalam pemanfaatan sumberdaya perairan umum semakin berkembang sesuai dengan peruntukannya. Semakin besarnya tekanan dari pemanfaatan sumberdaya perairan, menyebabkan daya dukung dan daya tampung perairan akan menurun, hal ini akan diperburuk lagi dengan adanya pencemaran dan gangguan lingkungan perairan. Hal ini akan menyebabkan menurunnya kualitas perairan yang akan mengancam kelestarian fungsi perairan. Untuk menanggulangi menurunnya kualitas perairan yang akan mengancam kelestarian fungsinya, maka perlu dilakukan pokok-pokok pengelolaan perairan danau yang termasuk salah satunya adalah "Penataan Wilayah Perairan Menurut Zonasi".

Zonasi adalah pembagian wilayah perairan yang didasarkan pada keadaan fisik lingkungan, serta sifat kehidupan dan penyebaran populasi ikan dalam usaha mengatur pengelolaan perikanan secara pasif agar sesuai dengan prioritas fungsi danau. Ada enam (6) jenis zona yaitu : zona bahaya, zona suaka, zona wisata, zona budidaya, zona penangkapan ikan, dan zona bebas. (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2005)

Zona budidaya, ialah daerah yang diprioritaskan untuk kegiatan budidaya ikan. Sampai sekarang jenis budidaya yang banyak berkembang di waduk adalah menggunakan sistem keramba jaring apung (KJA), atau memakai sistim pagar. Seperti halnya di waduk Jatiluhur dan Cirata di Jawa Barat, zona ini bisa berdekatan dengan zona wisata air sebab perkampungan budidaya okan tersebut menimbulkan daya tarik wisata tersendiri. Oleh karena itu pada zona ini sering dibuat alur-alur lalu lintas sehingga perahu dapat mengelilingi wilayah budidaya tersebut tanpa mengganggu ikan yang dibudidayakan.

### **2.4. Kelestarian Ekosistem Danau**

Ekosistem merupakan satuan pokok dari ekologi yakni suatu kehidupan yang terdiri atas suatu komunitas makhluk hidup yang berinteraksi dengan berbagai komponen abiotik yang membentuk suatu sistem (Barus, 2001).

Hubungan timbal balik antar komponen di dalam suatu ekosistem memiliki tingkat keserasian dan tingkat keselarasan dalam perjalanan ruang dan waktu. Tingkat keserasian hubungan antar komponen menunjukkan tingkat kemampuan berbagai komponen untuk mendukung proses yang berlangsung dalam suatu komponen tertentu dari suatu ekosistem. Sedangkan tingkat keselarasan menunjukkan bagaimana masing-masing komponen dapat melakukan berbagai proses yang secara sinergis mampu mendukung fungsi ekosistem dalam satu kesatuan yang utuh.

Tingkat keserasian dan tingkat keselarasan yang paling optimal biasanya dicapai oleh ekosistem alami. Manusia dengan kelebihan akal dan kemampuan teknologi yang dimilikinya mempunyai kemampuan untuk mengubah struktur dan fungsi dari suatu ekosistem. Sejauh mana perubahan ekosistem alami oleh manusia, sangat tergantung kepada penguasaan teknologi. Semakin tinggi penguasaan teknologi akan semakin besar perubahan ekosistem yang terjadi, karena eksploitasi dengan lebih gencar dan berat yang mengakibatkan semakin menurunnya tingkat keserasian dan tingkat keselarasan dari suatu ekosistem. Akibatnya ekosistem mengalami perusakan dan pencemaran yang hebat yang pada akhirnya akan menyebabkan semakin menyempitnya ekosistem alami dan semakin meluasnya ekosistem buatan manusia yang sangat bergantung kepada pengendalian manusia. Studi tentang ekosistem merupakan titik sentral di dalam ilmu ekologi dan mempunyai aplikasi yang sangat bervariasi terutama dalam mengevaluasi dampak negatif dari kegiatan manusia terhadap lingkungan perairan danau.

## **2.5. Studi Pendahuluan dan Hasil Yang Sudah Dicapai**

Studi pendahuluan dan hasil yang sudah dicapai untuk penelitian ini telah banyak dilakukan untuk memberikan gambaran dalam mencapai tujuan jangka panjang dan target khusus yang diinginkan. Penelitian tentang perairan Danau Toba baik tentang faktor fisika kimia perairan, faktor biologi antara lain struktur komunitas zooplankton, fitoplankton, makrozoobentos, ikan, budidaya ikan sistem keramba jaring apung dan dampaknya terhadap kualitas perairan, dan lain sebagainya telah banyak dilakukan. Berikut ini berbagai penelitian pendahuluan/kemajuan yang telah dicapai.

Dari berbagai penelitian di Danau Toba memberikan indikasi bahwa telah terjadi penurunan kalitas air, khususnya pada lokasi-lokasi yang banyak terkena dampak dari kegiatan masyarakat. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Ginting (2002) di perairan Danau Toba dimana berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan berbagai jenis limbah yang dibuang langsung ke perairan Danau Toba berpengaruh nyata terhadap

perubahan kualitasnya dengan indikator fisika kimia perairan seperti oksigen terlarut, BOD, pH dan amoniak.

Sinaga, (2003), mengatakan bahwa dengan adanya kegiatan budidaya ikan sistem keramba jaring apung (KJA) di perairan Danau Toba (Kecamatan Simanindo, Pangururan, dan Palipi) sebagai lokasi penelitian yang dilakukan, maka kualitas air Danau Toba sekitar lokasi penelitian tergolong perairan sangat subur yang ditandai dengan pertumbuhan eceng gondok yang cukup subur. Hal ini terjadi adalah disebabkan masuknya bahan organik sebagai polutan berupa sisa pakan dan bertambahnya feses ikan dalam jaring apung yang dapat memacu pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan eceng gondok akibat masuknya nutrisi ke dalam perairan.

Pada bulan Nopember 2004 hasil analisis sampel air Danau Toba yang diambil pada saat terjadinya kematian massal ikan mas di Danau Toba daerah Haranggaol, menunjukkan bahwa nilai oksigen terlarut (DO) adalah mencapai nilai yang sangat rendah yaitu sebesar 2,95 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan oksigen sudah sangat terbatas. Selanjutnya nilai BOD sebesar 14 mg/l memberikan indikasi tingginya bahan organik di dalam air. Bahan organik tersebut kemungkinan besar berasal dari sisa pakan yang tidak habis dikonsumsi oleh ikan budidaya. Demikian juga konsentrasi zat-zat nutrisi seperti nitrogen dan fosfor telah jauh melebihi ambang batas yang ditetapkan. (Barus, T.A. 2006).

Hasil penelitian oleh Sinaga dan Sinaga (2004) mengenai komposisi fitoplankton di perairan Danau Toba Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir, sekitar Budidaya ikan dalam keramba jaring apung (> 100 unit), ditemukan sebanyak 22 taksa lebih besar bila dibandingkan dengan di perairan yang bebas keramba jaring apung (17 taksa). Artinya dengan sisa pakan yang disumbangkan budidaya ikan dengan sistem KJA akan berpotensi menyuburkan perairan, sehingga jumlah fitoplankton akan lebih besar dibandingkan dengan di perairan yang bebas KJA. Ini adalah sebagai indikasi bahwa di perairan yang ada KJA sudah tercemar.

Dmikian dengan komposisi zooplankton yang ditemukan di perairan Danau Toba Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir, sekitar Budidaya ikan dalam keramba jaring apung,(> 100 unit), ditemukan sebanyak 12 taksa (terdiri dari 5 Ordo) juga lebih besar bila dibanding dengan di perairan yang bebas KJA (7 taksa). Ini adalah sebagai indikasi bahwa di perairan yang ada KJA sudah tercemar.(Sinaga dan Sihombing, 2004).

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk melakukan Pemetaan Kualitas Perairan Danau Toba di tujuh wilayah kabupaten, berdasarkan a) Struktur Komunitas organisme Plankton yang terdapat di perairan Danau Toba sekitar keramba jaring apung (KJA) sebagai dampak dari sistem KJA, meliputi : Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Zooplankton dan fitoplankton. b) Faktor Fisika Kimia perairan yang terdapat di perairan Danau Toba sekitar keramba jaring apung (KJA) sebagai dampak dari sistem budidaya ikan KJA (Tahun I), meliputi : Suhu, kecerahan, kekeruhan, O<sub>2</sub> , BOD<sub>5</sub> , COD, pH, TSS, Nitrit, Nitrat, NH<sub>3</sub>, Klorida, Sulfida , TOM dan Fosfat (*akhir Tahun I*).
2. Relokalisasi Budidaya Ikan Sistem Keramba Jaring Apung (KJA), sesuai dengan Zonasi Budidaya, berdasarkan hasil pemetaan kualitas perairan Danau Toba ditambah dengan data dari Hasil *Sosialisasi* Pemetaan kualitas perairan Danau Toba dengan Masyarakat/Pengusaha dan Dinas terkait di setiap Kabupaten di Kawasan Danau Toba sebagai Lokasi Penelitian (*akhir Tahun II*)

#### **3.2. Manfaat Penelitian**

##### **3.2.1. Manfaat Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Seni**

Penelitian ini sangat penting untuk pengembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Perairan, yaitu :

1. Melakukan pemetaan kualitas perairan Danau Toba berdasarkan struktur komunitas organisme plankton (zooplankton dan fitoplankton). sekitar keramba jaring apung (KJA) sebagai dampak dari sistem budidaya ikan KJA
2. Melakukan pemetaan kualitas perairan Danau Toba berdasarkan faktor fisika-kimia perairan Toba sekitar keramba jaring apung (KJA) sebagai dampak dari sistem budidaya ikan KJA.
3. Melakukan relokalisasi budidaya ikan sistem keramba jaring apung (KJA) yang sesuai dengan Zona Budidaya.

### **3.2.2. Manfaat Bagi Pembangunan dan Institusi**

Penelitian yang terencana dengan baik akan membawa manfaat yang besar bagi pembangunan dan institusi. Hal ini akan tercermin dari luaran (out put) penelitian itu sendiri.

### **3.2.3. Manfaat Bagi Pembangunan**

Budidaya ikan sistem keramba jaring apung (KJA), selain berdampak positif juga akan menimbulkan dampak negative terhadap lingkungan perairan danau sebagai akibat dari sisa pakan yang diberikan dalam system karamba. Apabila kegiatan ini berlangsung secara terus menerus dengan jumlah KJA bertambah terus dengan tidak memenuhi sistem Zonasi Budidaya Ikan, tanpa pemantauan dan pengelolaan lingkungan perairan yang benar dan tepat maka akhirnya dapat merubah keseimbangan ekosistem danau yang diindikasikan berupa perubahan tipe komunitas, menurunnya keanekaragaman jenis, menurunnya produktivitas dan hilangnya berbagai jenis plankton, bentos, makrofitia termasuk perifiton, ikan dan lain-lain. Dengan dilakukannya penelitian ini, sehingga hasil utama dari penelitian ini adalah dapat melakukan pemetaan kualitas perairan Danau Toba berdasarkan struktur komunitas organisme plankton (kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dominansi), serta Faktor Fisika Kimia perairan yang terdapat di perairan Danau Toba sekitar keramba jaring apung (KJA) sebagai dampak dari sistem budidaya ikan KJA.

Dengan diketahuinya "Peta kualitas perairan Danau Toba" di sekitar budidaya ikan sistem KJA, maka untuk pemanfaatan perairan Danau Toba sebagai danau alam tidak akan disamakan dengan danau buatan misalnya Waduk Jatiluhur. Dengan demikian, pemanfaatan Danau Toba sebagai budidaya ikan sistem KJA yang selama ini belum memenuhi sistem Zonasi budidaya, maka pada akhir tahap ke-dua penelitian ini akan menghasilkan suatu relokalisasi budidaya ikan sistem KJA yang sesuai dengan Zona Budidaya.

### 3.2.4. Manfaat Bagi Institusi

Bagi Institusi sendiri, penelitian ini sangat bermanfaat untuk pengembangan diri, antara lain :

1. Pengembangan Laboratorium khususnya Laboratorium Limnologi akan bertambah meningkat dengan semakin seringnya digunakan yang ditandai dengan mobilitas kerja yang tinggi. Mobilitas kerja yang tinggi akan dapat dicapai dengan tersedianya bahan-bahan yang akan digunakan serta alat-alat yang akan dipakai. Melalui penelitian ini akan dapat menyediakan bahan dan alat yang tidak bersifat investasi.
2. Menunjang proses pembelajaran bagi mahasiswa yang mengikuti matakuliah Ekologi Perairan, Pengantar AMDAL, dan Toksikologi.
3. Mempercepat penyelesaian masa studi mahasiswa karena dalam penelitian ini akan dilibatkan beberapa orang mahasiswa untuk penelitian baik di lapangan maupun di Laboratorium dalam rangka penyelesaian tugas akhir (skripsi).
4. Mempercepat kenaikan pangkat/jabatan seorang dosen karena penelitian ini akan menambah kredit point yang sudah diperoleh.
5. Mempertahankan kredibilitas sebagai seorang dosen yang sudah disertifikasi, karena dosen bersertifikasi akan tetap dan selalu melakukan pengembangan diri dalam Tri-Darma Perguruan Tinggi.
6. Menaikkan peringkat Universitas di tingkat nasional berdasarkan banyak proposal penelitian yang diterima di pusat (*track record*)

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di perairan Danau Toba di 10 lokasi budidaya ikan sistem Keramba Jaring Apung (KJA) yang terdapat di tujuh wilayah kabupaten, antara lain :

1. Kabupaten Humbahas (daerah Bakkara) :
2. Kabupaten Tapanuli Utara (daerah Muara) :
3. Kabupaten Tobasa (daerah Balige) :
4. Kabupaten Simalungun (daerah Sibaganding dan Haranggaol) :
5. Kabupaten Karo (daerah Tongging), dan
6. Kabupaten Samosir (daerah Simanindo, Pangururan, dan Tomok);
7. Kabupaten Dairi (daerah Silalahi)

Di setiap lokasi penelitian dilakukan pengambilan sampel plankton (zooplankton dan fitoplankton). Sampel plankton tersebut diidentifikasi di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan. Untuk analisis faktor fisik kimia air dilakukan di tempat pengambilan sampel (in-situ), dan di Laboratorium Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan (ex-situ).

Penelitian Tahun I, mulai dari penentuan titik sampel sampai dengan pengolahan data, dan pemetaan kualitas perairan Danau Toba, dimulai dari April 2011 sampai dengan Nopember 2011.

#### **4.2. Bahan dan Alat**

Untuk pengambilan dan identifikasi sampel plankton (Zooplankton dan Fitoplankton) dipergunakan alat dan bahan sebagai berikut : Plankton Net nomor 25, botol sampel, tally counter, pipet tetes, kertas label, mikroskop binokuler, larutan lugol.

Sedangkan alat dan bahan untuk mengukur parameter fisika kimia perairan seperti : Suhu, kecerahan, kekeruhan,  $O_2$ ,  $BOD_5$ , COD, pH, TSS, Nitrit, Nitrat,  $NH_3$ , Klorida, Sulfida, TOM dan Fosfat (Tabel 1).

**Tabel 1. Pengukuran Parameter Lingkungan Perairan dan Alat atau Cara Yang Digunakan.**

No.	Parameter	Satuan	Alat/Cara
<i>Fisika :</i>			
1.	Suhu air	°C	Termometer
2.	Kecerahan air	m	Secchi disk
3.	Kekeruhan	m	Turbidimeter
4.	TSS	mg/l	Turbidimeter
<i>Kimia :</i>			
1.	pH	-	pH meter
2.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	DO-meter
3.	BOD <sub>5</sub>	mg/l	Buret/Titrimetrik
4.	COD	mg/l	Buret/Titrimetrik
5.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	Spectrophotometer
6.	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	Spectrophotometer
7.	Amoniak (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	Spectrophotometer
8.	Phosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	Spectrophotometer
9.	Klorida	mg/l	Spectrophotometer
10.	Sulfida	mg/l	Spectrophotometer
11.	Total Organik Metter (TOM = BOT)	mg/l	Titiasi KMnO <sub>4</sub>

#### 4.3. Prosedur Penelitian

##### a. Penentuan Stasiun dan Titik Sampling

Penentuan stasiun dan titik sampling dilakukan berdasarkan lokasi budidaya ikan sistem KJA di tujuh (7) wilayah kabupaten, sehingga dalam penelitian ini ditentukan sebanyak 10 stasiun, dan di masing-masing stasiun ditentukan tiga titik sampling. Stasiun 1 di sekitar KJA di daerah Bakkara Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan, stasiun 2 di sekitar KJA di daerah Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara, stasiun 3 di sekitar KJA Kecamatan Balige Kabupaten Tobasa, stasiun 4 dan 5 di sekitar KJA di daerah Sibaganding Parapat dan Haranggaol Kabupaten Simalungun, stasiun 6 di sekitar KJA daerah Tongging, kecamatan Tongging kabupaten Karo, stasiun 7 di sekitar KJA daerah Kecamatan Silalahi Kabupaten Dairi, dan stasiun 8, 9, dan 10 masing-masing di daerah di sekitar KJA Kecamatan Simanindo, Pangurusan, dan Palipi Kabupaten Samosir. Untuk lebih jelas dan rinci dapat dilihat Tabel 2.

**Tabel 2. Lokasi dan Penentuan Stasiun/Titik Sampling**

No	Lokasi/Kabupaten	Daerah Stasiun	Titik Sampling
1	Kabupaten Humbahas	1. Kecamatan Bakkara	3
2	Kabupaten Taput	2. Kecamatan Muara	3
3.	Kabupaten Tobasa	3. Kecamatan Balige	3
4.	Kabupaten Simalungun	4. Kecamatan Parapat	3
		5. Kecamatan Haranggaol	3
5.	Kabupaten Karo	6. Kecamatan Tongging	3
6.	Kabupaten Dairi	7. Kecamatan Silalahi	3
7.	Kabupaten Samosir	8. Kecamatan Simanindo	3
		8. Kecamatan Pangururan	3
		9. Kecamatan Simanindo (Tomok)	3
<b>Jlh:</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

**b. Prosedur Pengambilan Sampel dan Pengumpulan Data**

Untuk mendapatkan sejumlah data pada penelitian ini, maka akan dilakukan prosedur kerja sebagai berikut :

- Setelah ditentukan stasiun pengambilan sample dan titik sampling, pada setiap titik sampling dilakukan pengambilan sample air (untuk pemeriksaan faktor fisika kimia air), dan sampel plankton secara bersamaan pada setiap kedalaman kisaran 0 – 0,5 meter (permukaan) dan kedalaman 5 meter. Di setiap titik sampling dengan kedalaman 0 – 0,5 meter dilakukan penyaringan air sebanyak 50 liter dengan menggunakan jaring plankton, sehingga diperoleh air sample sebanyak 20 ml. Sedangkan dari setiap kedalaman 5 meter, air diambil sebanyak 5 liter dengan menggunakan water sampler, disaring dengan jaring plankton, sehingga diperoleh air sample sebanyak 20 ml.
- Masing-masing sample yang sudah tersaring dimasukkan ke dalam botol sample dan segera ditetesi dengan larutan Lugol 4 % sebanyak empat tetes.
- Selanjutnya sample tersebut diidentifikasi jenis fitoplankton yang ditemukan di Laboratorium Biologi dengan bantuan mikroskop, buku petunjuk identifikasi oleh Needham and Needham (1964), Pennack (1978) dan Sachlan (1975).

#### 4.4. Teknik Analisis Data

##### 1. Perhitungan Kelimpahan :

Perhitungan kelimpahan populasi fitoplankton dilakukan dengan mengambil 1 ml sample, dimasukkan ke dalam Sedgwick rafter, dihitung jumlah melalui mikroskop. Pengamatan dilakukan 3 kali dan hasilnya dirataratakan. Perhitungan kelimpahan dilakukan dengan menggunakan rumus oleh (Michel, 1964).

##### 2. Perhitungan Indeks Keanekaragaman :

Untuk mengetahui nilai Indeks Keanekaragaman fitoplankton, digunakan rumus Shannon Wiener (Krebs, 1978)

##### 3. Perhitungan Indeks Dominansi :

Untuk mengetahui nilai Indeks dominansi jenis, maka perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Indeks Dominansi Shimpson (Odum, 1983).

##### 4. Perhitungan Indeks Keseragaman :

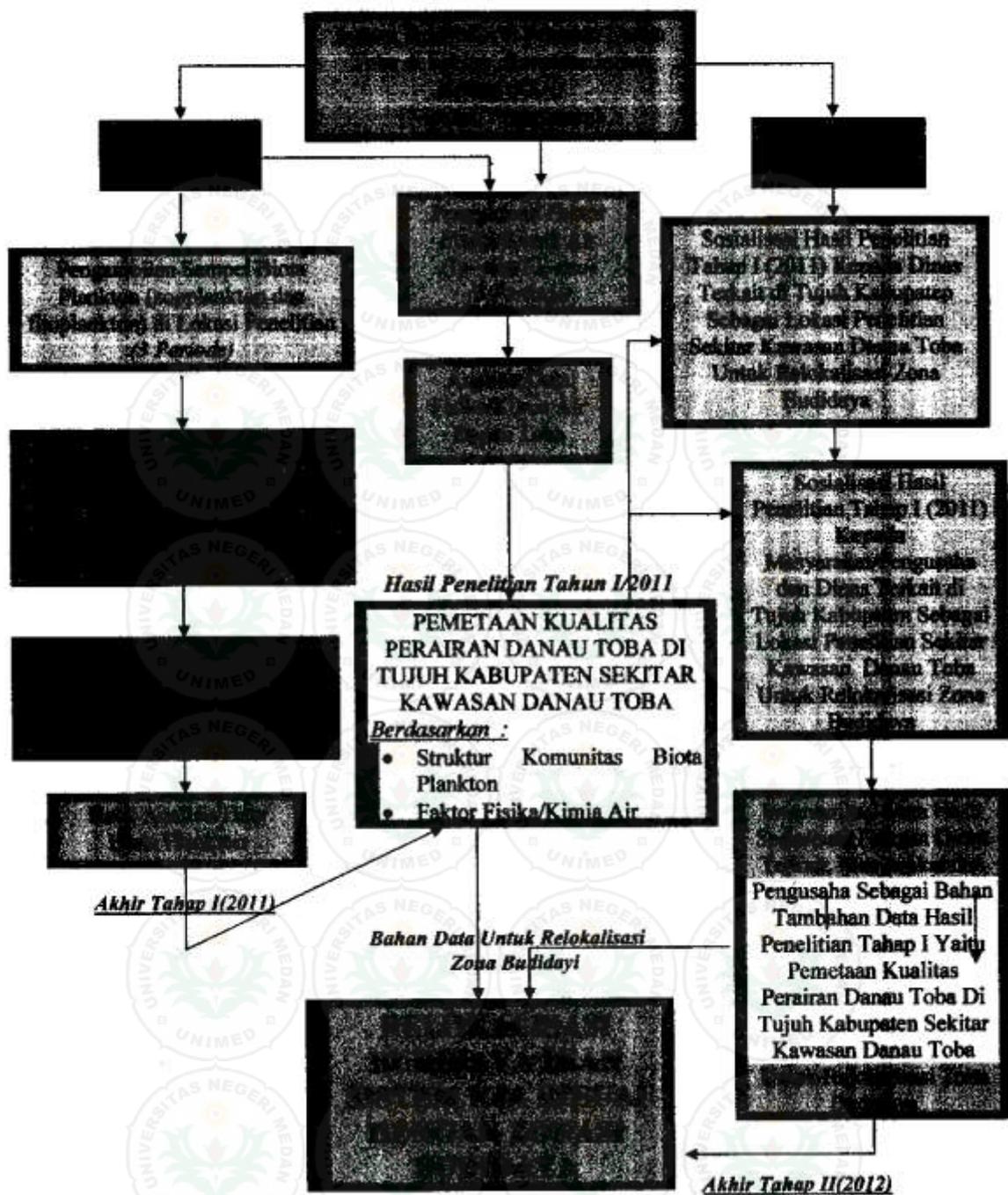
Untuk mengetahui nilai Indeks Kesamaan komunitas fitoplankton, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus oleh (Brown and Zarr, 1977 dalam Sinaga dan Riwayati, 1998).

#### c. Analisis Data Faktor Fisika Kimia

Untuk analisis data hasil pengukuran faktor fisika kimia perairan, dapat digunakan daftar Baku Mutu Air yang dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup. Selain itu, hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan kriteria tingkat pencemaran perairan berdasarkan kandungan oksigen terlarut dan BOD, oleh Lee et al (1978).

#### 4.5. Bagan Penelitian

Untuk lebih jelas, pada gambar berikut dipaparkan tahap – tahap penelitian tahun I yang sudah dilaksanakan (2011), dan tahap II yang akan dilaksanakan tahun 2012. Bagan penelitian tahun I (2011) dan tahun II (2012) dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Bagan Penelitian Tahun I dan Tahun II**

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Hasil Pengukuran Faktor Fisika Kimia Perairan Danau Toba

##### I. Perairan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan

Tabel 3. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Bakkara Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan.

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b><u>FISIKA</u></b>							
1	Suhu	°C	-	25	25	20	27	
2	Intensitas cahaya	lux	-	7300	8300	5575	8500	
3	Kecerahan	m	-	55	440	34	440	
4	Kekeruhan	mg/l	-	-	-	-	-	Spektro
5	TSS	mg/l	50	8,8	3,1	5,8	1,7	Gravimetri
	<b><u>KIMIA</u></b>							
1	pH	-	6-8.5	7	8	7	7	pH-meter
2	DO	mg/l	6	3,01	10,27	4,42	5,13	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	0,92	1,42	0,078	0,97	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	2,3	4,6	0,9	2,1	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	-	-	-	-	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	-	-	-	-	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	-	-	-	-	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	-	-	-	-	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	-	-	-	-	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	-	-	-	-	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Suhu di perairan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan berkisar antara 20 °C - 27 °C. Kisaran suhu masih baik, sehingga dapat menunjang kehidupan organisme. Demikian juga dengan intensitas cahaya dan kecerahan.

Kisaran pH berkisar antara 7-8, merupakan pH air yang baik bagi perairan. Hawkes (1978) menyatakan, pada pH 5-9 pengaruh langsung bahan beracun sangat kecil.

Kandungan DO di perairan Bakkara berkisar antara 3,01-10,27 mg/L. Diantara unsur kimia di perairan alami DO merupakan salah satu unsur yang paling penting sebagai petunjuk kualitas perairan (Banerjea, 1971). Kandungan DO di perairan masih baik dan dapat menunjang kehidupan organisme.

BOD<sub>5</sub> adalah suatu analisis dengan pendekatan secara global proses-proses yang terjadi dalam air. Kandungan BOD<sub>5</sub> masih baik. Mc. Neely (1979) menyatakan, perairan yang mengandung BOD<sub>5</sub> < 4 mg/L termasuk perairan bersih. Kandungan COD di perairan Bakkara berkisar antara 0,9 - 4,6 mg/L. Dihubungkan dengan baku mutu yang diperbolehkan, kandungan COD masih baik.

TSS merupakan padatan tersuspensi dalam air (Sastrawijaya, 2009). Berdasarkan baku mutu yang ditetapkan 50 mg/L, TSS di perairan Bakkara masih baik.

## II. Perairan Muara Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara

Tabel 4. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Muara Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b><u>FISIKA</u></b>							
1	Suhu	°C	-	25	26	23	27	
2	Intensitas cahaya	lux	-	1590	1590	1590	1590	
3	Kecerahan	m	-	-	-	-	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	1	1	1	1	Spektro
5	TSS	mg/l	50	0.2	11	0.6	0.2	Gravimetri
	<b><u>KIMIA</u></b>							
1	pH	-	6-8.5	6	6	6	7	pH-meter
2	DO	mg/l	6	5,13	6,02	14,17	7,26	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	0,078	0,0185	1,01	2,48	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	2	0.5	2.4	4	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0.4	0.3	0.3	0.6	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	<0.0001	<0.0001	0.018	<0.0001	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	<0.0001	0.0149	<0.001	0.0046	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	3.34	3.54	3.24	3.15	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	0.884	0.813	1.715	3	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0.007	0.005	0.002	0.006	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Keadaan parameter Fisika perairan seperti suhu, intensitas cahaya, kekeruhan dan TSS masih baik berdasarkan baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Kandungan parameter kimia di perairan seperti pH, DO, BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Nitrit, Amoniak dan Klorida masih baik dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan pemerintah dan masih layak untuk kehidupan biota perairan.

Phospat merupakan salah satu senyawa esensial untuk pertumbuhan ganggang dalam air (Alaerts dan Santika, 1983). Berdasarkan baku mutu yang ditetapkan (0,2 mg/L), kandungan phospat sudah melampaui baku mutu menurut PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

### III. Perairan Balige Kecamatan Balige Kabupaten Toba Samosir

Tabel 5. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba Daerah Balige Kecamatan Balige Kabupaten Tobasamosir

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b><u>FISIKA</u></b>							
1	Suhu	°C	-	25	25	26	24	
2	Intensitas cahaya	lux	-	5900	1328	1922	1916	
3	Kecerahan	m	-	0.62	0.96	5.315	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	1	1	<1	2	Spektro
5	TSS	mg/l	50	0.6	19	2	0.2	Gravimetri
	<b><u>KIMIA</u></b>							
1	pH	-	6-8.5	6	6	6	7	pH-meter
2	DO	mg/l	6	11.16	2.3	7.61	2.3	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	0,053	0,85	0.29	0.88	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	0.7	1.3	0.4	1.4	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0.6	0.6	0.1	0.6	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	<0.0001	0.0106	<0.0001	0.0106	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	0.0076	0.0057	0.036	0.001	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	4.72	4.13	3.93	3.54	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	0.54	1.067	0.783	0.553	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0.003	0.003	0.001	0.002	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Kondisi parameter Fisika di perairan Balige antara lain Suhu, Intensitas Cahaya dan Kekeruhan di perairan Balige masih layak bagi kehidupan biota perairan. Total Suspensi Solid (TSS) di perairan Balige berkisar antara 0,6 – 19 mg/L. Bila di bandingkan dengan baku mutu air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, masih layak untuk organisme perairan dan sumber air untuk masyarakat.

Berdasarkan pengukuran pH perairan Balige berkisar antara 6-7, masih di bawah baku mutu yang diinginkan. Kandungan DO (Oksigen Terlarut) berkisar antara 2,3 – 11,16 mg/L. Oksigen terlarut paling rendah terdapat pada stasiun 4 dan stasiun 2, hal ini dapat disebabkan stasiun ini merupakan daerah aktifitas masyarakat dan KJA (Keramba Jaring Apung). Kandungan BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Nitrit, Amoniak dan Klorida masih dalam keadaan baik, di bawah baku mutu yang di tetapkan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Kandungan Phospat dan Sulfida di perairan Balige, pada keempat stasiun sudah di atas ambang batas dari baku mutu yang di tetapkan, yaitu 0,2 mg/L berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Tingginya kandungan Phospat dan Sulfida disebabkan banyaknya aktifitas masyarakat dan dengan adanya KJA di sekitar perairan.

Berdasarkan hasil pengukuran Fisika-Kimia perairan di perairan Sibaganding (Tabel 6), Suhu berkisar antara 24 - 25 °C. Kecerahan, Intensitas Cahaya, Kekeruhan dan Total Suspensi Solid (TSS) yang berkisar antara 0,4 – 1,8 mg/L masih layak untuk kehidupan biota perairan sesuai baku mutu yang di tetapkan menurut PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Hasil pengukuran pH dan DO di perairan Sibaganding masih layak, kecuali DO di stasiun 3 (2,65 mg/L) masih dibawah baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Pengukuran BOD<sub>5</sub>, COD dan Nitrat masih baik menurut PP No. 82 Tahun 2001. Kandungan Nitrit pada stasiun 1 masih baik kecuali pada stasiun 3 dan stasiun 2 sudah di atas baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, hal ini diduga disebabkan oleh adanya aktifitas KJA di stasiun 2 dan 3 sehingga memicu peningkatan Nitrit di perairan.

Kandungan Klorida di perairan Sibaganding masih layak. Selanjutnya kandungan Phospat berkisar antara 0,623 – 0,891 mg/L sudah diatas baku mutu yang di tetapkan (0,2 mg/L), diduga hal ini dikarenakan adanya aktifitas masyarakat yang membuang limbah ke perairan. Kandungan Sulfida masih aman kecuali pada stasiun 3. Hal ini diduga karena adanya aktifitas masyarakat dan KJA di sekitar perairan

#### IV. Perairan Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun

Tabel 6. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (*permukaan*) Daerah Sibaganding *Kecamatan Parapat* Kabupaten Simalungun

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b><u>FISIKA</u></b>							
1	Suhu	<sup>o</sup> C	-	24	23	25	-	
2	Intensitas cahaya	lux	-	9250	1573	8700	-	
3	Kecerahan	m	-	-	3.23	5.315	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	<1	1	1	-	Spektro
5	TSS	mg/l	50	0.8	1.8	0.4	-	Gravimetri
	<b><u>KIMIA</u></b>							
1	pH	-	6-8.5	7	6	6	-	pH-meter
2	DO	mg/l	6	8.85	7.79	2.65	-	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	0,92	0,89	0,76	-	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	1.6	2	1.2	-	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0.6	0.9	0.2	-	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	<0.0001	0.1112	0.0777	-	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	0.0075	0.0104	0.0047	-	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	4.33	2.95	3.15	-	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	0,693	0,623	0,891	-	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0.002	0.001	0.003	-	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Kandungan Klorida di perairan Sibaganding masih layak. Selanjutnya kandungan Phospat berkisar antara 0,623 – 0,891 mg/L sudah diatas baku mutu yang di tetapkan (0,2 mg/L), diduga hal ini dikarenakan adanya aktifitas masyarakat yang membuang limbah ke perairan. Kandungan Sulfida masih aman kecuali pada stasiun 3. Hal ini diduga karena adanya aktifitas masyarakat dan KJA di sekitar perairan.

## V. Perairan Haranggaol Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun

Tabel 7. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (*Permukaan*) Daerah Haranggaol Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
<b><i>FISIKA</i></b>								
1	Suhu	°C	-	24	25	25	25	
2	Intensitas cahaya	lux	-	3670	6460	6460	5270	
3	Kecerahan	m	-	3.07	2.75	2.75	3.25	
4	Kekeruhan	mg/l	-	1	3	3	1	Spektro
5	TSS	mg/l	50	1.4	1.4	1.7	1.8	Gravimetri
<b><i>KIMIA</i></b>								
1	pH	-	6-8,5	6	6	6	6	pH-meter
2	DO	mg/l	6	9.74	9.56	9.74	10.98	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	0.89	0.768	0.768	0.712	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	1.8	3.2	1.5	1.4	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0.7	0.5	0.6	0.6	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	0.0144	0.0538	0.0113	<0.0001	Spektro7
7	Amoniak	mg/l	0.5	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	3.93	3.54	3.93	4.13	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	0.694	2.603	1.361	0.803	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Berdasarkan hasil analisis parameter Fisika perairan di perairan Haranggaol, keadaan Suhu, Intensitas Cahaya, Kecerahan dan Kekeruhan serta Total Suspensi Solid masih dalam keadaan baik.

Hasil analisis parameter Kimia perairan di perairan Haranggaol Kabupaten Simalungun menunjukkan pH bernilai 6. Hal ini menunjukkan bahwa perairan dalam keadaan baik. Kandungan oksigen Terlarut (DO) berkisar antara 9,56 – 10,98 mg/L, hal ini menunjukkan perairan dalam keadaan baik. Kandungan COD, Nitrat, Nitrit, Amoniak, Klorida dan Sulfida dalam kondisi masih baik berada di bawah baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kecuali pada stasiun 2 lebih tinggi dari baku mutu. Tingginya kandungan Sulfida di stasiun 2 dikarenakan stasiun ini merupakan daerah KJA dan pemukiman. Kandungan Phospat di perairan Haranggaol berkisar antara 0,604 – 2,603 mg/L. Kandungan Phospat di perairan

melampaui ambang batas baku mutu yang ditetapkan menurut PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Tingginya kandungan Phospat dapat disebabkan adanya masukan limbah domestik yang semakin meningkat ke dalam perairan. More (1965) menyatakan tingkat aman Phospat bagi perkembangan populasi algae adalah pada tingkat konsentrasi 0,55 mg/L.

## VI. Perairan Tongging Kecamatan Tongging Kabupaten Karo

Tabel 8. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (permukaan) Daerah Tongging Kecamatan Tongging Kabupaten Karo

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b><u>FISIKA</u></b>							
1	Suhu	°C	-	25	25	25	-	
2	Intensitas cahaya	lux	-	6340	5600	3750	-	
3	Kecerahan	m	-	3,53	3,91	4,085	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	3	2	2	-	Spektro
5	TSS	mg/l	50	0,3	0,9	0,9	-	Gravimetri
	<b><u>KIMIA</u></b>							
1	pH	-	6-8,5	6	6	6	-	pH-meter
2	DO	mg/l	6	10,98	9,03	11,87	-	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	0,918	0,678	0,418	-	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	3,4	0,9	0,6	-	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0,5	<1	2	-	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0,06	<0,0001	0,0099	0,0074	-	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0,5	<0,001	<0,001	<0,001	-	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	3,34	1,57	2,75	-	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0,2	1,053	0,493	0,56	-	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0,002	0,001	0,003	0,004	-	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Hasil analisis parameter Fisika perairan Tongging menunjukkan Suhu, Intensitas Cahaya, Kecerahan, Kekeruhan dan TSS dalam keadaan baik berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Hasil analisis parameter Kimia di perairan Tongging menunjukkan pH bernilai 6, DO, BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Nitrit, Amoniak dan Klorida masih baik sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001.

Kandungan Fosfat pada ketiga stasiun sudah melampaui nilai ambang batas yang diinginkan, hal ini disebabkan daerah ini merupakan daerah pemukiman. Kandungan Sulfida masih baik kecuali pada stasiun 2 dan 3 yaitu berkisar antara 0,003 – 0,004 mg/L. Kandungan Sulfida di perairan tidak boleh melebihi 0,002 mg/L, karena akan mengganggu organisme perairan. Kandungan Sulfida di perairan merupakan indikator terjadinya proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri dalam kondisi anaerob.

## VII. Perairan Silalahi Nabolak Kecamatan Silalahi Nabolak Kabupaten Dairi

Tabel 9. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (*Permukaan*) Daerah Silalahi Nabolak *Kecamatan Silalahi Nabolak Kabupaten Dairi*

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b>FISIKA</b>							
1	Suhu	°C	-	25.3	26.4	26.6	26.2	
2	Intensitas cahaya	lux	-	-	-	-	-	
3	Kecerahan	m	-	4.53	4.75	5.09	4.33	
4	Kekeruhan	mg/l	-	2	2	2	2	Spektro
5	TSS	mg/l	50	<1	1	<1	<1	Gravimetri
	<b>KIMIA</b>							
1	pH	-	6-8.5	6	6	6	7	pH-meter
2	DO	mg/l	6	0.3	0.28	0.31	0.33	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	1.43	1.24	1.39	1.56	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	3.1	3.3	4.1	4.2	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0.4	0.5	0.8	0.5	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	0.06	<0.0001	0.0004	<0.0001	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	3.74	3.29	3.96	3.96	Titrimetri
9	Fosfat	mg/l	0.2	0.1	<3	4	<3	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0.004	0.001	0.001	0.001	Spektro

\* Berdasarkan PP No.62 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

### a) Kekeruhan

Kekeruhan air pada perairan alami merupakan salah satu faktor penting yang mengontrol produktivitasnya. Kekeruhan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari, oleh sebab itu dapat membatasi proses fotosintesis dan produktivitas primer perairan (Wardoyo, 1975). Kekeruhan disebabkan oleh adanya partikel-partikel tersuspensi dalam air. Partikel

yang berukuran besar segera mengendap, bila contoh air dibiarkan tenang, sebaliknya partikel yang berukuran kecil menimbulkan kekeruhan.

Kekeruhan berkaitan erat dengan tipe substrat dasar dan partikel-partikel lain yang terlarut dalam air. Perairan yang mempunyai dasar berlumpur cenderung memiliki kekeruhan yang tinggi.

Kekeruhan mengakibatkan adanya zat-zat koloid pada dasar, yaitu zat yang terapung serta terurai secara halus sekali. Selain itu juga disebabkan oleh kehadiran zat organik yang terurai secara halus, jasad-jasad renik, lumpur, tanah liat dan koloid yang serupa atau terapung yang tidak mengendap dengan segera.

Nilai kekeruhan selama penelitian di perairan Silalahi berkisar antara 2-4. Kekeruhan yang tertinggi di stasiun 8, mempunyai latar belakang yang berbeda dengan 7 stasiun sebelumnya. Tingginya kekeruhan di stasiun 8 diduga akibat aktifitas masyarakat yang terjadi di perairan itu sendiri. Hal ini didasarkan pada kondisi perairan yang dimanfaatkan sebagai lahan KJA umumnya disertai dengan aktifitas masyarakat.

#### **b) TSS**

Menurut Sastrawijaya (2009) padatan tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, serta limbah industri. Nilai TSS pada masing-masing stasiun berbeda-beda. Nilai TSS berkisar antara  $<1 - 1$  mg/L. Nilai TSS tertinggi terdapat pada stasiun 3 dan stasiun 6, merupakan daerah pemukiman dan KJA. Tingginya TSS mempengaruhi transparansi air dan warna air, dan ini akan berhubungan dengan proses fotosintesis di perairan dan akan mempengaruhi organisme perairan (Sastrawijaya, 2009).

Dihubungkan dengan baku mutu untuk perairan, kandungan TSS di perairan Silalahi masih aman untuk kehidupan biota perairan.

#### **c) Oksigen Terlarut**

Kandungan oksigen terlarut di wilayah penelitian berkisar antara 0,3 – 0,35 mg/L. Kandungan oksigen terlarut yang diperbolehkan untuk kepentingan budidaya dan kehidupan biota perairan adalah  $> 4$  mg/L (Kep. No 2/MENKLH/I/1988). Konsentrasi oksigen terlarut yang terendah terdapat di stasiun 2, kondisi ini diduga adanya akumulasi bahan organik dari berbagai sumber di lokasi tersebut, antara lain buangan limbah organik yang menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air akan berkurang, karena digunakan untuk proses penguraian. Konsentrasi oksigen terlarut cenderung semakin meningkat pada stasiun-stasiun yang jauh dari pinggir. Kondisi ini disebabkan

terjadinya pengaruh arus dan angin yang memungkinkan adanya pengadukan massa air yang terus menerus, sehingga proses aerasi dapat terus berlangsung. Dengan demikian, oksigen terlarut di perairan Silalahi bukanlah merupakan faktor pembatas.

#### **d) BOD<sub>5</sub>**

Kebutuhan oksigen biokimia (BOD<sub>5</sub>) adalah banyaknya oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik yang terdapat dalam air selama 5 hari (Azad, 1976). Semakin tinggi nilai BOD<sub>5</sub>, maka semakin tinggi aktifitas organisme untuk menguraikan bahan organik atau dapat dikatakan semakin besar kandungan bahan organik di perairan tersebut.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen biokimia (BOD<sub>5</sub>) di daerah penelitian berkisar antara 1,06 – 1,67 mg/L. Nilai BOD<sub>5</sub> tertinggi terdapat pada stasiun 2 yang merupakan daerah KJA. Tingginya BOD<sub>5</sub> pada stasiun ini kemungkinan disebabkan oleh adanya akumulasi bahan-bahan organik yang berasal dari buangan sisa pakan dan buangan penduduk yang masuk ke dalam perairan. Selama penelitian, nilai BOD<sub>5</sub> di wilayah penelitian masih layak untuk kepentingan budidaya dan kehidupan biota perairan. Hal ini sesuai dengan nilai baku mutu yang ditetapkan dalam Kep. No 2/MENKLH/I/1988 untuk kepentingan seperti tersebut di atas.

#### **e) COD**

Hasil pengukuran nilai COD pada penelitian ini, dimana nilai yang diperoleh berkisar antara 3,1 – 4,2 mg/L. Nilai tertinggi terdapat pada stasiun 2. Nilai COD menunjukkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi yang berlangsung secara kimiawi, dengan demikian nilai COD selalu lebih besar dari BOD<sub>5</sub> karena nilai BOD<sub>5</sub> hanya terbatas terhadap bahan organik yang bisa diuraikan secara biologis.

Dari hasil penelitian yang dilakukan Barus (2004) nilai COD berkisar antara 10,34 – 18,44 mg/L. Hal ini berbeda dengan nilai COD yang didapatkan di daerah Silalahi berkisar antara 2,9 – 4,4 mg/L, hal ini menggambarkan nilai COD di perairan Silalahi masih dalam keadaan baik yaitu di bawah 10 mg/L.

#### f) Nitrat

Keberadaan unsur nitrat di perairan sangat penting, karena dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan. Ion nitrat yang terlarut merupakan bentuk yang stabil dari hasil oksidasi sempurna senyawa nitrogen.

Kandungan nitrat pada setiap stasiun pengamatan berkisar antara 0,4 – 0,8 mg/L. Unsur nitrat di perairan Silalahi diduga berasal dari limpasan air yang mengalir melewati daerah pemukiman, KJA yang membawa cukup banyak bahan-bahan organik.

Menurut Suyono dan Hindarto (1978), kadar nitrat yang tinggi dalam air menunjukkan adanya sisa-sisa dan buangan biologis atau berasal dari sisa-sisa pemupukan yang berat. Nitrat merupakan salah satu senyawa penting untuk sintesis protein biota perairan, akan tetapi nitrat pada konsentrasi tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas (Alaerts dan Santika, 1984).

#### g) Nitrit

Nitrit biasanya tidak bertahan lama dalam perairan dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi amonia dan nitrat (Alaerts dan Sartika, 1984).

Hasil pengukuran nitrat selama penelitian pada masing-masing stasiun berkisar antara <0,0001 – 0,0017 mg/L. Kisaran nilai nitrit ini sudah melampaui ambang batas baku mutu air untuk biota perairan dan budidaya perikanan yang ditetapkan dalam Kep. No. 2/MENKLH/1/1988, yaitu 0,06 mg/L.

#### h) Fosfat

Berdasarkan ikatan kimia, fosfat yang terdapat dalam air dapat dibedakan sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Sedangkan berdasarkan sifat fisis dapat dibedakan sebagai fosfat terlarut, fosfat tersuspensi dan fosfat total (terlarut dan tersuspensi). Fosfat merupakan salah satu senyawa essensial untuk pertumbuhan ganggang dalam air (Alaerts dan Sartika, 1988).

Hasil pengukuran ortofosfat untuk setiap ulangan pada masing-masing stasiun berkisar antara 0,1 – 49 mg/L. Kandungan ortofosfat tertinggi terdapat pada stasiun 5. Hal ini diduga berasal dari buangan penduduk dan dari lahan pertanian yang menggunakan pupuk.

Batas terendah ortofosfat yang dibutuhkan oleh ganggang berkisar antara 0,018 – 0,2 mg/L (Bengen *et. al.*, 1994). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kebutuhan organisme nabati akan fosfat sebagai unsur hara relatif sedikit

#### **l) Amonia**

Kisaran rata-rata nilai ammonia selama penelitian berkisar antara tidak terdeteksi (tt) – 0,001 mg/L. Kandungan ammonia yang terukur masih di bawah baku mutu air yang ditetapkan, yaitu < 0,3 mg/L. Kadar ammonia di daerah penelitian menunjukkan proses oksidasi nitrogen berlangsung baik, sehingga menghasilkan kadar ammonia yang relative kecil. Laju dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme biasanya cenderung menurun dengan pH di bawah netral sampai asam. Unsur nitrogen ini dapat berasal dari limbah pabrik sampai rumah tangga maupun dari kegiatan pertanian dan pertambakan yang banyak terdapat di sekitar daerah penelitian.

#### **j) Hidrogen Sulfida**

Kandungan hidrogen sulfida di suatu perairan dapat merupakan indikator terjadinya proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri dalam kondisi anaerob.

Hasil analisis kandungan hidrogen sulfida di suatu perairan tidak boleh melebihi atau sama dengan 0,03 mg/L, maka perairan di wilayah penelitian masih layak untuk kepentingan budidaya dan kehidupan biota perairan.

### **VIII. Perairan Simanindo Kecamatan Simaniindo Kabupaten Tobasa**

Hasil analisis faktor Fisika air di Kecamatan Simanindo Kabupaten Tobasa (Tabel 10) menunjukkan kisaran suhu 26-28 °C, Kecerahan berkisar antara 3,03-3,77 m, menunjukkan keadaan parameter Fisika dalam keadaan baik. Demikian juga untuk TSS dalam keadaan baik, kecuali untuk Kekeruhan karena tidak sesuai dengan yang di harapkan.

Hasil analisis parameter Kimia pH bernilai 6, Nitrat, Nitrit, Amoniak, Klorida, COD dan Sulfida dalam keadaan baik. BOD<sub>5</sub> berkisar antara 1,51-3,53 mg/L. Pada stasiun 1 nilai BOD<sub>5</sub> sudah melebihi ambang batas yang ditentukan, hal ini disebabkan di daerah ini terdapat aktifitas masyarakat dan KJA. Kandungan Phospat pada semua stasiun juga sudah melampaui baku mutu sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, hal ini juga disebabkan oleh adanya aktifitas masyarakat.

Kandungan Sulfida juga sudah melampaui baku mutu yang ditentukan kecuali pada pada stasiun. Tingginya kandungan sulfida dikarenakan adanya dekomposisi bahan organik oleh bakteri dalam keadaan anaerob.

**Tabel 10. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (*permukaan*) Daerah Simanindo Kecamatan Simanindo Kabupaten Samsir**

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU *	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
	<b><u>FISIKA</u></b>							
1	Suhu	°C	-	28	26.4	26.5	-	
2	Intensitas cahaya	lux	-	-	-	-	-	
3	Kecerahan	m	-	3.03	3.77	3.18	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	2	2	2	-	Spektro
5	TSS	mg/l	50	1	<1	2	-	Gravimetri
	<b><u>KIMIA</u></b>							
1	pH	-	6-8.5	6	6	6	-	pH-meter
2	DO	mg/l	6	0.5	0.34	0.36	-	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	3,53	1,51	1,77	-	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	6,9	4	5,2	-	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0,4	0,7	0,6	-	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	<0.0001	<0.0019	0.0001	-	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	<0,001	<0,001	<0,001	-	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	4,39	3,96	3,96	-	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	<3	<3	<3	-	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0,001	0,001	0,001	-	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Batas terendah Phospat yang dibutuhkan oleh ganggang berkisar 0,018-0,07 mg/L (Bengen. Et. Al, 1994). Kandungan Phospat di perairan Simanindo berkisar < 3 mg/L. Dengan demikian dapat dikatakan kebutuhan organisme nabati akan phospat sebagai unsur hara relatif sedikit.

#### **IX. Perairan Pangururan Kecamatan Pangururan Kabupaten Tobasa**

Hasil analisis parameter Fisika air di perairan Pangururan kabupaten Tobasa antara lain Suhu, Kecerahan, Kekeruhan dan TSS menunjukkan masih layak untuk kehidupan biota perairan.

Tabel 11. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (*permukaan*) Daerah Pangururan Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ALAT
				1	2	3	4	
<b>FISIKA</b>								
1	Suhu	<sup>o</sup> C	-	24.4	24.7	25.1	-	
2	Intensitas cahaya	lux	-	-	-	-	-	
3	Kecerahan	m	-	4.86	3.27	3.82	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	2	2	2	-	Spektro
5	TSS	mg/l	50	<1	<1	<1	-	Gravimetri
<b>KIMIA</b>								
1	pH	-	6-8.5	6	6	6	-	pH-meter
2	DO	mg/l	6	0.69	0.58	0.29	-	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	3,74	4,27	1,29	-	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	6,3	7,7	3,4	-	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0,6	0,5	0,5	-	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0.06	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0.5	<0,001	<0,001	<0,001	-	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	3,74	3,96	4,18	-	Titrimetri
9	Phospat	mg/l	0.2	3,1	0,2	0,2	-	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0.002	0,002	0,001	0,001	-	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Hasil analisis parameter Kimia perairan menunjukkan kandungan Nitrit berkisar <0,0001 mg/L. Nitrat berkisar antara 0.5-0,6 mg/L, Klorida berkisar antara 3,74 – 4,18 mg/L, Amoniak berkisar <0,001 mg/L, COD berkisar antara 3,4 – 7,7 mg/L, Sulfida berkisar antara 0,001 – 0,002 mg/L. Oksigen terlarut (DO) berkisar antara 0,29 – 0,69 mg/L dalam keadaan baik untuk organisme perairan yaitu di bawah baku mutu menurut PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Hasil analisis BOD<sub>5</sub> berkisar antara 1,29 – 4,27 mg/L. Pada stasiun 1 dan 2 nilai BOD<sub>5</sub> melampaui baku mutu yang ditentukan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001. Hal ini dikarenakan daerah ini merupakan daerah pemukiman dan KJA, sehingga mempengaruhi kualitas perairan pada daerah tersebut.

## X. Perairan Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samsir

Tabel 12. Data Fisika Kimia Perairan Danau Toba (Permukaan) Daerah Tomok Kecamatan Simanindo Kabupaten Samsir

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU*	TITIK SAMPLING				METODE/ ALAT
				1	2	3	4	
<b><u>FISIKA</u></b>								
1	Suhu	°C	-	28	26,4	26,5	-	
2	Intensitas cahaya	lux	-	-	-	-	-	
3	Kecerahan	m	-	4,86	3,27	3,82	-	
4	Kekeruhan	mg/l	-	2	1	1	-	Spektro
5	TSS	mg/l	50	<1	<1	<1	-	Gravimetri
<b><u>KIMIA</u></b>								
1	pH	-	6-8,5	6	6	6	-	pH-meter
2	DO	mg/l	6	0,19	0,31	0,21	-	Titrimetri
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2	1,41	1,56	1,94	-	Titrimetri
4	COD	mg/l	10	2,9	3,7	4,8	-	Spektro
5	Nitrat	mg/l	10	0,5	0,7	0,8	-	Spektro
6	Nitrit	mg/l	0,06	0,0007	0,0008	0,0004	-	Spektro
7	Amoniak	mg/l	0,5	<0,001	<0,001	<0,001	-	Spektro
8	Klorida	mg/l	600	5,93	4,18	4,18	-	Titrimetri
9	Fosfat	mg/l	0,2	8,4	27,3	15,2	-	Spektro
10	Sulfida	mg/l	0,002	0,003	0,001	0,002	-	Spektro

\* Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

### a) Kekeruhan

Keadaan kekeruhan air di perairan Tomok berkisar antara 1 – 3 mg/L. Kandungan muatan padatan tersuspensi dan kekeruhan di perairan terutama berasal dari buangan aktifitas masyarakat.

Tingginya muatan padatan tersuspensi dan kekeruhan di stasiun 7 disebabkan oleh beberapa faktor yang saling mendukung, yaitu akumulasi bahan bawaan dan pengadukan akibat adanya aktifitas masyarakat.

Kekeruhan tidak selalu berkaitan dengan muatan padatan tersuspensi, hal ini karena perbedaan berat jenis dan kualitas materi yang terkandung dalam padatan tersuspensi yang mengakibatkan pula adanya perbedaan biasan cahaya di dalam air, sehingga menghasilkan tingkat kekeruhan yang berbeda.

#### b) TSS

Nilai TSS pada masing-masing stasiun sekitar  $<1 - 2$  mg/L. Stasiun 1 sampai stasiun 7 nilai TSS berkisar  $< 1$  dan nilai TSS yang tertinggi di stasiun 8 yaitu 2 mg/L. Dihubungkan dengan yang dibutuhkan biota perairan masih dibawah ambang batas yaitu  $<50$ mg/L. Dengan demikian daerah perairan Tomok kandungan TSS masih layak untuk aktifitas di perairan.

#### c) DO

Diantara unsur kimia di perairan alami, oksigen merupakan salah satu unsur yang paling penting, yaitu sebagai petunjuk kualitas perairan (Banerjee, 1971). Oksigen terlarut dalam air pada umumnya berasal dari : 1. Difusi oksigen secara langsung dari udara ke dalam air melalui lapisan permukaan; 2. Melalui arus (aliran air); 3. Melalui air hujan, dan; 4. Melalui fotosintesis dalam air.

Konsentrasi oksigen terlarut dapat berkurang oleh karena : 1. Dipergunakan oleh hewan air untuk respirasi; 2. Dipakai dalam proses penguraian bahan-bahan organik secara kimiawi (BOD) (Welch, 1952). Kandungan oksigen terlarut dalam suatu perairan sangat menentukan penyebaran hewan-hewan yang hidup di dalamnya.

Suatu perairan yang kandungan oksigen terlarutnya rendah, biasanya hanya didominasi oleh beberapa jenis hewan tertentu saja. Menurut Warren (1971), kandungan oksigen terlarut yang sangat rendah akan mengurangi jumlah spesies invertebrata yang berukuran besar. Sedangkan cacing Tubifex sp., Larva nyamuk dan cacing-cacing lainnya didapatkan berlimpah.

Kandungan oksigen terlarut di perairan Tomok selama penelitian berkisar antara  $0,17 - 0,31$  mg/L. Peningkatan oksigen terlarut pada stasiun 3 disebabkan daerah ini merupakan pedesaan dan pertanian yang limbah domestiknya cukup rendah, sehingga kurang terjadi pembusukan yang mengkonsumsi oksigen dibandingkan dengan stasiun 4. Kandungan DO di lokasi masih baik yaitu  $<6,0$  mg/L.

#### d) BOD

Biological Oxygen Demand ( $BOD_5$ ) adalah suatu analisis dengan pendekatan secara global proses-proses yang terjadi dalam air.  $BOD_5$  merupakan parameter yang menunjukkan besarnya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba untuk menguraikan bahan organik dalam proses dekomposisi secara kimia (Boyd, 1982). Reaksi biologis pada

analisis BOD<sub>5</sub> dilakukan pada temperatur inkubasi 20 °C dan dilakukan selama 5 hari (Alaerts dan Santika, 1987).

Walaupun lama waktu untuk mencapai stabilitas yang sempurna, tergantung dari keadaan alami substrat dan kemampuan hidup mikroorganismenya. Canter dan Hill (1979) menyatakan, di sungai yang arusnya lambat, nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 5 mg/L menyebabkan lingkungan air yang buruk, tetapi perairan yang deras nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 30 mg/L belum menyebabkan air buangan mempunyai BOD<sub>5</sub> yang tinggi disebabkan bahan organik berkarbon yang dapat dihancurkan oleh mikroorganismenya aerob.

Angka rata-rata BOD<sub>5</sub> di perairan Tomok selama penelitian berkisar antara 1,33 – 3,35 mg/L sudah di atas baku mutu yang ditetapkan yaitu 2 mg/L.

#### e) COD

Kebutuhan oksigen kimiawi atau Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan ukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air secara kimiawi. Nilai COD dipakai sebagai petunjuk tingkat pencemaran air limbah dari kegiatan industri (Mahida, 1981).

Uji kebutuhan oksigen kimia digunakan secara luas sebagai ukuran kekuatan pencemaran air baik air limbah domestik maupun air limbah industri (Mahida, 1984). Hasil analisis nilai kebutuhan oksigen kimia (COD) selama penelitian di perairan Tomok pada lokasi pengamatan berkisar antara 2,9 – 4,8 mg/L.

Pengukuran COD selalu menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari pada BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganismenya dapat ikut teroksidasi, seperti selulosa yang sering tidak terukur melalui uji BOD, karena sukar dioksidasi melalui reaksi biokimia, tetapi dapat diukur melalui uji COD (Fardiaz, 1992).

Pada perairan yang tercemar berbagai limbah industri, nilai oksigen kimia (COD) merupakan indikator pencemaran bahan organik, baik yang bersifat biodegradasi maupun non biodegradasi (Prescod, 1973).

Hasil analisis pengukuran kebutuhan oksigen kimia menunjukkan, stasiun 1 yang kandungannya COD nya rendah 2,9 mg/L. Rendahnya kandungan COD di stasiun 1, menunjukkan kandungan bahan organik biodegradasi maupun non biodegradasi lebih rendah daripada stasiun lainnya. Tingginya kandungan COD pada stasiun 2, hal ini dapat disebabkan banyaknya aktifitas manusia di daerah tersebut, seperti pemukiman yang sarana pengolahan limbahnya tidak ada.

## f) Amonia

Senyawa organik seperti polisakarida, lemak dan protein pada tahap awal mengalami proses hidrolisis menjadi gula, asam lemak dan asam amino. Selanjutnya gula melalui proses glukolisis, asam lemak melalui proses oksidasi dan asam amino melalui proses deaminasi akan dihasilkan senyawa amonia dan kehadirannya dapat dijadikan petunjuk adanya pencemaran (Wisnuprpto, 1988).

Menurut Sutton (1974), kehadiran nitrogen dan amonia dalam air merupakan indikasi tentang kemungkinan adanya pencemaran yang masih baru, sedangkan jika senyawa amonia tidak ada, tetapi diikuti oleh keberadaan nitrat dapat merupakan indikasi tentang pencemaran yang telah berlangsung agak lama.

Amonia ( $N-NH_3$ ) merupakan bentuk terbanyak dari N-organik dalam air yang meliputi amonia ( $NH_3$ ) terlarut dan ion amonia ( $NH_4^+$ ). Amonia dan garam-garamnya sangat mudah larut dalam air dan umumnya merupakan bentuk peralihan. Meskipun amonia merupakan komponen kecil dari daur total nitrogen, namun amonia merupakan sumber tambahan nitrogen yang penting untuk pertumbuhan ganggang dan tanaman air lainnya.

Perairan alam umumnya mengandung amonia kurang dari 0,1 mg/L. Apabila perairan mengandung amonia lebih besar daripada 0,1 mg/L, maka hal ini menunjukkan bahwa perairan tersebut telah mengalami input antropogenik (Mc. Neely *et. al.*, 1979). Amonia yang terlarut dalam air ada 2 macam, yaitu amonia terionisasi ( $N-NH_4$ ) dan amonia yang tak terionisasi ( $N-NH_3$ ). Amonia yang tak terionisasi bersifat racun, sedangkan terionisasi tidak beracun.

Amonia dalam air berada dalam keseimbangan dan dipengaruhi oleh kondisi pH air. Amonia mengalami reaksi hidrolisis dalam air, seperti :  $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4 + OH^-$  pada kondisi basa bergeser ke kiri (Cholik, 1980). Gangguan terhadap manusia menurut Prescod (1977), amonia menyebabkan gangguan bau dan rasa pada air. Menurut Walbott (1973), amonia dapat menyebabkan luka pada sel, iritasi dan membran berlendir. Tanda-tanda klinis adalah batuk, muntah, iritasi pada paru-paru, bila lewat inhalasi menyebabkan iritasi pada mata, saluran pernafasan, keluar lendir pada hidung, bibir, mulut, kebutaan sementara, radang paru-paru dan sianosis.

Kandungan amonia berdasarkan hasil pengamatan berkisar  $<0,0001$  mg/L, dibandingkan dengan baku mutu 0,5 mg/L, kandungan amonia di Tomok masih aman untuk biota perairan.

### g) Nitrat

Seperti diketahui di perairan, nitrogen terdapat dalam bentuk organik dan anorganik. Penyebaran nitrat sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor fisika seperti gerakan air kimia seperti oksidasi dan reduksi serta proses biologi, seperti proses asimilasi dan dekomposisi.

Menurut Goldterman dan Clyme (1967), lumpur di perairan akan mereduksi nitrat jika kebutuhan lumpur terhadap oksigen besar. Perairan yang banyak mengandung bahan organik dan berwarna gelap, kandungan nitratnya rendah.

Kadaan kandungan nitrat di lokasi pengamatan selama penelitian di perairan Tomok berkisar antara 0,5 – 1,4 mg/L. Kandungan nitrat yang terendah terdapat pada stasiun 1 dan 2. Kandungan nitrat selama penelitian pada lokasi pengamatan lebih kecil dari 10 mg/L, merupakan daerah yang baik untuk pertumbuhan algae dan biota perairan.

Kandungan nitrat di daerah ini diduga berasal dari limbah pakan ikan yang digunakan untuk KJA di sekitarnya.

### h) Nitrit

Nitrit dapat meracuni ikan dan hewan akuatik lain karena mampu mengoksidasi  $Fe^{2+}$  di dalam haemoglobin, sehingga menghambat transpor oksigen dalam darah dan dapat merusak jaringan. Disamping itu dapat menyebabkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen menjadi rendah (Smith dan Russo, 1975).

Kandungan nitrit ( $N-NO_2$ ) di lokasi penelitian selama pengamatan di perairan Tomok berkisar antara  $<0,0001 - 0,0010$  mg/L. Kandungan nitrit tertinggi dijumpai pada stasiun 8. Tingginya kandungan nitrit di stasiun 8 diduga berasal dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari limbah domestik dan industri di perairan. Menurut Kep. 02/MEN/KLH/I/1988 disebutkan, untuk kepentingan dan kehidupan biota perairan, sebaiknya dalam perairan tersebut tidak mengandung nitrit.

### i) Fosfor

Fosfor merupakan unsur penting bagi kehidupan organisme perairan, karena akan mempengaruhi produktivitas biologi. Fosfor yang dapat diserap oleh jasad nabati perairan adalah fosfor yang larut dalam air, yaitu dalam bentuk ortofosfat. Ortofosfat di perairan alam terdapat dalam jumlah yang kecil, merupakan faktor pembatas bagi produktivitas perairan (Hutchinson, 1967).

Batasan terendah ortofosfat yang dibutuhkan oleh ganggang berkisar antara 0,018 – 0,07 mg/L. Kandungan ortofosfat di perairan Tomok berkisar antara 0,3 – 27,3 mg/L.

Kandungan fosfat di perairan telah melebihi ambang batas yang di perlukan yaitu 0,2 mg/L

#### J) Sulfida

Kandungan Sulfida di perairan Tomok berkisar antara 0,001 – 0,003 mg/L. Hasil analisis Sulfida di perairan tidak boleh melebihi 0,003 mg/L dengan demikian perairan masih baik.

### 5.2. Hasil Analisa Biota Air Perairan Danau Toba

#### I. Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan

##### a) Fitoplankton

Tabel 13. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman Serta Dominansi Phytoplankton Di Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan (permukaan)

No.	Genus	Stasiun			
		ST I	ST II	ST III	ST IV
1.	<u>Bacillariophyceae</u>				
	<i>Flagellaria</i>	-	-	-	4,670
2.	<u>Chlorophyceae</u>				
	<i>Pediastrum</i>	0,379	0,7575	4,291	0,125
3.	<i>Tetraspora</i>	0,125	-	-	-
4.	<i>Bothryococcus</i>	1,515	-	-	-
5.	<i>Diatoma</i>	3,409	0,25	-	0,125
6.	<u>Cyanophyceae</u>				
	<i>Oscillatoria</i>	-	-	2,018	-
7.	<i>Merismopedia</i>	1,765	0,378	2,272	0,125
8.	<i>Phormidium</i>	-	2,272	4,166	0,125
9.	<i>Microcystis</i>	0,125	-	-	-
10.	<u>Zygnemophyceae</u>				
	<i>Spirotaenia</i>	2,144	0,125	6,689	-
11.	<i>Staurastrum</i>	4,924	0,5037	-	0,503
12.	<u>Ulvophyceae</u>				
	<i>Ulothrix</i>	1,008	2,615	-	0,125
13.	<i>Spongomorpha</i>	0,125	16,78	14,897	9,719
14.	<u>Fragillariophyceae</u>				
	<i>Meridion</i>	-	3,15	-	-
	Jumlah Genus	10	9	6	8
	Total Kelimpahan (ind/L)	15,519	26,87	34,33	15,517
	Indeks Keanekaragaman (H')	1,830	0,8542	2,073	0,951
	Indeks Keseragaman (E)	0,795	0,388	1,1574	0,457
	Indeks Dominansi (D)	0,195	0,421	0,264	0,484

Hasil perhitungan nilai indeks keragaman, keseragaman digunakan untuk mengukur keteraturan dan ketidakteraturan dalam suatu sistem (Krebs, 1978).

Hasil perhitungan nilai keragaman fitoplankton di perairan danau toba lokasi Bakkara (Tabel 13) pada keempat stasiun berkisar antara 0,8542 – 2,073. Indeks keanekaragaman yang tertinggi terdapat pada stasiun 2, tingginya indeks keanekaragaman pada stasiun 2 diduga karena stasiun ini merupakan daerah yang jauh dari aktifitas masyarakat. Keadaan karakteristik dari komunitas fitoplankton ini apabila dihubungkan dengan derajat pencemaran menurut Welch (1980), dimana  $H'$  berkisar antara 0,8542 – 2,073 termasuk kedalam derajat pencemaran sedang.

#### b) Zooplankton

Hasil analisis komunitas zooplankton (Tabel 14) yang keanekaragamannya berkisar antara 1,142 – 2,118 termasuk kedalam pencemaran sedang. Menurut Odum (1971), keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh pembagian dan penyebaran individu dalam tiap jenisnya, karena suatu komunitas walaupun mempunyai banyak jenis, tetapi bila pembagian individunya tidak merata dalam tiap jenisnya dinilai rendah.

**Tabel 14. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman Serta Dominansi Zooplankton Di Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan (permukaan)**

No	Taksa	Stasiun			
		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
	<u><b>Rhizopoda</b></u>				
1	<i>Centropyxis</i>	0,25	-	-	-
2	<i>Plagiopyxis</i>	0,13	-	-	-
3	<i>Parmulina</i>	0,13	-	-	0,13
4	<i>Euglypha</i>	0,13	-	-	-
5	<i>Lesquereusia</i>	0,13	-	-	-
6	<i>Diffugia</i>	0,25	-	2,02	-
7	<i>Dysteria</i>	0,13	-	-	-
8	<i>Valkampha</i>	-	0,13	-	0,38
9	<i>Astramoeba</i>	-	-	7,95	-
	<u><b>Ciliophora</b></u>				
10	<i>Kahlia</i>	0,13	-	-	-
11	<i>Stentor</i>	0,38	-	-	-
12	<i>Phaealodon</i>	1,14	-	-	-
13	<i>Epistylis</i>	0,13	-	-	-
14	<i>Loxodes</i>	-	0,13	-	-
15	<i>Urosoma</i>	-	3,79	-	0,13
	<u><b>Rotifera</b></u>				
16	<i>Lecane</i>	0,25	-	-	-
17	<i>Lophocharis</i>	-	0,13	-	-
18	<i>Brachionus</i>	-	0,13	-	-
19	<i>Enteropeia</i>	-	-	-	0,25
	<u><b>Turbellaria</b></u>				
20	<i>Hidrolimax</i>	1,26	-	-	-
21	<i>Microstomum</i>	-	0,88	2,15	-
	<u><b>Lobosa</b></u>				
22	<i>Colpidium</i>	-	0,13	-	-
	<u><b>Coelentrata</b></u>				
23	<i>Cauliculata</i>	-	3,91	-	-
	<u><b>Copepoda</b></u>				
24	<i>Halicyclops</i>	-	0,50	-	-
	<u><b>Cyanobacteria</b></u>				
25	<i>Mycrocitis</i>	-	0,38	-	-
	<u><b>Cladocera</b></u>				
26	<i>Bosmina</i>	-	0,13	-	-
	<u><b>Zooxellates</b></u>				
27	<i>Amastigomonas</i>	-	0,38	-	-
	<u><b>Gastropoda</b></u>				
28	<i>Creseis</i>	-	-	1,64	-
	<u><b>Porifera</b></u>				
29	<i>Spongia</i>	-	-	-	0,13
	<b>Jumlah Taksa</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<b>Total Kelimpahan (ind/L)</b>	<b>4,41</b>	<b>10,59</b>	<b>13,76</b>	<b>1,01</b>
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	<b>2,118</b>	<b>1,640</b>	<b>1,142</b>	<b>1,491</b>
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	<b>0,826</b>	<b>0,660</b>	<b>0,824</b>	<b>0,926</b>
	<b>Indeks Dominansi</b>	<b>0,171</b>	<b>0,277</b>	<b>0,394</b>	<b>0,250</b>

## II. Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara

### a) Fitoplankton

Tabel 15. Data Pengamatan Phytoplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Phytoplankton di Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara

	GENUS	STASIUN			
		ST1	ST2	ST3	ST4
	<b>I. BACILLARIOPHYTA</b>				
1	<i>Chaetoceros</i>	21,21	21,96	5,68	4,16
2	<i>Ephitemia</i>	0,25	-	-	-
3	<i>Mastogloia</i>	-	-	-	1,76
	<b>II. CHLOROPHYTA</b>				
4	<i>Ankistrodesmus</i>	-	-	-	0,126
5	<i>Bracteacoccus</i>	0,37	-	-	-
6	<i>Chroococcus</i>	2,14	-	-	-
7	<i>Chlorotylum</i>	-	-	0,25	-
8	<i>Elakalothrix</i>	0,12	-	-	-
9	<i>Pediastrum</i>	0,12	-	-	-
10	<i>Protoderma</i>	4,67	-	-	-
11	<i>Oedogonium</i>	-	-	0,12	-
12	<i>Spongomorpha</i>	1,76	-	6,56	5,55
13	<i>Spinosclosterium</i>	1,01	4,16	0,12	2,77
14	<i>Spirotaenia</i>	-	0,12	-	-
15	<i>Staurostrum</i>	0,37	-	-	3,28
16	<i>Rotricoccus</i>	0,63	4,29	4,29	0,37
17	<i>Roya</i>	0,50	-	-	-
	<b>III. CYANOPHYTA</b>				
18	<i>Merismopedia</i>	2,39	0,75	7,95	0,50
19	<i>Phormidium</i>	2,27	0,75	1,38	21,46
	<b>IV. PHYRROPHYTA</b>				
20	<i>Cryptomonas</i>	0,12	-	-	-
21	<i>Monomastix</i>	-	-	-	-
	<b>V. EUGLENOPHYTA</b>				
22	<i>Anisonema</i>	0,88	-	-	-
	<b>JUMLAH TAKSA</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>TOTAL KELIMPAHAN (Ind/L)</b>	<b>38,88</b>	<b>32,07</b>	<b>26,38</b>	<b>42,297</b>
	<b>INDEKS KEANEKARAGAMAN (H')</b>	<b>1,706</b>	<b>0,992</b>	<b>1,584</b>	<b>1,646</b>
	<b>INDEKS KESERAGAMAN (E)</b>	<b>0,615</b>	<b>0,553</b>	<b>0,615</b>	<b>0,749</b>
	<b>INDEKS DOMINANSI (D)</b>	<b>0,326</b>	<b>0,505</b>	<b>0,228</b>	<b>0,334</b>

Kelimpahan fitoplankton di perairan Muara (Tabel 15) berkisar antara 26,38 – 42,68 ind/L. Perbedaan kelimpahan diduga karena pengaruh dari aktifitas masyarakat dan berpengaruh terhadap faktor fisika-kimia. Odum (1993), menyatakan setiap spesies mempunyai batas toleransi terhadap faktor dalam lingkungan tersebut. Keanekaragaman fitoplankton di Muara berkisar antara 1,03 – 1,706. Indeks keanekaragaman dapat

dipengaruhi faktor fisika-kimia perairan. Odum (1993) menyatakan nilai indeks keanekaragaman dapat dipengaruhi pembagian dan penyebaran individu oleh tiap jenis. Bila dihubungkan indeks keanekaragaman dengan keadaan perairan Muara dapat digolongkan kualitas sedang dan stabilitas biota sedang.

### b) Zooplankton

Tabel 16. Data Pengamatan Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Zooplankton di Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<i>Ciliophora</i>				
1.	Tracelocerca	0,50	0,25	-	-
2.	Stentor	0,63	0,25	-	3,53
3.	Paravorticella	1,77	1,01	-	-
4.	Lacrymaria	0,13	-	-	-
5.	Scyphidia	0,25	-	-	-
6.	Colpidium	0,13	-	-	-
7.	Tetrahymena	0,13	-	1,01	-
8.	Chaetia	-	-	-	1,26
9.	Sphenophrya	-	-	0,25	0,38
10.	Trachelinus	-	-	-	0,25
11.	Teuthophrys	-	-	-	0,38
	<i>Rhizopoda</i>				
12.	Arcella	5,43	1,01	1,39	0,38
13.	Rugipes	0,38	-	-	-
14.	Diffugia	-	-	0,63	-
15.	Amoeba	-	-	3,16	-
16.	Lesquerusia	-	-	-	0,50
	<i>Turbellaria</i>				
17.	Otomesostoma	1,52	-	-	-
18.	Microstromum	0,50	-	-	-
19.	Hymenella	0,50	-	0,38	-
	<i>Arachnoida</i>				
20.	Bosmina	0,88	-	-	-
21.	Artemia	-	-	-	0,50
	<i>Gastropoda</i>				
22.	Creseis	0,25	-	0,13	-
	<i>Rotifera</i>				
23.	Wierzeskiella	0,50	-	-	-
	<i>Bryozoa</i>				
24.	Fredericella	0,13	-	-	-
	<i>Zooflagellates</i>				
25.	Amastigomonas	-	-	0,38	-
	Jumlah Taksa	16	4	8	8
	Total Kelimpahan (ind/l)	13,63	2,53	7,33	7,19
	Indeks Keanekaragaman (H')	2,1	1,19	1,66	1,61
	Indeks Keseragaman (E)	0,76	0,86	0,80	0,77
	Indeks Dominansi (D)	0,20	0,34	0,25	0,29

Hasil analisis zooplankton di kecamatan Muara (Tabel 16) kelimpahannya berkisar antara 2,53 – 13,63 Ind/L. Indeks keanekaragaman berkisar antara 0,623 – 1,654. Apabila H' yang diperoleh pada keempat stasiun dihubungkan dengan kriteria yang dikemukakan oleh William dan Doris (1986) dimana H' berkisar antara 1 – 3, maka keanekaragaman zooplankton di kecamatan Muara termasuk kedalam derajat pencemaran sedang.

### III. Kecamatan Balige Kabupaten Tobasa

#### a) Fitoplankton

Tabel 17. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Fitoplankton pada perairan Danau Toba Kecamatan Balige (Permukaan)

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<b>I. Bacillariophyceae</b>				
	Chaetoceros	66	3,03	7,82	18,06
	Mostogloia	0,63	-	0,63	0,76
	<b>II. Chlorophyceae</b>				
	Spongomorpha	22,09	-	15,27	6,06
	Pediastrum	3,79	-	-	-
	Staurastrum	2,77	1,39	0,50	0,125
	Spirutaenia	0,125	-	-	-
	Closteriopsis	1,26	-	0,63	-
	Rotricoccus	0,125	-	0,75	1,51
	Chosmarium	0,76	-	0,125	-
	Spinosclosterium	3,28	-	0,125	-
	Ankistrodesmus	-	-	0,25	-
	Oedogonium	-	-	-	0,125
	Trachelocerca	-	-	-	-
	<b>III. Cyanophyceae</b>				
	Phormidium	2,01	-	0,63	0,503
	Merismopedia	0,63	-	0,38	1,33
	<b>Jumlah Taksa</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
	<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>	<b>52,27</b>	<b>4,42</b>	<b>27,15</b>	<b>28,15</b>
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	<b>1,654</b>	<b>0,623</b>	<b>1,272</b>	<b>1,035</b>
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	<b>0,67</b>	<b>0,90</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	<b>0,22</b>	<b>0,57</b>	<b>0,40</b>	<b>0,49</b>

Hasil analisis organisme fitoplankton di perairan Balige Kabupaten Tobasa (Tabel 17), kelimpahan berkisar antara 4,42 – 52,27 ind/L. Indeks keanekaragaman berkisar antara 0,623 – 1,654 ind/L. Keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan

terendah terdapat pada stasiun 2. Rendahnya  $H'$  (keanekaragaman) bila dikaitkan dengan kriteria yang dikemukakan oleh Welch (1980), stasiun 2 termasuk tercemar berat karena nilai keanekaragamannya dibawah 1 ( $H' < 1$ ). Pengertian tercemar berat disini didasarkan pada akibat interaksi ekologis antar individu penyusun komunitas fitoplankton. Indeks keseragaman berkisar antara 0,50 – 0,90 ind/L, mendekati 1 dengan demikian distribusi fitoplankton pada masing-masing stasiun seragam.

b) Zooplankton

Tabel 18. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Zooplankton pada perairan Danau Toba Kecamatan Balige (Permukaan)

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<b>Rhizopoda</b>				
1.	Amoeba	0,50	-	0,25	-
2.	Mastigamoeba	0,13	-	-	-
3.	Nebella	-	0,38	-	-
4.	Arcella	-	3,79	-	-
5.	Dinamoeba	-	0,38	-	-
6.	Astramoeba	-	0,38	0,25	0,13
	<b>Rotifera</b>				
7.	Lecgne	-	-	-	-
8.	Filinia	0,13	-	-	-
9.	Keratella	-	0,13	-	-
	<b>Monogonata</b>				
10.	Notholica	0,13	0,25	-	-
	<b>Gastropoda</b>				
11.	Creseis	0,13	-	1,14	0,13
	<b>Copepoda</b>				
12.	Cyclops	0,13	-	0,13	-
13.	Nauplius	-	-	0,13	0,13
	<b>Ostracoda</b>				
14.	Chlamydotheca	-	0,76	-	-
	<b>Ciliophora</b>				
15.	Stentor	-	0,13	-	-
16.	Trachelocerca	-	-	-	0,13
	<b>Turbellaria</b>				
17.	Microstomum	-	-	0,13	-
	<b>Jumlah Taksa</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
	<b>Total Kelimpahan (ind/l)</b>	<b>1,13</b>	<b>6,19</b>	<b>2,02</b>	<b>0,50</b>
	<b>Indeks Keanekaragaman(<math>H'</math>)</b>	<b>1,58</b>	<b>1,36</b>	<b>1,36</b>	<b>1,39</b>
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	<b>2,83</b>	<b>0,65</b>	<b>0,76</b>	<b>1,00</b>
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	<b>0,26</b>	<b>0,40</b>	<b>0,36</b>	<b>0,25</b>

Keadaan organisme zooplankton di perairan danau toba kecamatan Balige (Tabel 18) berkisar antara 1,36 – 1,58. Nilai  $H'$  ditentukan banyaknya spesies yang hadir pada suatu ekosistem dan juga ditentukan oleh proporsi jumlah masing-masing. Apabila dihubungkan dengan derajat pencemaran, keanekaragaman zooplankton termasuk sedang karena  $H'$  berkisar antara 1 – 3 (William dan Doris, 1986).

#### IV. Desa Sibaganding Kecamatan Parapat Kabupaten Simalungun

##### a) Fitoplankton

**Tabel 19. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Fitoplankton pada perairan Danau Toba desa Sibaganding Kecamatan Parapat (Permukaan)**

No.	Taksa	Stasiun		
		KR I	II	III
	<b>I. Bacillariophyceae</b>			
1.	Chaetoceros	2,90	8,59	10,35
2.	Mostogloia	-	0,13	-
3.	Ephithemia	0,25	-	-
4.	Amphora	-	-	0,25
5.	<b>II. Chlorophyceae</b>			
6.	Spongomorpha	236,11	435,67	269,32
7.	Pediastrum	0,88	1,01	2,53
8.	Staurastrum	0,88	1,77	3,66
9.	Spirutaenia	0,50	-	-
10.	Chlosteriopsis	-	0,25	0,13
11.	Rotricoccus	-	0,25	-
12.	Chosmarium	-	-	-
13.	Spinoclosterium	0,25	-	-
14.	Ankistrodesmus	-	0,38	-
15.	Oedogonium	-	-	-
16.	Trachelocerca	-	-	-
17.	Kirchneriolla	0,76	0,884	-
18.	Nitella	-	-	0,13
19.	Gomozygon	-	-	0,88
20.	Mesolaenim	-	-	0,25
	<b>III. Cyanophyceae</b>			
21.	Phormidium	0,38	8,71	5,68
22.	Merismopedia	-	-	0,63
23.	Chrococcus	12,75	-	-
24.	Rotricoccus	-	-	1,39
	<b>Jumlah Taksa</b>	10	11	12
	<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>	255,68	186,75	295,20
	<b>Indeks Keanekaragaman (<math>H'</math>)</b>	0,37	0,52	0,45
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	0,16	0,22	0,18
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	0,86	0,79	0,83

Hasil analisis Fitoplankton di desa sibaganding (Tabel 19), keanekaragaman berkisar antara 0,37-0,52. Keanekaragaman tertinggi terdapat di stasiun 2, Nilai keseragaman yang tertinggi juga terdapat di stasiun 2. Keanekaragaman juga berhubungan dengan faktor lingkungan. Rendahnya keanekaragaman di stasiun 1 dapat disebabkan karena rendahnya faktor fisika-kimia perairan. Apabila hasil perhitungan keanekaragaman dihubungkan dengan persamaan Shannon-Winner ditinjau dari kualitas perairan, maka perairan sekitar desa si Baganding biota tidak stabil dan kualitas air tercemar berat karena  $H' < 1$ .

#### b) Zooplankton

**Tabel 20. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Zooplankton pada perairan Danau Toba desa Sibaganding Kecamatan Parapat (Permukaan)**

No.	Taksa	Stasiun		
		KR I	II	III
	<b>I. Rhizopoda</b>			
1	Arcella	2,53	0,13	0,25
2	Amoeba	0,13	0,13	-
3	Astramoeba	-	-	0,76
4	Diffluga	-	-	0,38
5	Mastigomoeba	-	0,25	-
6	Dinamoeba	-	-	0,25
	<b>II. Ciliopora</b>			
7	Stentor	0,25	-	-
8	Oxytricha	-	-	0,13
	<b>III. Turbellaria</b>			
9	Microstomum	-	-	0,25
	<b>IV. Gastropoda</b>			
10	Cresels	1,64	-	1,14
	<b>VI. Crustaceae</b>			
11	Cyclops	0,25	2,90	0,25
	<b>VII. Copepoda</b>			
12	Ergasilus	-	0,38	-
13	Nauplius	0,13	-	0,63
14	Eucyclops	0,13	-	0,13

15	Diaptomus	-	0,13	-
	<b>VIII. Rotifera</b>			
16	Keratella	0,50	0,38	0,25
	<b>XI. Cladocera</b>			
17	Pleuroxus	-	-	0,13
18	Daphnia	-	-	0,13
	<b>XI. Ostracoda</b>			
19	Chlamydotheca	-	0,13	-
	<b>Jumlah Taksa</b>	9	8	12
	<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>	5,55	4,42	4,42
	<b>Indeks Keanekaragaman (<math>H'</math>)</b>	2,08	0,814	2,2
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	0,71	0,39	0,89
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	0,31	0,45	0,14

Keadaan organisme zooplankton (Tabel 20), keanekaragaman berkisar antara 0,81-2,2. Keanekaragaman zooplankton yang tertinggi terdapat di stasiun 3. Tingginya keanekaragaman di stasiun 3 diduga karena faktor fisika kimia yang mendukung. Nilai indeks keanekaragaman ditentukan oleh proporsi jumlah masing-masing individu satu jenis. Apabila indeks keanekaragaman dihubungkan dengan Welch (1980), Keanekaragaman zooplankton di perairan si baganding tergolong kedalam derajat pencemaran sedang.

## V. Kecamatan Haranggaol Kabupaten Simalungun

### a) Fitoplankton

Berdasarkan hasil analisis organisme fitoplankton di Kecamatan Haranggaol (Tabel 21), total kelimpahan fitoplanton berkisar antara 10,606 - 897,27 ind/L. Kelimpahan tertinggi di stasiun 4 dan terendah di stasiun 2 yaitu 10,606 ind/L. Keanekaragaman fitoplankton berkisar antara 0,123 - 0,213. Indeks keseragaman berkisar antara 0,076 - 0,109, dan indeks dominansi berkisar antara 0,93 - 0,958. Indeks keanekaragaman yang paling rendah pada stasiun 3 dan yang tertinggi pada stasiun 1. Tingginya indeks keanekaragaman pada stasiun 1 diduga karena faktor fisika kimia di daerah stasiun itu dalam keadaan baik. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman apabila dihubungkan dengan yang dikemukakan oleh Welch (1980) perairan di wilayah penelitian termasuk tercemar berat, karena nilai indeks keanekaragamannya dibawah 1 ( $H' < 1$ ).

**Tabel 21. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi fitoplankton pada perairan Danau Toba Kecamatan Haranggaol Horisan Kabupaten Simalungun.**

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
1.	<b>I. Bacillariophyta</b> Chaetoceros	34,33	28,00	-	39,33
2.	<b>II. Cyanophyceae</b> Merismopedia	1	4,67	1,00	2,00
4.	Phormidium	24,67	4,33	-	12,00
5.	Spinoclosternum	-	1,00	-	-
6.	Rotricoccus	1,67	-	15,33	-
7.	<b>III. Chlorophyceae</b> Spongomorpha	1970	866,67	1304,33	2295,33
8.	Closteriopsis	-	0,67	1,33	3,67
9.	Dictyosphaerium	-	0,33	-	-
10.	Staurastrum	7,33	5,67	10,67	15,33
11.	Pediastrum	9,33	1,33	-	2,33
	<b>Jumlah Taksa</b>	7	9	5	7
	<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>	775,884	10,606	504,798	897,727
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	0,213		0,123	0,181
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	0,109		0,076	0,093
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	0,93		0,958	0,94

**b) Zooplankton**

Hasil analisis organisme zooplankton perairan Haranggaol (Tabel 22), indeks keanekaragamannya berkisar antara 1,32 – 1,97. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis diperlukan untuk mengukur tingkat keteraturan dan ketidak teraturan dalam suatu sistem (Krebs, 1978). Hasil perhitungan indeks keanekaragaman yang berkisar antara 1,32 – 1,97 tergolong sedang apabila dihubungkan dengan derajat pencemaran air.

**Tabel 22. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi zooplankton pada perairan Danau Toba Kecamatan Haranggaol Horisan Kabupaten Simalungun.**

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<b>I. Turbellaria</b>				
1.	Microstomum	0.50	3.28	0.13	4.67
2.	Phagocata	-	0.25	-	-
	<b>II. Rotifera</b>				
3.	Colurella	0.13	-	-	-
4.	Filinia	-	1.39	-	-
5.	Beuchampia	-	0.63	-	-
6.	Notholca	-	0.13	-	-
7.	Lecane	-	-	0.38	-
	<b>III. Rhizopoda</b>				
8.	Astramoeba	0.88	-	-	0.76
9.	Euglypha	-	0.13	-	-
10.	Lesquereusia	-	0.88	-	-
11.	Dinamoeba	-	-	0.63	0.38
12.	Amoeba	3.28	0.76	4.67	0.13
13.	Stygamoeba	-	-	0.25	-
14.	Diffugia	-	-	2.15	0.25
15.	Mastigamoeba	-	-	-	0.13
16.	Arcella	-	-	-	0.13
	<b>IV. Ciliophora</b>				
17.	Oxytricha	0.13	-	-	-
18.	Tintinnopsis	0.13	-	-	-
19.	Trachelocerca	-	0.25	-	-
20.	Stentor	-	-	0.25	-
	<b>V. Crustaceae</b>				
21.	Nauplius	0.13	-	-	-
	<b>VI. Gastropoda</b>				
22.	Creseis	0.50	1.39	0.13	0.88
	<b>VII. Polychaeta</b>				
23.	Aelosoma	0.25	-	-	-
	<b>VIII. Copepoda</b>				
24.	Diaptomus	-	0.13	-	-
25.	Cyclops	-	0.13	-	0.13
	<b>IX. Cladocera</b>				
26.	Latona	-	-	0.13	-
	<b>Jumlah Taksa</b>	9	12	9	9
	<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>	5.93	9.33	8.71	7.44
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	1.49	1.97	1.39	1.32
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	0.68	0.79	0.63	0.603
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	0.35	0.21	0.36	0.42

## VI. Kecamatan Tongging Kabupaten Karo

### a) Fitoplankton

**Tabel 23. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, Indeks Dominansi Fitoplankton Pada Perairan Danau Toba Daerah Tongging (permukaan)**

No.	Taksa	Stasiun		
		I	II	III
1	Spongomorpha	655.429	632.954545	132.7020
2	Pediastrum	0.631	0.63131313	0.3788
3	Mesolanium	501.136	-	-
4	Cyteros	3.914	-	-
5	Gloeobotris	6.818	-	0.2525
6	Phormidium	1.641	0.12626263	-
7	Rotrisococus	0.379	2.52525253	0.5051
8	Maslogia	0.505	0.63131313	0.1263
9	Straurastrum	2.399	1.89393939	1.0101
10	Chaetoceros	0.253	3.03030303	20.3283
11	Cosmarium	0.126	-	-
12	Closteriopsis	1.263	-	-
13	Ulotrix	0.126	-	-
14	Ankistiodesmus	0.126	-	-
15	Merismopedia	-	0.25252525	2.3990
<b>Jumlah Genus</b>		<b>14</b>	<b>8</b>	<b>8.0000</b>
<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>		<b>1,174.747</b>	<b>642.045455</b>	<b>157.70202</b>
<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>		<b>0.7818</b>	<b>0.09669</b>	<b>0.55424</b>
<b>Indeks Keseragaman (E)</b>		<b>0.2962</b>	<b>0.05396372</b>	<b>0.284823</b>
<b>Indeks Dominansi (D)</b>		<b>0.4933</b>	<b>0.97193048</b>	<b>0.7249848</b>

Hasil analisis organisme fitoplankton di perairan Tongging Kabupaten Karo (Tabel 23), keanekaragaman berkisar antara 0,09669 – 0,7818. Keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan yang terendah terdapat pada stasiun 2. Jika dihubungkan dengan kriteria yang dikemukakan oleh Welch (1980) perairan danau Toba daerah

Tongging tergolong dalam perairan tercemar berat karena nilai keanekaragaman dibawah 1 ( $H' < 1$ ). Hal ini diduga dikarenakan adanya pengaruh dari aktifitas masyarakat dan KJA.

b) Zooplankton

**Tabel 24. Data Kelimpahan (ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, Indeks Dominansi Zooplankton Pada Perairan Danau Toba Daerah Tongging**

No.	Taksa	Stasiun		
		I	II	III
1	Diffugia	4.545	2.651515	0.3788
2	Arsella	3.788	4.419192	2.0202
3	Astramoeba	0.253	-	-
4	Microtomum	1.894	-	6.9444
5	Orytrica	0.126	-	-
6	Beuchampia	0.126	-	0.5051
7	Trachelocerca	0.758	-	0.7576
8	Cyclops	0.253	-	-
9	Phacelodon	0.126	-	-
	Jumlah Genus	9	2	5
	<b>Total Kelimpahan (ind/L)</b>	11.869	7.070707	10.60606
	<b>Indeks Keanekaragaman (H)</b>	1.5094	0.66156	1.04562
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	0.6870	0.954429	0.64968
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	0.2793	0.53125	0.47364

Hasil analisis organisme zooplankton di perairan Danau Toba Kecamatan Tongging Kabupaten karo (Tabel 24). Kelimpahan zooplankton berkisar antara 7,070707 – 11,869. Indeks keanekaragaman berkisar antara 0,66156 – 1,5094. Jika dihubungkan dengan kriteria yang dikemukakan oleh Welch (1980), bahwa perairan Danau Toba Kecamatan Tongging Kabupaten Karo tergolong kedalam perairan tercemar sedang sampai tercemar berat.

## VII. Kecamatan Silalahi Kabupaten Dairi

### a) Fitoplankton

Tabel 25. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Fitoplankton pada perairan Danau Toba Silalahi (Permukaan)

NO,	Nama Genus	STASIUN PENGAMATAN			
		I	II	III	IV
	<b><u>Chlorophyceae</u></b>				
1,	<i>Pediastrum</i>	0,379	0,253	0	0
2,	<i>Rotricoccus</i>	2,904	0,379	0	0
	<b><u>Cyanophyceae</u></b>				
3,	<i>Merismopedia</i>	1,641	2,273	2,399	2,904
4,	<i>Phormidium</i>	1,389	1,389	0,631	1,263
	<b><u>Zygnemophyceae</u></b>				
5,	<i>Spinoclosterium</i>	2,652	0,758	1,010	0,379
6,	<i>Staurastrum</i>	1,894	2,399	0	0
	<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>				
7,	<i>Chaetoceros</i>	2,904	2,020	10,606	0
8,	<i>Spongomorpha</i>	6,566	4,545	0,505	1,389
	Jumlah Genus	8	8	5	4
	Total Kelimpahan (ind/L)	20,328	14,015	15,152	5,934
	Indeks Keanekaragaman (H')	1,226	1,798	0,968	1,195
	Indeks Keseragaman (E)	0,862	0,601	0,865	0,601
	Indeks Dominansi (D)	0,182	0,195	0,498	0,344

Menurut Hawkes (1979), banyaknya bahan pencemar dalam perairan akan mengurangi spesies yang ada dan pada umumnya akan meningkatkan populasi jenis yang tahan terhadap kondisi perairan tersebut. Dari perhitungan kelimpahan Fitoplankton frekuensi kemunculan yang selalu ada yaitu *Merismopedia*, *Phormidium*, *Spinoclosterin*, dan *Spongomorpha*. Total kelimpahan berkisar antara 5,934 – 20,328 ind/L. Indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 0,968 – 1,798. Indeks keseragaman berkisar antara 0,601 – 0,865. Dari hasil analisis yang diperoleh tergolong kategori komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat (Fachrul, 2007).

b) Zooplankton

**Tabel 26. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Zooplankton pada perairan Danau Toba Silalahi (Permukaan)**

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<b>Ciliophora</b>				
1.	Trachelocerca	2,91	1,14	1,77	0,88
	<b>Gastropoda</b>				
2.	Creseis	0	1,77	1,39	1,14
	<b>Rhizopoda</b>				
3.	Arcella	1,64	0	0,76	0
4.	Amoeba	0,13	0,25		0
5.	Heleopora	0	0	0,38	0
	<b>Turbellaria</b>				
6.	Microstomum	1,39	0	0	1,52
	<b>Branchiopoda</b>				
7.	Bosmina	0,38	0	0	0,76
	<b>Ascomycetes</b>				
8.	Parmulina	1,26	0	0	0
	<b>Porifera</b>				
9.	Spongia	0,50	0	0	0
	<b>Jumlah Taksa</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>Total Kelimpahan (N)</b>	<b>8,20</b>	<b>3,16</b>	<b>4,30</b>	<b>4,29</b>
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	<b>1,66</b>	<b>0,89</b>	<b>1,25</b>	<b>1,35</b>
	<b>Indeks Kemerataan (E)</b>	<b>0,85</b>	<b>0,81</b>	<b>0,90</b>	<b>0,97</b>
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	<b>0,22</b>	<b>0,45</b>	<b>0,31</b>	<b>0,27</b>

Keadaan komunitas zooplankton di danau Toba Kecamatan Silalahi (Tabel 26), kelimpahan berkisar antara 0,89 – 1,66. Jika indeks keanekaragaman yang diperoleh dari keempat stasiun pengamatan dihubungkan dengan kriteria yang dikemukakan oleh Legendra (1993), maka keanekaragaman zooplankton di perairan Silalahi tergolong rendah. Apabila H' yang diperoleh pada keempat stasiun dikaitkan dengan kriteria derajat pencemaran sesuai dengan kriteria yang dikemukakan oleh Fachrul (2007), dimana  $1 < H' < 3$  termasuk kedalam stabilitas komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang.

## VIII Kecamatan Simanindo Kabupaten Samsir

### a) Fitoplankton

Tabel 27. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Fitoplankton pada perairan Danau Toba Simanindo (Permukaan)

GENUS	STASIUN		
	ST1	ST2	ST3
<b>I. BACILLARIOPHYCEA</b>			
<i>Chaetoceros</i>	0,125	7,45	4,17
<i>Coscinodiscus</i>			
<i>Pinnularia</i>	0,125		
<i>Navicula</i>	0,125		
<b>II. CHLOROPHYCEAE</b>			
<i>Pediastrum</i>		0,13	
<i>Oedogonium</i>		0,50	
<i>Spongomorpha</i>		1,39	1,39
<i>Spinoclosterium</i>	1,13		
<i>Staurastrum</i>	0,125	0,25	0,13
<i>Rotricoccus</i>			1,01
<i>Chrococcus</i>	2,39		
<i>Cosmarium</i>	0,125		
<i>Synedra</i>	0,125		
<i>Oscillatoria</i>	23,86		
<b>III. CYANOPHYCEAE</b>			
<i>Phormidium</i>	0,75	0,38	0,38
<i>Merismopedia</i>		0,76	0,88
<i>Nostoc</i>	2,01		
<b>IV. PYRROPHYCEAE</b>			
<i>Microcistis</i>			
<b>JUMLAH TAKSA</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL KELIMPAHAN (Ind/L)</b>	<b>30,92</b>	<b>10,97</b>	<b>7,95</b>
<b>INDEKS KEANEKARAGAMAN (H')</b>	<b>0,92</b>	<b>1,16</b>	<b>1,36</b>
<b>INDEKS KESERAGAMAN (E)</b>	<b>0,38</b>	<b>0,56</b>	<b>0,76</b>
<b>INDEKS DOMINANSI (D)</b>	<b>0,6</b>	<b>0,49</b>	<b>0,34</b>

Banyaknya bahan pencemar dalam perairan akan mengurangi spesies yang ada dan pada umumnya akan meningkatkan populasi jenis yang tahan terhadap kondisi perairan tersebut (Hawkes, 1979). Hasil analisis organisme fitoplankton, keanekaragaman berkisar

antara 0,92 – 1,36. Dari hasil analisis yang diperoleh tergolong kategori komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar buruk, berdasarakan persamaan Sannon Wiener dalam Fachrul (2007).

**b) Zooplankton**

**Tabel 28. Data Pengamatan Organisme Zooplankton dan Hasil Analisis Kelimpahan, Keanekaragaman, Keseragaman, serta Dominansi Zooplankton**

No.	Taksa	Stasiun		
		I	II	III
1.	I. Gastropoda Crescis	0.125	0.125	-
2.	II. Rhizopoda Diffugia	0.125	-	-
3.	III. Turbellaria Microstomum	0.125	0.125	-
	<b>Jumlah Taksa</b>	2	2	-
	<b>Total Kelimpahan (Ind/L)</b>	0.375	0.25	-
	<b>Indeks Keanekaragaman (<math>H'</math>)</b>	1.097	0.693	-
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	0.99	1	-
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	0.33	0.5	-

Hasil analisis zooplankton di perairan danau Toba kecamatan Simanindo (Tabel 28), indeks keanekaragaman berkisar antara 0,693 – 1,097, indeks keseragaman berkisar 0,99 – 1 dan dominansi berkisar 0,33 – 0,5. Selama penelitian, organisme zooplankton yang ditemukan dari golongan Gastropoda, Rhizopoda dan Turbellaria. Berdasarkan hasil analisis dominansi di perairan Simanindo berkisar antara 0,33 – 0,5. Indeks dominansi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui peranan persial masing-masing jenis dalam komunitas. Kisaran indeks dominansi 0,33 – 0,5, berarti daerah Simanindo memiliki dominansi jenis yang tinggi. Berdasarkan indek keanekaragaman yang berkisar antara 0,693 – 1,097, dihubungkan dengan derajat pencemaran perairan, perairan Simanindo termasuk kedalam perairan tercemar berat.

## IX. Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir

### a) Fitoplankton

Tabel 29. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Fitoplankton pada perairan Danau Toba Pangururan (Permukaan)

GENUS	STASIUN		
	ST1	ST2	ST3
<b>LBACILLARIOPHYCEA</b>			
<i>Chaetoceros</i>	25,63	6,69	0,25
<b>ILCHLOROPHYCEAE</b>			
<i>Spirotaenia</i>			0,125
<i>Staurastrum</i>	0,76	0,50	0,125
<i>Cosmarium</i>	2,02	0,76	
<i>Spinoclosterium</i>	0,13	0,13	
<i>Rotricoccus</i>	0,76	0,38	
<i>Spongomorpha</i>		1,39	
<i>Pediastrum</i>		0,25	
<b>ILCYANOPHYCEAE</b>			
<i>Phormidium</i>	0,63	0,13	
<i>Merismopedia</i>	0,13	-	
<b>JUMLAH TAKSA</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL KELIMPAHAN (Ind/L)</b>	<b>30,04</b>	<b>10,22</b>	<b>0,5</b>
<b>INDEKS KEANEKARAGAMAN (H')</b>	<b>0,62</b>	<b>1,21</b>	<b>1,03</b>
<b>INDEKS KESERAGAMAN (E)</b>	<b>0,32</b>	<b>0,58</b>	<b>0,94</b>
<b>INDEKS DOMINANSI (D)</b>	<b>0,73</b>	<b>0,45</b>	<b>0,37</b>

Dari hasil penelitian organisme fitoplankton di perairan Pangururan (Tabel 29), dapat dikemukakan frekuensi kemunculan yang selalu ada pada seluruh stasiun selama penelitian yaitu *Chaetoceros*, *Staurastrum*. Selalu munculnya jenis ini dapat disebabkan ketahanan jenis-jenis fitoplankton ini terhadap lingkungannya (Situmorang, 2007). Hasil analisis indeks keanekaragaman pada perairan Pangururan berkisar antara 0,62 – 1,121. Kisaran indeks keanekaragaman ini jika dihubungkan dengan derajat pencemaran menurut Welch (1980) termasuk kedalam derajat pencemaran berat ( $H' < 3$ ).

b) Zooplankton

**Tabel 30. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Zooplankton pada perairan Danau Toba Panguruan (Permukaan)**

GENUS	STASIUN		
	ST1	ST2	ST3
<b>I.COPEPODA</b>			
<i>Nauplius</i>	0,13		
<b>II.GASTROPODA</b>			
<i>Creseis</i>	0,13		
<b>III.RHIZOPODA</b>			
<i>Arcella</i>	0,13		
<i>Parmulina</i>	0,50	0,13	
<i>Astramoeba</i>			
<i>Centrophysis</i>			0,125
<b>IV.TURBELLARIA</b>		1,01	
<i>Mikrostomum</i>			
<b>V.CILIOPHORA</b>		0,13	
<i>Stentor</i>			0,125
<b>JUMLAH TAKSA</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL KELIMPAHAN (Ind/L)</b>	<b>0,88</b>	<b>1,26</b>	<b>0,25</b>
<b>INDEKS KEANEKARAGAMAN (H')</b>	<b>1,15</b>	<b>0,63</b>	<b>0,69</b>
<b>INDEKS KESERAGAMAN (E)</b>	<b>0,83</b>	<b>0,58</b>	<b>1</b>
<b>INDEKS DOMINANSI (D)</b>	<b>0,39</b>	<b>0,65</b>	<b>0,5</b>

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman zooplankton yang berkisar antara 0,63 – 1,15, jika dihubungkan dengan derajat pencemaran menurut Welch (1980) juga termasuk kedalam derajat pencemaran berat.rendahnya indeks keanekaragaman di stasiun 1 dan stasiun 3 dapat disebabkan kondisi faktor fisika kimia yang kurang mendukung yang mempengaruhi organisme di perairan tersebut.

## X. Kecamatan Tomok kabupaten Samosir

### a) Fitoplankton

Tabel 31. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Phytoplankton pada perairan Danau Toba Tomok (Permukaan)

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<b>Chlorophyceae</b>				
1.	Pediastrum	0,1263	0	0	0,126
	<b>Cyanophyceae</b>				
2.	Merismopedia	0,3788	0	0	0,253
3.	Phormidium	2,2727	1,010	1,263	1,515
	<b>Zygnemophyceae</b>				
4.	Spinoclosterium	1,6414	0	0	0
5.	Staurastrum	0,5051	0,126	0,505	0,505
	<b>Bacillariophyceae</b>				
6.	Chaeteceros	15,909	1,389	1,389	4,419
	<b>Jumlah Taksa</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
	<b>Total Kelimpahan (N)</b>	<b>64,520</b>	<b>16,035</b>	<b>20,455</b>	<b>22,475</b>
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	<b>0,9009</b>	<b>0,569</b>	<b>0,588</b>	<b>0,918</b>
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	<b>0,4629</b>	<b>0,4104</b>	<b>0,4241</b>	<b>0,5123</b>
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	<b>0,5213</b>	<b>0,721</b>	<b>0,724</b>	<b>0,529</b>

Hasil analisis komunitas fitoplankton di perairan danau Toba Kecamatan Tomok (Tabel 31), kelimpahan berkisar antara 16,035 – 64,520. Indeks keanekaragaman berkisar antara 0,569 – 0,918. Indeks keseragaman berkisar antara 0,4104 – 0,5123. Dan indeks dominansi berkisar antaran 0,5213 – 0,724. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dapat dijadikan sebagai indikator tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu perairan. William dan Dores (1968) dalam Welch (1980) mengklasifikasikan tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai indeks keanekaragaman, yaitu  $H' > 3$  derajat pencemaran rendah,  $H' 1 - 3$  derajat pencemaran sedang dan  $H' < 1$  derajat pencemaran berat. Jika dihubungkan dengan kategori pencemaran menurut Welch (1980), maka perairan Tomok termasuk kedalam perairan dengan derajat pencemaran berat. Hal ini diduga karena perairan dipengaruhi aktifitas masyarakat dan lokasi KJA.

b) Zooplankton

Tabel 32. Data Kelimpahan (Ind/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Zooplankton pada perairan Danau Toba Tomok (Permukaan)

No.	Taksa	Stasiun			
		I	II	III	IV
	<b>Cilophora</b>				
1.	Stentor	0,13	2,40	2,78	0,63
2.	Scyphidia	0,13	0	0	0
	<b>Rhizopoda</b>				
3.	Arceia	13,26	2,27	3,03	0,63
4.	Zonomyxa	1,39	0	0	0
	<b>Turbellaria</b>				
5.	Microstomum	0,38	1,26	0	0,76
	<b>Copepoda</b>				
6.	Cyclops	0,13	0,13	0,50	0
	<b>Rotifera</b>				
7.	Keratella	0	0,13	0,76	0
	<b>Jumlah Taksa</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
	<b>Total Kelimpahan (N)</b>	<b>15,40</b>	<b>6,18</b>	<b>7,07</b>	<b>2,02</b>
	<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>	<b>0,55</b>	<b>1,22</b>	<b>1,16</b>	<b>1,09</b>
	<b>Indeks Keseragaman (E)</b>	<b>0,31</b>	<b>0,76</b>	<b>0,84</b>	<b>0,99</b>
	<b>Indeks Dominansi (D)</b>	<b>0,75</b>	<b>0,33</b>	<b>0,35</b>	<b>0,34</b>

Kedaaan komunitas zooplanton di lokasi perairan danau Toba kecamatan Tomok (Tabel 32), indeks keanekaragaman berkisar antara 0,55 – 1,22. Indeks keanekaragaman yang tertinggi di stasiun 2, merupakan daerah yang jauh dari aktifitas masyarakat. Berdasarkan indeks keanekaragaman lokasi perairan apabila dihubungkan dengan derajat pencemaran menurut Welch (1980) tergolong kedalam pencemaran perairan berat, karena indeks keanekaragaman berkisar antara 0,55 – 1,22.

**Tabel 33. Status Perairan Danau Toba di Setiap Lokasi Penelitian Berdasarkan Pemetaan Parameter Phospat Yang Diperoleh di Setiap Lokasi Penelitian,**

No	Lokasi	Parameter Phospat (mg/l)	Baku Mutu*	Status Perairan
1.	Bakkara/Kab.Humbahas	td	0.2 mg/l	-
2.	Muara/Kab.Taput	0.813 - 1.715	0.2 mg/l	Tercemar berat
3.	Balige/Kab.Tobasa	0.54 - 1.067	0.2 mg/l	Tercemar berat
4.	Sibaganding/Kab. Simalungun	0.623 - 0.891	0.2 mg/l	Tercemar berat
5.	Haranggaol/Kab.Simalungun	0.694 - 2.603	0.2 mg/l	Tercemar berat
6.	Tongging/Kab.Karo	0.56 - 1.053	0.2 mg/l	Tercemar berat
7.	Silalahi/Kab.Dairi	0.1 - 4	0.2 mg/l	Tercemar berat
8.	Simanindo/Kab.Samosir	0.2 - <3	0.2 mg/l	Tercemar berat
9.	Pangururan/Kab.Samosir	0.2 - 3.1	0.2 mg/l	Tercemar berat
10.	Tomok/Kab.Samosir	8.4 - 27.3	0.2 mg/l	Tercemar berat

\*Baku Mutu : Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran

Berdasarkan data pada Tabel 33, dapat disimpulkan bahwa dari kesepuluh lokasi penelitian yang berada di tujuh kabupaten sekitar kawasan danau Toba dikatakan dalam status "Perairan tercemar berat".

**Tabel 33. Status Perairan Danau Toba di Setiap Lokasi Penelitian Berdasarkan Pemetaan Nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) Phytoplankton Yang Dibandingkan Dengan Kriteria Pencemaran Oleh Shannon Wiener.**

No.	Lokasi	$H'$	$H'$ Shannon Wiener	Derajat Pencemaran
1.	Bakkara/Kab.Humbahas	0.85 – 2.073	No.2 dan 3	Tercemar sedang - berat
2.	Muara/Kab.Taput	0.99 – 1.71	No.2 dan 3	Tercemar sedang - berat
3.	Balige/Kab.Tobasa	0.62 – 1.65	No.2 dan 3	Tercemar sedang - berat
4.	Sibaganding/Kab. Simalungun	0.37 – 0.52	No.3	Tercemar berat
5.	Haranggaol/Kab.Simalungun	0.181 – 0.213	No. 3	Tercemar berat
6.	Tongging/Kab.Karo	0.097 – 0.78	No. 3	Tercemar berat
7.	Silalahi/Kab.Dairi	0.968 – 1.226	No. 2 dan 3	Tercemar sedang - berat
8.	Simanindo/Kab.Samosir	0.92 – 1.36	No.2 dan 3	Tercemar sedang - berat
9.	Pangururan/Kab.Samosir	0.62 – 1.21	No.2 dan 3	Tercemar sedang - berat
10.	Tomok/Kab.Samosir	0.569 – 0.918	No.3	Tercemar berat

Hubungan antara Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener dengan Derajat Pencemaran Perairan

No.	Indeks Keanekaragaman Shannon	Derajat Pencemaran
1.	> 3	Air Bersih
2.	1 - 3	Air tercemar sedang
3.	< 1	Air tercemar berat

**Tabel 34. Daftar Organisme Plankton (Fitoplankton dan Zooplankton) Yang Ditemukan di Setiap Stasiun (st.1-3) Pada Lokasi Penelitian**

No.	Taksa	Lokasi Penelitian :										Jlb.Yg ditempati
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	<i>Phytoplankton</i>											
1.	Pediastrum	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	3
2.	Staurastrum	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	5
3.	Merismopedia	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	4
4.	Maslogia	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
5.	Spongomorpha	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	5
6.	Chaetocheros	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	7
7.	Spinoclosterium	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	2
8.	Rotricoccus	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	2
9.	Phormidium	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	4
		Lokasi Penelitian :										
	<i>Zooplankton</i>											
1.	Arcella	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	4
2.	Cyclops	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	2
3.	Keratella	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1
4.	Microstomum	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
5.	Amoeba	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
6.	Creseis	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
7.	Diffugia	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
8.	Trachelocerca	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1
9.	Stentor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1

**Lokasi Penelitian :**

1.	Bakkara/Kab.Humbahas
2.	Muara/Kab.Taput
3.	Balige/Kab.Tobasa
4.	Sibaganding/Kab. Simalungun
5.	Harangaol/Kab.Simalungun
6.	Tongging/Kab.Karo
7.	Silalahi/Kab.Dairi
8.	Simanindo/Kab.Samosir
9.	Pangururan/Kab.Samosir
10.	Tomok/Kab.Samosir

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan faktor fisika kimia perairan seperti Phosfat yang sudah melampaui standar baku mutu, maka kualitas perairan danau Toba sekitar Keramba Jaring Apung di tiap lokasi penelitian yaitu Bakkara, Muara, Balige, Sibaganding, Haranggaol, Tongging, Silalahi, Simanindo, Pangururan, dan Tomok umumnya sudah tercemar *berat*
2. Berdasarkan Nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) Phytoplankton Yang Dibandingkan Dengan Kriteria Pencemaran Oleh Shannon Wiener. Maka kualitas perairan danau Toba sekitar Keramba Jaring Apung di Sibaganding, Haranggaol, Tongging, dan Tomok, umumnya sudah tercemar *berat*. Sedangkan lokasi yang lainnya tercemar sedang sampai tercemar berat.
3. Pencemaran perairan di lokasi penelitian ini adalah disebabkan adanya aktifitas budidaya ikan sisten keramba jaring apung (KJA) oleh masyarakat.

#### B. Saran

1. Untuk menjaga kelestarian perairan Danau Toba, diharapkan masyarakat meningkatkan kepeduliannya terhadap lingkungan.
2. Perlu perhatian khusus dari pemerintah untuk melakukan zonasi budidaya ikan sistem keramba jaring apung (KJA) di perairan danau Toba, demi kelangsungan ekosistem perairan danau tersebut di masa mendatang.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dari tahap I (Tahun 2011) ke tahap II (Tahun 2012) untuk mewujudkan Relokalisasi Budidaya Ikan Sistem Keramba Jaring Apung (KJA) yang berlandaskan Zonasi Budidaya, demi pemantauan dan pelestarian lingkungan sumberdaya perairan Danau Toba.

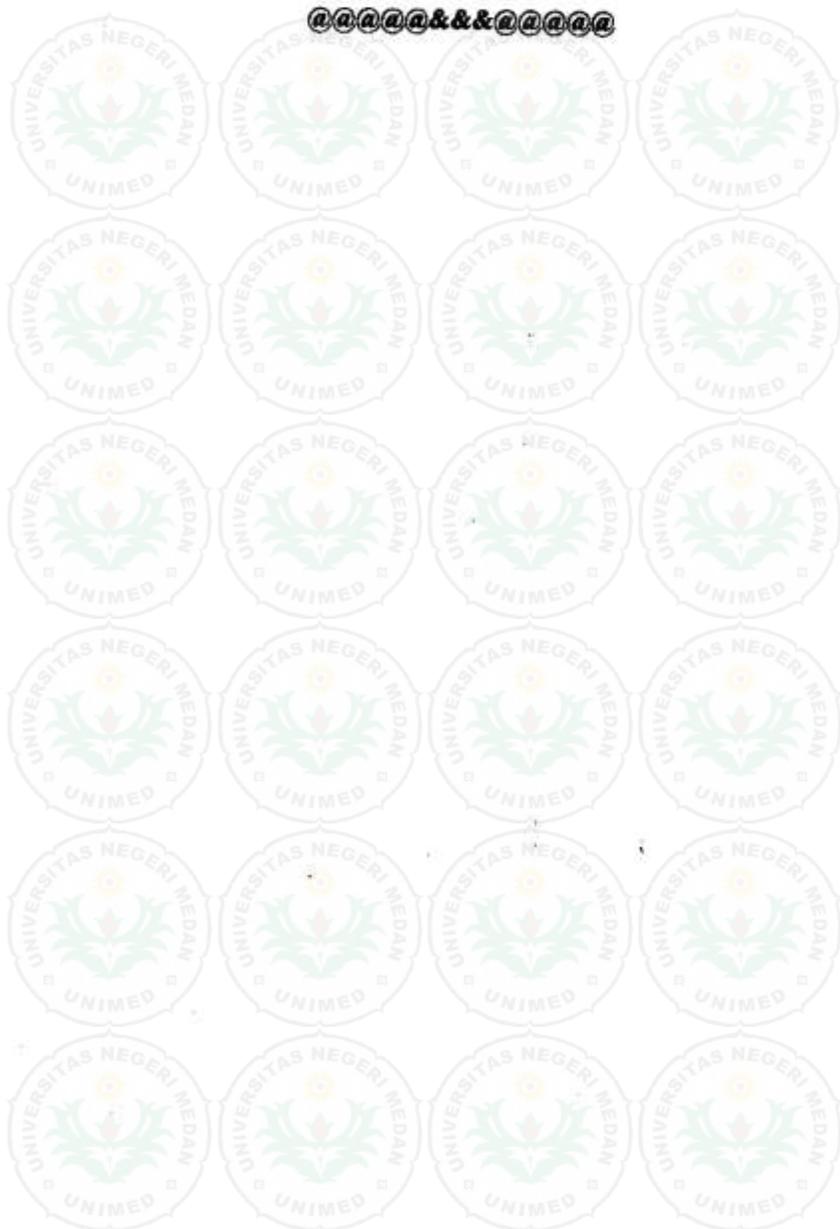
## DAFTAR PUSTAKA

- Barus, T.A. 2001. Pegantar Limnologi : *Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau* ., FMIPA USU, Medan.
- ..... 2006. *Kasus Kematian Masal Ikan Mas Dalam Jaring Apung di Perairan Haranggaol, Danau Toba Ditinjau Dari Aspek Kualitas Air*. Berkala Perikanan Terubuk. Vol.33, No.1. Februari 2006. ISSN : 0126-4265.
- Beveridge, M.C.M. 1984. *Water Pollution Biology*. Ellys Harwood. Limited, Chichester.
- Costa-Pierce, B.A and C.M. Room. 1990. *Waste Production and Efficiency of Feed Use In Floating Net Cage In A Eutrophics Reservoir*. Dalam Reservoir Fisheries and Agriculture Development For Resettlement.
- Departemen Kelautan dan Perikanan., 2005. *Pengelolaan dan Pemanfaatan Perairan Umum Danau Toba Dari Sudut Pandang Perikanan*. Seminar Nasional; Penanggulangan Kematian Massal Ikan Mas di Perairan Danau Toba. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sumatera Utara. Medan
- Fachrul, M. F., 2007. *Metode Sampling Bioekologi*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Ginting, E. M. 2002. *Pengaruh Aktifitas Manusia Terhadap Kualitas Air di Perairan Parapat Danau Toba*. Makalah Seminar Nasional MIPA di UNIMED 14 – 16 Mei 2002. Medan.
- <http://www.savelaketoba.org/media-clipping/lake-toba-today/kualitas> (*Kualita Air Danau Toba Harus Dijaga*), diakses pada :4/20/2010 1:35 AM.
- Koesoebiono. 1991. *Dampak Terhadap Ekosistem Perairan*. Proyek Pengembangan Wirausaha dan Teknologi, Dirjen Industri Kecil Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Krebs, C.J. 1978. *Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* New York. Harper and Row Publishers Inc.
- Lee, C. D. S. B. Wang and C. L. Kuo. 1978. *Benthic MacroInvertebrates and Fish as Biological Indicators of Water Quality with Reference to Community Diversity Index* In. A.R.Quano.B.L. Lokana. N.C. Thak, Ed. *Water Pollution Control In Developing Countries* Asian Inc.Tech., Bangkok.
- Michael, P. 1984. *Ecological Methodes for Field and Laboratory Investigation*. McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Naibaho, L. 2005. *Pemaparan Hasil-Hasil Pengamatan Tentang Kematian Massal Ikan Mas Budidaya di Perairan Danau Toba*. Seminar Nasional; Penanggulangan Kematian Massal Ikan Mas di Perairan Danau Toba. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sumatera Utara. Medan

- Needham, J.G & P. R. Needham. 1984. *Fresh Water Biology*. Fifth. Ed. Published by Holden-Day, Inc. Fransisco.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. CBS Coege Publishing. Japan.
- Panjaitan, Pohan. 2005. *Peranan Penelitian Dalam Pencapaian Industri Budidaya Ikan Lestari di Jaring Apung Danau Toba*. Makalah Seminar Pada Seminar Nasional; Penanggulangan Kematian Massal Ikan Mas di Perairan Danau Toba. Penyelenggara Universitas HKBP Nomensen, pada 3 Maret 2005, di Medan.
- Pennack, R.W. 1978. *Fresh Water Invertebrates of United States*, 2<sup>nd</sup> ed. A. Willey Interscience Publication.
- Ryding, S.O. dan W. Rast. 1989. *The Control of Eutrophications of Lakes and Reservoir*. UNESCO, Paris. The Parthenon Publ. Group Ltd., Cornforth dan The Parthenon Publ. Group Inc. New Jersey.
- Sachland, M. 1975. *Plantonology*. Direktorat Jenderal Perikanan Darat Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sastrawijaya, T. A., 2009. *Pencemaran Lingkungan*, Rieneka Cipta, Jakarta.
- Sinaga, A., dan Riwayat, 2002. *Ekologi Perairan*. FMIPA UNIMED Medan.
- , 2003. *Dampak Pemeliharaan Ikan Sistem Jaring Apung Terhadap Kualitas Air Danau Toba Sekitar Pulau Samosir Berdasarkan Komposisi Fitoplankton*. FMIPA UNIMED, Medan
- Sinaga, A. dan Sihombing, H. 2004. *Studi Komposisi Zooplankton Di Sekitar Keramba Ikan Perairan Danau Toba Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir*. FMIPA UNIMED, Medan.
- Sinaga, A., dan Sinaga. R. 2004. *Pengaruh Budidaya Ikan Dalam Jaring Apung Terhadap Komposisi Fitoplankton Di Perairan Danau Toba Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir*. FMIPA Unimed. Medan.
- Siratit, B.A., dan Sitorus, M. 2005. *Pentingnya Peningkatan Wawasan, Pengetahuan, dan Keterampilan Petani Ikan Guna Mencapai Perikanan Yang Berwawasan Lingkungan di Danau Toba*. Makalah Seminar Pada Seminar Nasional; Penanggulangan Kematian Massal Ikan Mas di Perairan Danau Toba. Penyelenggara Universitas HKBP Nomensen, pada 3 Maret 2005, di Medan.
- Situmorang, M., 2007. *Kimia Lingkungan*. FMIPA UNIMED. Medan.
- Soeriaatmadja, R.E. 1981. *Ilmu Lingkungan*. Penerbit ITB, Bandung.
- Swingle, H.S. 1968. *Standardisation of Chemical Analysis for Water and Pond Mods*. Auburn University. Alabama USA.
- Wickstead, J.M. 1978. *An Introduction to The Tropical Plankton*. Hutchinson & Co. Ltd. London.

Zainal, S. B. A., Costa - Pierce, Iskandar, Rusdy, dan H. Hadikusumah. 1990. *Agriculture Resettlement Option in The Saguling Reservoir, Indonesia : Its Contribution to An Environmentally - Oriented Hydropower Project*. Dalam *The Second Asian Fisheries Forum*. R.Hirano, dan I.Hanyu (eds). Asian Fisheries Society. Manila.

@@@@@&&&@@@@@



## Biodata Peneliti

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI

1. Identitas Diri :  
N a m a : Drs. Antonius Sinaga.MS  
Tempat/Tgl.Lahir : Deli Serdang, 03 Maret 1957  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Pekerjaan : Dosen
2. Institusi : Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan  
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate 20221
3. Bidang Keahlian : Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (PSL)
4. Pendidikan :

Perguruan Tinggi	Gelar	Tahun Selesai	Bidang Studi
IKIP MEDAN	Drs	1983	Pendidikan Biologi
IPB BOGOR	M.S	1992	Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (PSL)

#### 5. Pelatihan Profesional :

Tahun	Pelatihan	Penyelenggara
1993	Kursus Penyusun AMDAL (5 Juli s.d 7 Agts.1993)	IPB Bogor
1994	Training "In the Used and Care of Laboratory Equipment" (7 s.d 13 Feb.1994)	WUTC Padang
1994	Training "In Health and Safety" (14 s.d 20 Feb.1994)	WUTC Padang
1994	Training "In Laboratory Organisation" (21 s.d 28 Feb.1994)	WUTC Padang
1994	"Sampling Technique" (11 s.d 22 Juli 1994)	WUTC Padang
2004	Pelatihan Penulisan Artikel dan Manajemen Jurnal Ilmiah (30 - 31 Maret 2004)	Universitas Negeri Medan
2004	Pelatihan Metodologi Penelitian Bagi Dosen Unimed (6 - 9 September 2004)	Universitas Negeri Medan
2006	Peserta Kursus Penilai AMDAL (19 s.d 29 Juni 2006)	PSDAL USU Medan
2007	Pesrta Training Of Trainer (TOT) dosen Pendamping Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM) (7-8 Desember 2008)	Universitas Negeri Medan

1. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

Tahun	Kegiatan
1995	Anggota Pelaksana Kegiatan "Pembinaan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat Tentang Pembuatan Manisan Buah Pala di Beberapa Desa di Kabupaten Deli Serdang"
1996	Anggota Pelaksana Kegiatan "Pembinaan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat Tentang Pengolahan Buah dan Kulit Nenas di Kecamatan Sipahutar Kabupaten Tapanuli Utara". (Ipteks, Anggota)
1998	Ketua Pelaksana Pada Kegiatan Program Vucer Tentang "Pengolahan Limbah Cair Tahu"
1999	Instruktur Pada Kegiatan "Pelatihan Dosen Untuk Pembuatan Alat Peraga IPA Untuk Meningkatkan Budaya Kewirausahaan" Diselenggarakan pada tanggal 23 – 25 Nopember 1999, di Unimed
2000	Pembimbing Utama Dalam Kegiatan Karya Alternatif Mahasiswa (KAM) Yang Berjudul : "Pembuatan Pakan Lokal Ternak Ayam Pedaging dan Petelur". Agustus s.d Desember 2000
2001	Anggota Pada Kegiatan Program Vucer Sibermas Yang Berjudul : "Pembuatan Pakan Ayam Buras di Kecamatan Salak Kabupaten Dairi" Juni s.d Nopember 2001
2001	Pembimbing Anggota dalam Kegiatan Karya Alternatif Mahasiswa (KAM) Yang Berjudul : "Pembuatan Obat-Obat Ringan Yang Diisolasi dari Bahan Alam". Agustus s.d Desember 2001
2002	Anggota Pada Kegiatan Program Vucer Sibermas Yang Berjudul : "Upaya Peningkatan Pemeliharaan Ayam Buras di Kecamatan Salak Kabupaten Dairi" Juni s.d Nopember 2002
2002	Anggota Pada Kegiatan Program Vucer Sibermas Yang Berjudul : "Pembuatan Bokashi Dalam Upaya Meningkatkan Produksi Nenas di Kecamatan Salak Kabupaten Dairi" Juni s.d Nopember 2002
2003	Ketua Pelaksana Pengabdian Yang berjudul : "Penyuluhan Tentang Pupuk Organik dan Manfaatnya di Desa Sambirejo Kecamatan Binjai Kabupaten Langkat, pada tgl 17 s.d 31 Mei 2003.
2003	Ketua Pelaksana Pengabdian Berjudul : "Pembinaan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat Dalam Pengolahan Buah Aren di Kecamatan Salak Kabupaten Dairi, pada tgl. 4 April s.d 28 Agustus 2003.
2004	Ketua Pelaksana Pengabdian Berjudul : "Pembuatan Bokashi Batang Pisang (Pupuk Organik) di Desa Sambirejo, Kecamatan Binjai Kabupaten Langkat, pada Agustus s.d September 2004.
2005	Anggota Pelaksana Pengabdian Berjudul : "Penerapan Teknologi Pemotong Mekanik Untuk Meningkatkan Produksi Bokashi, pada tgl.1 April s.d 11 September 2005 di Desa Boang Manlu, Kecamatan Salak Kabupaten Dairi
2006	Ketua Pengabdian Program Vucer berjudul : "Penerapan Taknologi Pemotong Mekanik Untuk Meningkatkan Produksi Minyak Nilam, pada April s.d Agustus 2006 di Desa Sambirejo Kecamatan Binjai Kabupaten Langkat.
2007	Ketua Pelaksana Pengabdian Berjudul : "Pemberdayaan Dosen dan Mahasiswa Dalam Meningkatkan Kualitas Pertanian Melalui Penggunaan Bokashi di Desa Sambirejo, Kecamatan Binjai Langkat, pada bulan April – November 2007.
2008	Anggota Panitia Pelaksana Dalam Rangka Pameran Teknologi Tepat Guna dan Usaha Kecil Menengah, pada tgl 6 – 8 November 2008 di Unimed.
2009	

## 6. Pengalaman Penelitian

Tahun	Judul Penelitian	Jabatan	Sumber Dana
1992	Toksistas Letal Limbah Cair Industri Tekstil dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn)	Peneliti Utam	Dikti
1994	Pencemaran Perairan Estuaris Pantai Bagan Deli Belawan Dengan Indikator Keragaman Makrozoobentos.	Ketua Peneliti	PUSDIP-KLH IKIP MEDAN
1996	Pengaruh Limbah Air Panas PLTU Sicangng Terhadap Komposisi Plankton di Sekitar Pulau Sicangng Belawan	Anggota Peneliti	PPD- HEDS/USAID
1997	Toksistas Letal Insectisida Bancol 50 WP Terhadap Gambaran Darah Serta Pertumbuhan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn)	Ketua Peneliti	Basic Science LPTK Bandung
1999	Studi Kualitas Perairan Sekitar Pulau Poncan Sibolga Berdasarkan Kadar Klorofil dan Kelimpahan Fitoplankton	Peneliti Utama	PPD HEDS/USAID
1999	Komposisi dan Kandungan Klorofil Fitoplankton di Perairan Sekitar Pulau Kampel Kecamatan Pangkalan Susus Langkat	Peneliti Utama	SPP/DPP
2001	Inventarisasi Biota Plankton Pada Sumber Air Panas Geothermal Dengan Alirannya di Kabupaten Tapanuli Utara dan Toba Samosir Propinsi Sumatera Utara	Peneliti Utama	Dikti/ Penelitian Dosen Muda
2002	Studi Kualitas Air Sumur Dangkal Sekitar TPA Sampah di Desa Terjun Marelan Kecamatan Marelan, Kota Medan	Peneliti Utama	Dikti/ Penelitian Dosen Muda
2002	Analisis Kandungan logam Pb (Plumbum/Timah hitam) Pada Tanaman Padi ( <i>Oryza sativa</i> L) Sekitar TPA Sampah di Desa Terjun Marelan Kecamatan Marelan Kota Medan	Peneliti Utama	Dikti
2002	Kajian Komposisi dan Struktur Hutan di Suaka Marga Satwa Karang Gading Kabupaten Langkat	Anggota	Dikti
2003	Dampak Pemeliharaan Ikan Sistem Jaring Apung Terhadap Kualitas Air Danau Toba Sekitar Pulau Samosir Berdasarkan Komposisi Fitoplankton.	Peneliti Utama	Dikti
2004	Dampak Pemeliharaan Ikan	Peneliti Utama	Dikti

	Sistem Jaring Apung Terhadap Kualitas Air Danau Toba Sekitar Kecamatan Balige Kabupaten Toba Samosir		
2005	Pengaruh Budidaya Ikan Sistem Keramba Jaring Apung (KJA) Terhadap Kualitas Air Danau Toba Sekitar Haranggaol Berdasarkan Struktur Komunitas Fitoplankton	Peneliti Utama	Dikti/ Penelitian Dosen Muda
2006	Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Terhadap Kualitas Air Permukaan an Sumur Penduduk di Kecamatan Medan Marelan	Anggota Peneliti	Dikti/ Penelitian Dosen Muda
2007	Uji Aktifitas Simplisia Kulit Udang Sebagai Pengawet dan Makanan Pencegah Kolesterol.	Anggota Peneliti	Dikti
2009	Studi Ekologi Biota Bentos dan Plankton Pada Sumber Air Panas Geothermal Dengan Alirannya Di Sumatera Utara	Ketua Peneliti	Dikti/ Penelitian Fundamental Tahap I
2010	Studi Ekologi Biota Bentos dan Plankton Pada Sumber Air Panas Geothermal Dengan Alirannya Di Sumatera Utara	Ketua Peneliti	Dikti/ Penelitian Fundamental Tahap II
2011	Pemetaan Kualitas Perairan Danau Toba Akibat Dampak Budidaya Ikan Sistem Karamba Jaring Apung (KJA) Sebagai Upaya Relokalisasi Budidaya Ikan	Ketua Peneliti	Dikti/ Penelitian Hibah Bersaing Tahap I

7. Karya Tulis Ilmiah/Publikasi ilmiah :

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
1996	Komposisi Plankton Sebagai Indikator Dari Pengaruh Limbah Air Panas di Sekitar Pulau Sicanang Belawan	Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan, ISSN : 0852-0151 Vol 3 No.1,27 September 1996
1997	Toksitasitas Letal Insectisida Bancol 50 WP Terhadap Gambaran Darah Serta Pertumbuhan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio Linn</i> )	Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan, ISSN : 0852-0151 Vol 1 No.1, Maret 1997
2001	Studi Kualitas Air Sumur Dangkal Sekitar TPA Sampah di Desa Terjun Marelan Kecamatan Marelan, Kota Medan	Jurnal Pendidikan Science, ISSN : 0853-3792 vol 23 No.2, Mei 2001
2002	Analisis Kandungan logam Pb (Plumbum/Timah hitam) Pada Tanaman Padi ( <i>Oryza sativa L</i> ) Sekitar TPA Sampah di Desa Terjun Marelan Kecamatan Marelan Kota Medan	Jurnal Penelitian Seintika, ISSN : 1412-2995 vol 2 No.2, September 2002
2003	Pembuatan Bokashi Dari Limbah Batang Pisang Sebagai Pupuk Organik Yang	Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat,

	Ramah Lingkungan	ISSN 0852-2715, Vol.9.No.32 Thn IX Juni 2003
2003	Peran Serta Masyarakat Industri Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup	Prosiding "Seminar Nasional PUSDIP-KLH UNIMED, 2003
2004	Pestisida Nabati Untuk Pengendali Hama Tanaman Yang Ramah Lingkungan	Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, ISSN 0852-2715, Vol.10.No.38 Thn X Desember 2004
2004	Ekologi Ikan di Perairan Estuari Percut Sel Tuan Deli Serdang	Jurnal Sains Indonesia, ISSN : 0853-3792, Vol.28, No.4, Oktober 2004
2004	Pemeliharaan Ikan Sistem Keramba Jaring Apung (KJA) dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Air Danau Toba	Prosiding "Seminar Nasional PUSDIP-KLH UNIMED, 2004
2010	Ekologi Fauna Bentos Di Sumber Dan Aliran Air Panas Geothermal Pusuk Buhit Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir	Akan Terbit di Jurnal Sains Indonesia

Medan, Nopember 2011  
Ketua Peneliti



**Drs. Antonius Sinaga.MS**  
**NIP.195703031985031002**

## ANGGOTA PENELITI

Identitas :

1. Nama Lengkap : Dra. Rewayati. MSi
2. Tempat Lahir : Medan, 21 Maret 1952
3. Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda/IV/c
4. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
5. Alamat Kantor/Telp/Fax : Jl. Willem Iskandar Psr V Mean Estate/061-613365
6. Alamat Rumah/Telp/HP : Jl.K.L Yos Sudarso KM 15.5 No 48/061-6852986/  
081263343554

7. Riwayat Pendidikan :

Pendidikan	Nama Tempat Diperoleh	Tahun	Bidang Ilmu
1. S1	IKIP Medan	1981	Pendidikan Biologi
2. S2	IPB Bogor	1994	Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

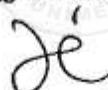
1. Pengalaman Penelitian :

No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Keterangan
1.	Analisis Mutu Lingkungan Perairan Estuaria Bagan Deli Kota Medan	Dikti/ 1995	Mandiri
2.	Studi Ekologi Perairan Tanjung Balai Kabupaten Asahan	SPP/DPP/1997	Mandiri
3.	Distribusi Parameter Fisika-Kimia Perairan Danau Siombak Indah Kecamatan Medan Mareian Kota Madya Medan.	SPP/DPP/1998	Mandiri
4.	Kelimpahan dan Komposisi Hewan Bentos di Perairan Danau Toba Yang Dipengaruhi Limbah Tekstil di Daerah Lumban Dolok Haumabange Kabupaten Tapanuli Utara.	SPP/DPP/1998	Ketua
5.	Pengaruh Budidaya Ikan Dalam Jaring Apung Terhadap Lingkungan Perairan Danau Toba Kabupaten Tapanuli Utara.	HEDS USAID/1999	Ketua
3.	Kandungan Logam Berat Hg, Pb, dan Cd Pada Sayuran di Medan	Dikti/2001	Ketua
4.	Kualitas Perairan Tanjung Tiram Kabupaten Asahan Ditinjau Dari Hewan Bentos Makro	HEDS/2003	Mandiri
5.	Kandungan Metabolit Sekunder Tumbuhan Asteraceae di Sekitar Cagar Alam Sibolangit	Dikti/2005	Anggota
6.	Budidaya Pertambakan Udang Dan Dampaknya Terhadap Mutu Lingkungan Perairan Pantai Percut Kabupaten Deli Serdang.	Dana SP4/2005	Ketua
7.	Studi Ekologi Biota Bentos dan Plankton Pada Sumber Air Panas Geothermal Dengan Alirannya Di Sumatera Utara	Dikti/Penelitian Fundamental Tahap I/2009	Anggota
8.	Studi Ekologi Biota Bentos dan Plankton Pada Sumber Air Panas Geothermal Dengan Alirannya Di Sumatera Utara	Dikti/Penelitian Fundamental Tahap II/2010	Anggota
9	Pemetaan Kualitas Perairan Danau Toba Akibat Dampak Budidaya Ikan Sistem Karamba Jaring Apung (KJA) Sebagai Upaya Relokalisasi Budidaya Ikan	Dikti/Penelitian Hibah Bersaing Tahap I	Anggota

9. Karya Tulis Ilmiah/Publikasi Ilmiah :

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
1996	Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan	Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan, ISSN : 0852-0151 Vol 3 No.1,27 September 1996
2000	Pengaruh Budaya Ikan Dalam Jaring Apung Terhadap Tingkat Kesuburan Perairan Serta Komunitasnya.	Prosiding "Seminar Nasional HEDSA/USAID, Lampung 2000
2001	Kelimpahan Plancton Sebagai Indikator Pencemaran Sungai Baru Kecamatan Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang	Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan, ISSN : 0853-3792 Vol 25 No.2A, Mei 2001
2002	Struktur Komunitas Makrozoobentos dan Aspek Lingkungannya di Belawan Sumatera Utara.	Jurnal Penelitian SANTIKA, ISSN : 0853-3792 vol 23 No.2, Mei 2001
2002	Analisis Kandungan logam Pb (Plumbum/Timah hitam) Pada Tanaman Padi (Oryza sativa L) Sekitar TPA Sampah di Desa Terjun Marelan Kecamatan Marelan Kota Medan	Jurnal Penelitian Saintika, ISSN : 1412-2995 vol 3 No.1, Maret 2002
2002	Distribusi dan Kelimpahan Kopepoda di Perairan Mangrove Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang.	Jurnal Penelitian Saintika, ISSN : 1412-2995 vol 3 No.3, September 2002
2006	Sumberdaya Alam dan Serta Pengelolaannya.	Prosiding "Seminar Nasional PUSDIP-KLH UNIMED, 2006
2006	Penataan Lingkungan Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Perkotaan	Prosiding "Seminar Nasional PUSDIP-KLH UNIMED, 19 Februari 2006
2007	Penataan Ruang Ditinjau Dari Aspek Lingkungannya	Prosiding "Seminar Nasional PUSDIP-KLH UNIMED, September 2007
2008	Fungsi dan Struktur Hutan Kota Terhadap Kualitas Lingkungan	Prosiding "Seminar Nasional PUSDIP-KLH UNIMED, 2008
2010	Ekologi Fauna Bentos Di Sumber Dan Aliran Air Panas Geothermal Pusuk Buhit Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir	Akan Terbit di Jurnal Sains Indonesia

Medan, Nopember 2011  
Anggota Peneliti,



Dra. Rewayati.MSi  
NIP. 195203211983032001

## BIODATA ANGGOTA PENELITIAN

1. Nama Lengkap : Dra. Uswatun Hasanah, M.Si  
2. NIP : 19610301 198803 2 002  
3. Tempat/Tgl Lahir : Sambirejo/1 Maret 1961  
4. Pangkat/Golongan : Pembina Tingkat I / IV-a  
5. Jabatan Fungsional : Lektor kepala  
6. Alamat : Jln. Bhayangkara I No. 88 Medan 20221  
Telp/HP : 085279155326  
7. Pendidikan dan Asal Universitas  
S1 : Pendidikan Biologi Tahun Lulus : 1986 Asal PT : IKIP Negeri Medan  
S2 : Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga  
Tahun Lulus : 1994 Asal PT : IPB BOGOR  
8. Bidang Keahlian/Kajian : Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga  
9. Pengajaran 2 Tahun Terakhir :

### Semester Ganjil T.A. 2008/2009

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kls	Non Dik Angk/Kls	Ext/Kls	Fak/Jur lain
Biologi Umum I	3	-	-	-	Fisika Dik Ekst-08
Biologi sel	2	Bio-07 A	-	-	-
Mikrobiologi Pangan	2	-	Bio-05 A	-	-
Praktek Mikropangan	1	-	Bio-05 A	-	-

### Semester Genap T.A. 2008/2009

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kls	Non Dik Angk/Kls	Ext/Kls	Fak/Jur lain
Biologi Umum II	3	-	-	-	Fisika Dik Ekst-08
Anafismen	3	Bio-07 A	-	-	-
Praktek Anafismen	1	Bio-07 A	-	-	-
Pengantar Amdal	2	-	Bio-06 A	-	-
Praktek Pengtr Amdal	1	-	Bio-06 A	-	-
Biokimia	3	Bio-07 B	-	-	-
Praktek Biokimia	1	Bio-07 B	-	-	-

Semester Ganjil T.A. 2009/2010

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kls	Non Dik Angk/Kls	Ext/Kls	Fak/Jur lain
Biologi Umum I	3	-	-	-	Kimia Dik Ekst-09 A
Biologi Sel	2	Bio-08 A	-	-	-
Mikrobiologi Pangan	2	-	Bio-06 A	-	-
Praktek Mikropangan	1	-	Bio-06 A	-	-
Biokimia	3	-	-	Bio-08	-
Praktek Biokimia	1	-	-	Bio-08	-

Semester Genap T.A. 2009/2010

Mata Kuliah	SKS	Dik Angk/Kls	Non Dik Angk/Kls	Ext/Kls	Fak/Jur lain
Biologi Umum II	2	-	-	-	Kimia Dik Ekst -09
Anafismen	3	Bio-08 A	-	-	-
Mikrobiologi Pangan	2	-	Bio-07A	-	-
Praktek Mikropangan	1	-	Bio-07 A	-	-
Mikrobiologi Dasar	2	-	-	Bio-07	-
Praktek Mikrobiologi Dasar	1	-	-	Bio-07	-
Mikrobiologi Dasar	2	Bio-07 A	-	-	-
Praktek Mikrobiologi	1	Bio-07 A	-	-	-

10. Kegiatan Seminar Mulai Tahun 2003 s/d 2009 ( 5 tahun terakhir)

No	Judul Makalah Seminar	Penyenggara	Lama/Waktu	Kedudukan
1.	Perubahan Iklim Akibat Pembangunan	Pusdip-KLH UNIMED	1 hari (6 Nopember 2003)	Pemakalah
2.	Aplikasi Peta Konsep Pada Perkuliahan Biologi Sel Untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Belajar Mandiri	PMIPA UNIMED	1 hari (16 Sep 2004)	Pemakalah
3.	Kualitas Air Untuk Air Minum	Pascasarjana UNIMED	1 hari (23 Sep 2004)	Pemakalah
4.	Lingkungan Pemukiman di Wilayah Perkotaan Ditinjau dari Aspek Kesehatan Masyarakat	Pusdip-KLH UNIMED	1 hari (15 Jun 2005)	Pemakalah

5.	Pelestarian Keanekaragaman Hayati Laut	Pusdip-KLH UNIMED	1 hari (15 Jan 2008)	Pemakalah
6.	Pelestarian Lingkungan Dalam Upaya Mengurangi Pemanasan Global	Pusdip-KLH UNIMED	1 hari (20 Jun 2009)	Pemakalah
7.	Pemanfaatan Media VCD pada Perkuliahan Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Meningkatkan Hasil belajar Mahasiswa	PSBTk-SK UNIMED	1 hari (23 Mei 2009)	Pemakalah

11. Kegiatan Pelatihan/Magang Mulai 2003 s/d 2009 (5 tahun terakhir)

No.	Nama Pelatihan	Penyelenggara	Lama/Waktu	Kedudukan
1.	Seminar dan Workshop Nasional Peningkatan Sumber Daya Manusia, Kajian Sumber Daya Alam dan Pelestarian Hutan	DIKTI (2005)	7 hari	Peserta
2.	Sosialisasi Asesmen Hasil Belajar Berbasis Kompetensi	UNIMED (2006)	2 hari	Peserta

12. Kegiatan Pengabdian Masyarakat Mulai 2003 s/d 2008 (5 tahun terakhir)

No.	Nama Pengabdian	Penyelenggara	Lama/Waktu	Kedudukan
1.	Penyuluhan Tentang Pupuk Organik dan Manfaatnya, di desa Sambirejo Kec. Binjai, Kab Langkat (2003)	Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPM) UNIMED	14 hari	Nara Sumber
2.	Pembinaan Pengetahuan dan keterampilan Masyarakat Dalam Pengolahan Buah Aren di Kec. Salak, Kab. Dairi (2003)	DIKTI Dan LPM UNIMED	5 bulan	Anggota Pelaksana
3.	Pembuatan Pupuk Organik Bokhori dari Limbah Batang Pisang di Desa Sambirejo, Kec. Binjai, Kab. Langkat (2003)	DIKTI dan LPM UNIMED	2 bulan	Nara Sumber
4.	Pelatihan Pembuatan Aneka Produk Olahan	DIKTI dan LPM	6 bulan	Ketua Pelaksana

	Buah Pisang (Topeng, Pati, Keripik dan Saus Pisang) Untuk Meningkatkan Keterampilan dan Pendapatan Keluarga Kelompok Tani Liman Manis di Desa Sambirejo, Kec. Binjai, Kab. Langkat (2006)	UNIMED		
5.	Pengawas Ujian SPMB (2007)	UNIMED	2 hari	Kepala Ruang
6.	Pengawas Ujian SNMPTN (2008)	UNIMED	2 hari	Kepala Ruang

13. Kegiatan Penelitian Mulai 2003 s/d 2008 (5 tahun terakhir)

No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Tahun	Kedudukan
1.	Potensi Sari Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) Sebagai Anti Bakteri	DIKTI	2004	Ketua
2.	Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Pada perkuliahan Biologi Sel	DIKTI	2004	Ketua
3.	Perubahan Kandungan Beta Karoten Akibat Proses Pemasakan Dengan Sautan	DIKTI	2004	Ketua
4.	Potensi Sari Buah Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) Sebagai Anti Trombosis	DIKTI	2004	Ketua
5.	Analisis Kualitas air Sumur Penduduk di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kecamatan medan Marela	DIKTI	2007	Anggota
6.	Konsumsi Pangan, Status Gizi Anak Balita dan "Coping Mechanism" Pada Keluarga Sosial ekonomi Rendah (Studi Kasus di Kabupaten Pakpak Barat, Sumatera Utara	DIKTI	2007	Ketua

14. Karya Ilmiah/Tulisan Mulai 2003 s/d 2008 (5 tahun terakhir)

No.	Judul Tulisan	Nama Penerbit	Tahun Terbit
1.	Potensi Sari Buah Mangkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) Sebagai Anti Bakteri	FMIPA UNIMED	2006
2.	Kebijakan Kependudukan dan Keluarga Berencana	Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia	2003
3.	Energi dan Kehidupan		

15. Kegiatan Menulis Buku/Dicatat Mulai 2003 s/d 2008 (5 tahun terakhir)

No.	Judul Buku/Dicatat	Tahun Terbit
1.	- Buku Pegangan Kuliah Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia (Anafisman)	2003
2.	- Buku Pegangan Kuliah Biologi Sel	2004
3.	- Penuntun Praktek Mikrobiologi Pangan	2005
4.	- Buku Pegangan Kuliah Biokimia	2006
5.	- Penuntun Praktek Biokimia	
6.	- Buku Pegangan Kuliah Biologi Umum I	2008
7.	- Buku Pegangan Kuliah Biologi Umum II	2009
8.	- Penuntun Praktek Mikrobiologi Dasar	2009

Medan, 14 November 2011  
Hormat Saya,

*Uswatun Hasanah*

Dr. Uswatun Hasanah, M.Si  
NIP. 19610301 198803 2 002

**SURAT PERJANJIAN PENGGUNAAN DANA (SP2D)**  
**No. : 1206 /UN33.8/PL/2011**

Pada hari ini Rabu tanggal satu bulan Juni tahun dua ribu sebelas, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Dr. Ridwan Abd. Sani, M.Si :Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA.
2. Drs. Antonius Sinaga, M.Si :Dosen FMIPA bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana penelitian, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) untuk melakukan penelitian yang dibiayai dari Dirjen Dikti Tahun anggaran 2011 sesuai surat perjanjian penugasan Nomor 036/SP2H/PL/Dit.Litabmas/TV/2011, tanggal 14 April 2011, DP2M Dikti Depdiknas untuk Penelitian Hibah Bersaing dengan ketentuan sebagai berikut :

**Pasal 1**  
**JENIS PEKERJAAN**

PIHAK PERTAMA memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan penelitian dengan judul: " Pemetaan Kualitas Perairan Danau Toba Akibat Dampak Budi Daya Ikan Sistem Keramba Jaring Apung (KJA) Sebagai Upaya Resokalisasi Budi Daya Ikan." yang menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dengan masa kerja 5 (lima) bulan, terhitung mulai bulan Juli s/d Nopember 2011.

**Pasal 2**  
**DASAR PELAKSANAAN PEKERJAAN**

Pekerjaan dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA atas dasar ketentuan yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari SP2D ini, yaitu:

1. Sesuai dengan proposal yang diajukan
2. UU RI No. 17 Tahun 2003, tentang Keuangan Negara
3. UU RI No. 1 Tahun 2004, tentang Perbendaharaan Negara
4. UU RI No. 15 Tahun 2004, tentang pemeriksaan pengelolaan dan tanggungjawab keuangan Negara.
5. DIPA No. 0541/023-04.1.01/00/2011, Tanggal 20 Desember 2010, DP2M.

**Pasal 3**  
**PENGAWASAN**

Untuk pelaksanaan pengawasan dan pengendalian pekerjaan adalah Lembaga Penelitian Unimed dan Sistem pengendalian Internal (SPI) Unimed.

**Pasal 4**  
**NILAI PEKERJAAN**

1. PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp.37.500.000,- (Tiga puluh tujuh juta lima ratus ribu rupiah) secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 70% yaitu Rp. 26.250.000,- (Dua puluh enam juta dua ratus lima puluh ribu rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Penggunaan dana (SP2D) ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 11.250.000,- (Sebelas juta dua ratus lima puluh ribu rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil penelitian dan bukti pengeluaran/penggunaan dana penelitian kepada PIHAK PERTAMA.
4. PIHAK KEDUA membayar pajak (PPH) sebesar 15% dari jumlah dana penelitian yang diterima dan fotocopy bukti pembayaran diserahkan ke Lembaga penelitian 2 rangkap.

**Pasal 5**  
**JANGKA WAKTU PELAKSANAAN**

1. **PIHAK KEDUA** menyelesaikan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 SP2D ini selambat-lambatnya tanggal 14 November 2011.

**Pasal 6**  
**LAPORAN**

1. **PIHAK KEDUA** menyerahkan laporan kemajuan pelaksanaan penelitian paling lambat tanggal 08 Agustus 2011 dan **PIHAK KEDUA** menyampaikan draft laporan akhir penelitian paling lambat tanggal 17 Oktober 2011. Untuk pelaksanaan seminar yang dikordinasi oleh Lemlit dan laporan akhir penelitian sebagaimana disebut dalam pasal 1 sebanyak 8 (delapan) eksamplar beserta Soft Copy.
2. **PIHAK KEDUA** harus menyampaikan naskah artikel hasil penelitian dalam bentuk compact disk (CD) untuk diterbitkan pada jurnal Nasional terakreditasi dan bukti pengiriman disertakan dalam laporan.
3. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan **PIHAK KEDUA** melakukan diseminasi hasil penelitian melalui forum yang dikordinasikan oleh Lembaga Penelitian dengan kontribusi dana sebesar 1% dari jumlah dana penelitian yang tertulis dalam pasal 2 dan pembiayaannya dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.
4. Seminar penelitian dilakukan di Lembaga Penelitian dengan mengundang dosen dan mahasiswa sebagai peserta seminar lembaga penelitian.
5. Bahan pelaksanaan seminar dimaksud (makalah) disampaikan ke Lembaga Penelitian sebanyak 2 (dua) exemplar.
6. Bukti pengeluaran keuangan (kuitansi) dan RAB menjadi arsip pada **PIHAK KEDUA** dan 1 (satu) rangkap diserahkan ke Lembaga penelitian Unimed dalam bentuk laporan penggunaan dana penelitian paling lambat tanggal 10 Agustus 2011 yang pembiayaannya dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.
7. Dana penelitian tahap II tidak dapat dicairkan jika bukti pengeluaran keuangan belum diserahkan oleh peneliti, dan dikembalikan ke kas Negara jika melewati batas akhir SP2D.
8. Sistematis Laporan Akhir penelitian harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:  
Laporan hasil penelitian yang tersebut dalam pasal 4 harus memenuhi ketentuan sbb:
  - a. Bentuk kuwarto
  - b. Warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan Ditjen Dikti
  - c. Dibawah bagian kulit/cover depan ditulis : Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, sesuai dengan surat Perjanjian Hibah Penggunaan Penelitian Hibah Bersaing No. 036/SP2H/PL/Dit.Litabmas/IV/2011 tanggal 14 April 2011
  - d. Melampirkan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) pada lampiran laporan.

**Pasal 7**  
**SANKSI**

Apabila **PIHAK KEDUA** dalam penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian sebagaimana tersebut dalam pasal 5 maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi:

1. Denda sebesar 1 % perhari dengan maksimum denda sebesar 5 % dari nilai Surat Perjanjian Penggunaan dana (SP2D)
2. Tidak akan diikutsertakan dalam pelaksanaan penelitian atau kegiatan lainnya.
3. Apabila pelaksana program melalaikan kewajiban baik langsung atau tidak langsung yang merugikan keuangan negara diwajibkan mengganti kerugian yang dimaksud.
4. Apabila ketua peneliti berhalangan melaksanakan desiminasi karena suatu hal, maka wajib menunjuk salah seorang anggota yang mampu.

**Pasal 8**

Laporan Akhir Penelitian ini dibuat rangkap 5 (lima) dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1 (satu) pada Perpustakaan Nasional
- 1 (satu) pada PDII (LIPI)
- 1 (satu) pada BAPENAS
- 1 (satu) pada Perpustakaan perguruan tinggi
- 1 (satu) pada Lembaga Penelitian Unimed

Demikian surat perjanjian penggunaan dana (SP2D) ini diperbuat untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.



PIHAK KEDUA

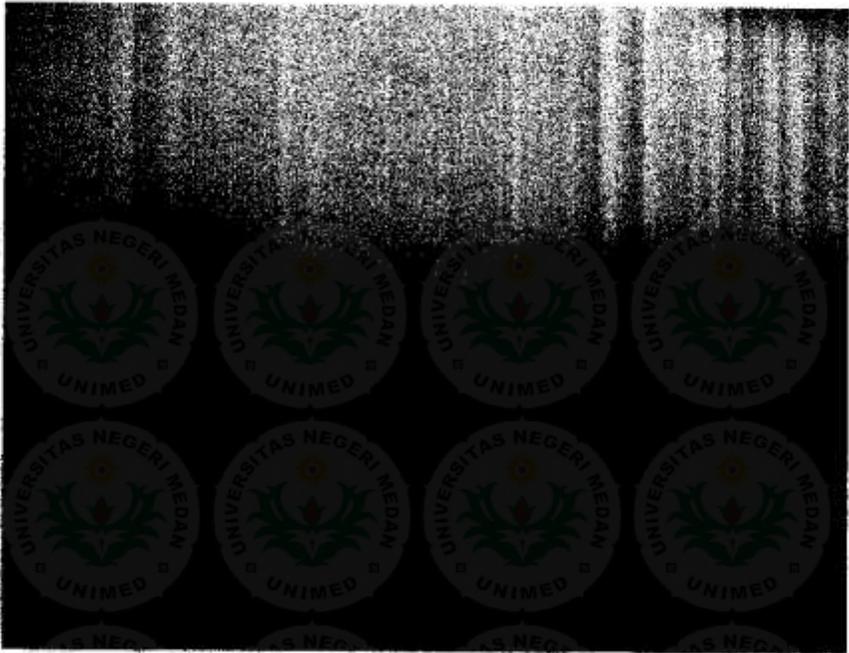
*Antoni Sihaga*  
Dr. Antonius Sihaga, M.Si  
NIP. 195703031985031002



Tim peneliti sedang melakukan pemeriksaan alat-alat dan bahan yang akan digunakan



Keramba milik warga di daerah Muara



**Keramba milik warga di daerah Balige**



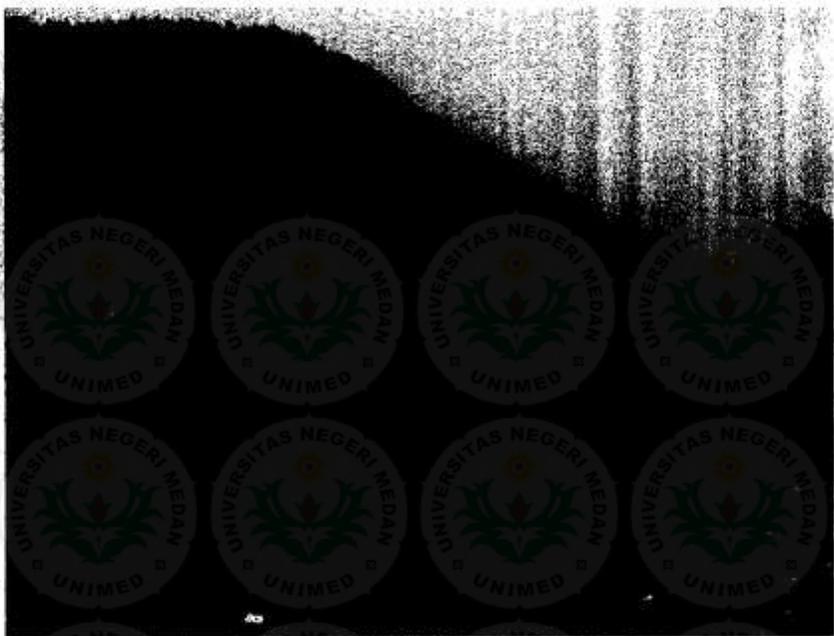
**Tim peneliti sedang melakukan sampling di keramba milik warga di daerah Balige**



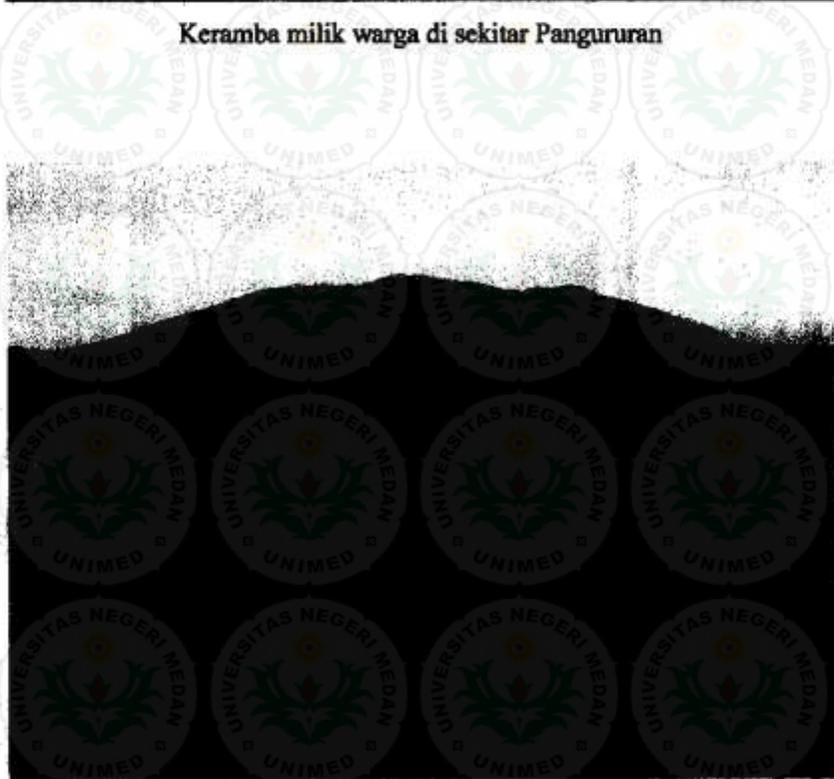
**Keramba milik warga di daerah Silalahi**



**Hasil panen dari keramba milik warga di daerah Silalahi**



**Keramba milik warga di sekitar Pangururan**



**Keramba milik warga di daerah Pangururan**



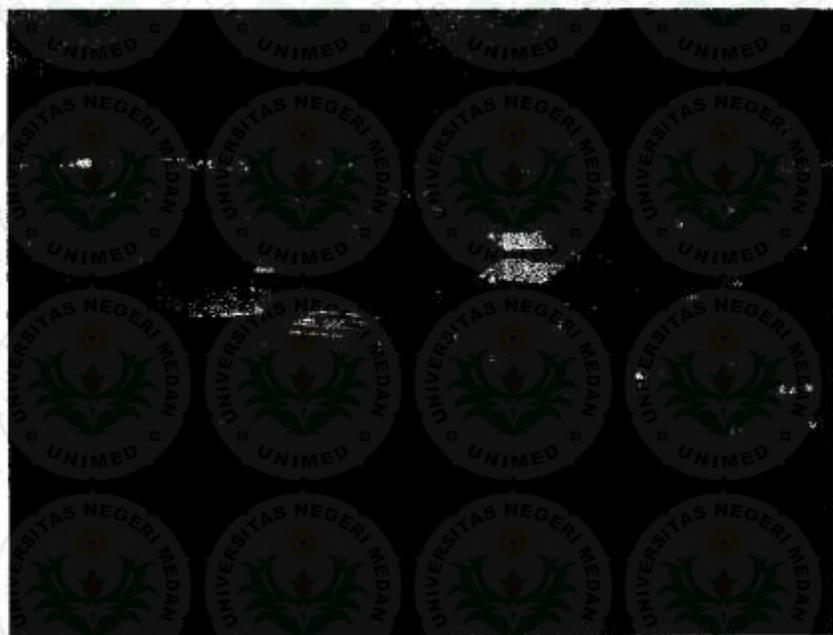
**Daerah perairan Danau Toba terlihat tertutupi oleh Eceng gondok di daerah Pangururan**



**Keramba milik warga di daerah Haranggaol dilihat dari daerah yang lebih tinggi**



Daerah keramba di Haranggaol dengan skala yang cukup besar



Daerah keramba yang sebagian tertutupi oleh Eceng gondok



Aktivitas warga petani keramba yang sedang akan memberi pakan di Haranggaol



Keramba milik perusahaan Aquafarm di daerah Tomok