

ISSN: 2301-4504

JURNAL ILMIAH

BIO-science



Vol 1 No 1 Oktober 2012

DITERBITKAN OLEH
HIMPUNAN DOSEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MANADO

Daftar Isi

- J.S.S. Manoppo, E.H. Sakul, R.I.F. Gerungan, S Gugule. EFEKTIVITAS EKSTRAK Biji PANGI (*Pangium edule* Reinw.) DALAM MENINGKATKAN MORTALITAS KEONG MAS (*Pomacea canaliculata* Lamarck.) 1-12
- J. Manueke, S. Wantasen, TABEL HIDUP *Sitophilus zeamais* PADA JAGUNG PIPILAN 13-22
- H.J Budirianto, HUBUNGAN MODEL ARSITEKTUR POHON ROUX JENIS *Koordersiodendron pinnatum*, Merr DAN KORIBA JENIS *Pometia pinnata*, Forster TERHADAP PARAMETER PERIMBANGAN AIR DI HUTAN TANAMAN ANGGORI MANOKWARI 23-36
- D Taroreh, J.S.S. Manoppo, E.H. Sakul, dan R.I.F. Gerungan, PENGARUH EKSTRAK Biji SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP HAMA ULAT DAUN (*Plutella xylostella* L.) PADA TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.) 37-49
- Aser Yalindua, Sudarsono, M. Bintoro, Asep Setiawan. ANALISIS KANDUNGAN ZAT PATI DAN TOTAL GULA TANAMAN



BIO-science

Volume 1 No 1 Oktober 2012

ISSN 2301-4504

Penerbit

Himpunan Dosen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI MANADO

Pembina :

Ketua Jurusan Biologi

Pemimpin Redaksi

Revfly F.I. Gerungan

Wakil Pemimpin Redaksi

Sherly E Kaunang

Sekretaris Redaksi

Masye Wurarah

Mitra Bestari

Revolson Mege (Biologi FMIPA UNIMA), S.Simanjuntak (Biologi FMIPA UNIMA), H M Sumampouw (Biologi FMIPA Unima), Issirep Sumardi (Fak Biologi UGM Yogyakarta). Julius Lolombulan (Matematika, FMIPA Unima), Jusuf Manueke (Entomologi Fak Pertanian Universitas Sam Ratulangi), Ari Indrianto (Fak Biologi UGM), T D Kaunang (Biologi FMIPA Unima)

Administrasi

M Sasinggala, F Pendong, G Sukmarayu, A Maramis

Alamat Redaksi:

Gedung FMIPA Universitas Negeri Manado

Kampus Tonsaru Tondano Sulawesi Utara.

Telepon; 08124431449

email : gerungancaen@hotmail.com, revflyfig@mail.unima.ac.id

Penerbit

Himpunan Dosen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI MANADO

Harga Langganan pertahun (belum termasuk ongkos kirim)

Mahasiswa	Rp 50.000
Pribadi	Rp 75.000
Lembaga	Rp 100.000

BIO-science

Volume 1 No 1 Oktober 2012

ISSN 2301-4504

Penerbit

Himpunan Dosen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI MANADO

Pembina :

Ketua Jurusan Biologi

Pemimpin Redaksi

Revfly F.I. Gerungan

Wakil Pemimpin Redaksi

Sherly E Kaunang

Sekretaris Redaksi

Masye Wurarah

Mitra Bestari

Revolson Mege (Biologi FMIPA UNIMA), S.Simanjuntak (Biologi FMIPA UNIMA), H M Sumampouw (Biologi FMIPA Unima), Issirep Sumardi (Fak Biologi UGM Yogyakarta), Julius Lolombulan (Matematika, FMIPA Unima), Jusuf Manueke (Entomologi Fak Pertanian Universitas Sam Ratulangi), Ari Indrianto (Fak Biologi UGM), T D Kaunang (Biologi FMIPA Unima)

Administrasi

M Sasinggala, F Pendong, G Sukmarayu, A Maramis

Alamat Redaksi:

Gedung FMIPA Universitas Negeri Manado

Kampus Tonsaru Tondano Sulawesi Utara.

Telepon; 08124431449

email : gerungancaen@hotmail.com, revflyfig@mail.unima.ac.id

Penerbit

Himpunan Dosen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI MANADO

Harga Langganan pertahun (belum termasuk ongkos kirim)

Mahasiswa	Rp 50.000
Pribadi	Rp 75.000
Lembaga	Rp 100.000

KONSENTRASI KHLOROFIL-a DI DANAU TONDANO PROVINSI SULAWESI UTARA

(The Concentration of Chlorophyll-a in Tondano Lake North Sulawesi)

Sofia Wantasen, Jusuf Manueke¹)

Fakultas Pertanian Universitas Sam ratulangi Manado
email: swantasen@yahoo.co.id

Abstract

The Purposes of this study was to study the chlorophyll-a concentration in Tondano Lake. Location of chlorophyll-a sample were at horizontal and vertical on the surface Tondano Lake, a depth of 1 meter, a depth of 2 meters and a depth of 3 meters. Chlorophyll-a -point sampling is a vertically related to the ability of light penetration for photosynthesis is to a depth of 3 meters and plant distribution patterns in lake water vertically Tondano.

Chlorophyll-a sampling done using Stick Water Sampler. Analysis methods for to determination chlorophyll-a is Spectrophotometric method by extracting pigments first. Chlorophyll-a pigment extracts using acetone solution, using an opaque wrapper or alluminium foil. Pigments that have been extracted from plankton concentrations determined by using a Spectrophotometer (APHA, 2005).

The results of laboratory analysis showed that the concentrations of Chlorophyll-a highest in a depth of 3 meters 26,77 $\mu\text{g/l}$. This showed that higher concentrations of chlorophyll-a at a depth of 3 meters at Tondano Lake caused by high organic matter at a depth of 3 meters and light factors. The brightness level of Tondano Lake around 2.5-3 meters of solar radiation can thus to a depth of 3 meters and is supported by the availability of nutrients has gone well so photosynthesis phytoplankton growth increases at a depth of 3 meters.

Keywords: Chlorophyll-a, Tondano Lake

PENDAHULUAN

Danau Tondano terletak di bagian tengah Daerah Aliran Sungai Tondano memiliki luas 4.650 ha (Dirjen Penataan Ruang, 2009), membentang antara pegunungan Lembean dan hamparan sawah yang subur. Pusat wisata disisi barat danau adalah Remboken yang dikenal dengan nama *Sumaru Endo* dan Wisata Paleloan. Di sini telah dibangun bungalow, villa, lengkap dengan kolam renang dengan sumber air panas natural (dari aktivitas vulkanik). Kondisi fisik dan lingkungan Daerah Aliran Sungai Tondano termasuk di dalamnya terdapat Danau Tondano menjadi penting untuk diteliti dalam aspek lingkungan biotik antara lain konsentrasi klorofil-a ($\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$), mengingat kegiatan pertanian di sekitar Danau Tondano maupun di Daerah aliran Sungai Tondano yang tidak terlepas juga dengan kegiatan pemupukan terutama penggunaan an organik, juga kegiatan perikanan budidaya di Danau Tondano. Air yang masuk ke danau ini berasal dari muara sungai, *outlet* irigasi, *outlet* drainase permukiman di sekitarnya dan menjadi *inlet* Danau Tondano.

Konsentrasi pigmen yang digunakan untuk proses fotosintesis dapat digunakan untuk memprediksi biomassa phytoplankton. Terdapat 3 (tiga) fungsi utama khlorofil a di dalam proses fotosintesis yaitu:

1. Memanfaatkan energi matahari
2. Memicu fiksasi CO₂ menjadi karbohidrat
3. Menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan.

Karbohidrat yang dihasilkan dari fotosintesis melalui proses anabolisme diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat dan molekul organik lainnya. Tanaman tingkat tinggi mempunyai 2 (dua) macam klorofil yaitu klorofil-a (C₅₅H₇₂O₅N₄Mg) yang berwarna hijau tua dan klorofil-b (C₅₅H₇₀O₆N₄Mg) yang berwarna hijau muda.

Khlorofil-a dan Khlorofil b paling kuat menyerap cahaya di bagian merah yaitu pada panjang gelombang (600-700 nm). Semua tanaman hijau mengandung khlorofil-a, dengan kandungan sekitar 1 – 2% dari berat kering adalah *planktonic algae*. Selain khlorofil-a, juga terdapat pigmen-pigmen yang lain yaitu khlorofil b dan khlorofil c, *xanthophylls*, *phycobilins*, dan *carotenes*. Khlorofil-a adalah pigmen tumbuhan hijau yang diperlukan untuk fotosintesis. Parameter Klorofil-a mengindikasikan konsentrasi biomassa algae, dengan perkiraan rata-rata beratnya adalah 1% dari biomassa. Oleh karena itu khlorofil-a dapat digunakan untuk memprediksi biomassa phytoplankton, dan konsentrasi rata-rata khlorofil-a menjadi salah satu parameter penentu Kriteria Status Trofik danau.

Plankton adalah organisme renik yang hidupnya melayang dan mengapung dalam air karena memiliki daya gerak yang lemah dan dengan demikian sangat dipengaruhi oleh arus. Plankton dapat dibedakan menjadi fitoplankton dan zooplankton (Odum, 1993).

Fitoplankton mempunyai sifat seperti tumbuhan yaitu melakukan fotosintetis dan berperan sebagai produser. Zooplankton adalah sebagai consumer atau *detritus feeder*. Fitoplankton merupakan produsen primer yang berperan sebagai dasar dari suatu rantai makanan bagi organisme yang ada di perairan tawar maupun perairan laut.

Odum (1993) mengemukakan bahwa keanekaragaman hayati rendah terdapat di dalam ekosistem perairan yang telah terjadi pencemaran. Sebaliknya keanekaragaman yang tinggi mengindikasikan lingkungan yang stabil. Hasil penelitian Korah (2000) menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman fitoplankton di Danau Tondano pada beberapa stasiun adalah terendah di stasiun Eris (1,09548), secara berurutan diikuti oleh stasiun Telap (1,31382), Toulimembet (1,12756), Kaweng (1,25971), dan Tountimomor (1,53553). Jenis fitoplankton yang mendominasi perairan Danau Tondano adalah *Closterium sp.* Rendahnya indeks

keanekaragaman fitoplankton di stasiun Eris menggambarkan bahwa di lokasi tersebut lebih banyak mendapat masukan limbah yang berasal dari aktivitas jaring apung yang terdapat di lokasi tersebut, juga dari *outlet* saluran irigasi dan drainase permukiman yang menjadi *inlet* Danau Tondano.

Komunitas Benthos sering digunakan sebagai bioindikator lingkungan perairan. Hasil penelitian Korah (2000) di Danau Tondano menunjukkan bahwa Organisme Benthos yang terdapat di Danau Tondano adalah organisme *Tubifex sp*, *Stenothyra ventricosa*. Organisme *Tubifex sp* adalah organisme yang khas terdapat di perairan yang terpolusi organik. Indeks keanekaragaman Benthos di Danau Tondano pada beberapa stasiun adalah terendah di stasiun Eris (1,58509), secara berurutan diikuti oleh stasiun Telap (2,0232), Toulimembet (1,77021), Kaweng (1,96308), dan Tountimomor (2,07006). Kelima lokasi ini terletak di bagian timur Danau Tondano.

Keanekaragaman jenis menurut Odum (1993), adalah suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologinya yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies dengan kelimpahan spesies yang sama atau hampir sama. Berdasarkan hal tersebut maka apabila komunitas itu disusun oleh sangat sedikit spesies serta hanya sedikit saja spesies yang dominan, maka keanekaragaman jenisnya rendah.

Proses Eutrofikasi didefinisikan sebagai pengayaan (*enrichment*) air danau dengan unsur hara atau nutrisi berupa bahan anorganik yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan mengakibatkan terjadinya peningkatan produktivitas primer perairan.

Pengaruh dan permasalahan yang ditimbulkan oleh Eutrofikasi pada perairan dikemukakan oleh Mason (1993): a). Keanekaragaman dan dominansi organisme akuatik berubah, b). Biomassa tumbuhan dan hewan akuatik meningkat, c). Kekeruhan meningkat, d). Kecepatan sedimentasi meningkat, sehingga memperpendek umur perairan danau, e). Terbentuk kondisi anoksik, sehingga pengolahan air untuk kepentingan domestik mengalami kesulitan, penurunan kualitas air sehingga air menjadi kurang baik bagi kesehatan, segi estetika/keindahan air berkurang, peningkatan kepadatan vegetasi akuatik menghambat aliran air dan kegiatan navigasi, ikan-ikan ekonomis penting menjadi punah. Permasalahan di Danau Tondano adalah penurunan kualitas air, kekeruhan meningkat sehingga kecerahan menurun hanya sekitar 2-2,5 meter, sedimentasi, dan dari segi estetika/keindahan danau berkurang karena dipenuhi tumbuhan air serta jaring apung yang telah rusak.

Kondisi kualitas air Danau Tondano diklasifikasikan berdasarkan eutrofikasi yang disebabkan adanya peningkatan konsentrasi unsur hara dalam air. Faktor pembatas sebagai penentu eutrofikasi adalah unsur Fosfor (P) dan Nitrogen (N). Pada umumnya rata-rata tumbuhan air mengandung Nitrogen dan Fosfor masing-masing 0,7% dan 0,09% dari berat basah. Fosfor membatasi eutrofikasi jika konsentrasi Nitrogen lebih dari delapan kali konsentrasi fosfor, nitrogen membatasi proses eutrofikasi jika konsentrasinya kurang dari delapan kali konsentrasi Fosfor (UNEP-IETC/ILEC, 2001). Klorofil-a adalah pigmen tumbuhan hijau yang diperlukan untuk fotosintesis. Parameter Klorofil-a mengindikasikan konsentrasi biomassa algae, dengan perkiraan rata-rata beratnya adalah 1% dari biomassa.

Konsentrasi rata-rata klorofil-a menjadi salah satu parameter penentu Kriteria Status Trofik danau. Uraian kriteria status trofik danau dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1
Kriteria Status Trofik Danau

Status Trofik	Konsentrasirata-rata Total-N ($\mu\text{g/l}$)	Konsentrasirata-rata Total-P ($\mu\text{g/l}$)	Konsentrasi rata-rata Klorofil ($\mu\text{g/l}$)	Kecerahan rata-rata (m)
<i>Oligotrof</i>	= 650	< 10	< 2.0	= 10
<i>Mesotrof</i>	=750	< 30	< 5.0	= 4
<i>Eutrof</i>	= 1900	< 100	< 15	= 2.5
<i>Hipereutrof</i>	> 1900	\geq 100	= 200	< 2.5

Sumber: KLH, 2009, modifikasi OECD 1982, MAB 1989, UNEP-ILEC, 2001

METODE PENELITIAN

- Variabel penelitian terdiri dari parameter utama klorofil-a dan parameter penunjang kualitas air yaitu pH air, suhu, ketersediaan oksigen di air (DO), kekeruhan, dan kecerahan.
- Bahan kimia yang digunakan yaitu larutan Magnesium *Carbonate*, dan larutan *Acetone*. Adapun fungsi dari masing-masing bahan kimia tersebut adalah Larutan Magnesium *Carbonate* (Mg CO_3) berfungsi untuk menstabilkan warna klorofil yang sudah terekstrak ke dalam *acetone* dan Larutan *Acetone* berfungsi untuk mengekstrak zat warna Klorofil-a.

- c. Peralatan yang dipergunakan untuk melakukan analisis Klorofil-a adalah *spectrophotometer* dengan panjang gelombang 750 dan 664 nm, *centrifuge tube* 15 ml, *screw-cap*, cuvet dengan ukuran 1-, 4- dan panjang 10 cm, pipet 0,1 dan 5,0 ml. Peralatan filtrasi: filters, glass fibert atau membran ukuran 0,45 μm , diameter 47 mm), *vacuum pump*, *solvent resistant disposable filter assembly* dengan ukuran pori 1,0 μm , 10 ml *solvent resistant syringe*.
- d. Peralatan lainnya yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah *ice box*, GPS, kamera, baterai, labu takar, pipet, pengaduk, meteran, perahu, pelampung, buku catatan dan alat tulis menulis.
- e. Peralatan untuk menyimpan sampel kualitas air (*cool box*), Klorofil-a, alat untuk mengukur kecerahan (*Secchi Disk*) dan Alat untuk mengambil sampel Klorofil-a (*Stick Water Sampler*) dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Peralatan yang Dipergunakan dalam Pengambilan Sampel Khlorofil-a

Teknik pengambilan sampel untuk pengukuran Khlorofil-a.

Pengambilan sampel Khlorofil-a menggunakan alat sampel yang dinamakan *Stick Water Sampler*. Sampel diambil pada permukaan air Danau Tondano, dan kedalaman 3 meter. Akan tetapi dalam penelitian ini terdapat lokasi yang tidak dapat diambil sampelnya pada kedalaman 3 meter karena telah tertutup dengan tanaman *hydrilla* dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sehingga sampel diambil pada kedalaman 1 meter dan 2 meter. Metode analisis yang dipergunakan untuk determinasi Khlorofil-a adalah metode *Spectrophotometric* dengan melakukan ekstrak pigmen terlebih dahulu. Pemeriksaan parameter khlorofil-a di Laboratorium WLN (*Water Laboratory Nusantara*) Manado. Laboratorium ini sudah Terakreditasi dengan kode LP-433-IDN oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN).

Ekstrak pigmen. Khlorofil-a dapat diekstrak dengan beberapa larutan termasuk acetone, ethanol dan methanol. Akan tetapi dalam prosedur kerja ini, ekstrak pigmen Khlorofil-a menggunakan larutan acetone, menggunakan pembungkus yang tidak tembus cahaya atau *aluminium foil*. Pigmen yang sudah diekstrak dari konsentrasi plankton dideterminasi dengan menggunakan alat *Spectrophotometer* (APHA, 2005).

Determinasi Klorofil-a. Determinasi khlorofil-a adalah dengan terdapatnya *pheophytin a*: determinasi dilakukan menggunakan alat *Spectrophotometer* dengan panjang gelombang 664_b/665_a. ratio 1,0. Selanjutnya khlorofil-a dan *pheophytin-a* dicampur sampai mempunyai ratio puncak penyerapan antara 1,0 dan 1,7. Ratio ini didasarkan pada penggunaan 90% acetone sebagai pelarut. Gunakan 100% acetone sebagai pelarut sebelum hasil khlorofil-a dan setelah *acidification* ratio sekitar 2,0.

Nilai khlorofil-a dan *pheophytin a* dihitung per m³ sebagai berikut:

$$\text{khlorofil-a, mg/ m}^3 = \frac{26,7 (664b-665a) \times V1}{V2 \times L} \quad (3.1)$$

$$\text{pheophytin a, mg/ m}^3 = \frac{26,7 [(665a- 664b)] 1,7 \times V1}{V2 \times L} \quad (3.2)$$

Keterangan:

V1 = volume ekstrak, L; V2 = volume sampel, m³; L = panjang/lebar cuvett, cm dan

664_b, 665_a = densitas dari 90% acetone ekstrak sebelum dan setelah *acidification*.

Nilai 26,7 adalah koreksi absorban dan kesetimbangan A x K, sebagai keterangan:

A= koefisien absorban untuk khlorofil-a pada 664 nm = 11,0; K= ratio koreksi untuk *acidification*.

Selanjutnya untuk menghitung konsentrasi khlorofil-a didasarkan pada absorbansi pada tiga panjang gelombang (*trichomatic*), yaitu panjang gelombang 630 nm, 647 nm, 664 nm, yang masing-masing merupakan penyerapan maksimum untuk khlorofil a-b-c dalam pelarut acetone.

Kadar khlorofil-a dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Ca = 11,85 (OD 664) - 1,54 (OD 647) - 0,08 (OD 630) \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

Ca = Konsentrasi khlorofil a dalam ekstrak mg/l

OD 664 = *Optical density* dengan lebar berkas 1 cm pada panjang gelombang 664 nm

OD 647 = *Optical density* dengan lebar berkas 1 cm pada panjang gelombang 647 nm

OD 630 = *Optical density* dengan lebar berkas 1 cm pada panjang gelombang 630 nm

Setelah konsentrasi khlorofil-a dalam ekstrak ditentukan (pigmen per unit volume) maka jumlah khlorofil-a dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{khlorofil-a, mg/m}^3 = \frac{Ca \times \text{volume ekstrak, L}}{\text{Volume sampel}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Lokasi pengambilan sampel adalah 20 titik di Danau Tondano yaitu lokasi yang mewakili kegiatan di sekitar Danau Tondano maupun kegiatan yang terdapat di Danau Tondano. Lokasi pengambilan sampel adalah *Outlet* Sungai Leleko yang menjadi *inlet* Danau Tondano, Wisata "Sumeru Endo", bagian selatan danau, *Outlet* Sungai Panasen, *Outlet* Sungai Ranoweleng, Jaring apung Kaweng, bagian tengah danau, lokasi Jaring apung Eris, Wisata Paleloan dan *Outlet* Danau Tondano. Lokasi-lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Peta pengambilan sampel khlorofil-a di Danau Tondano.



Kadar khlorofil-a dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Ca = 11,85 (OD 664) - 1,54 (OD 647) - 0,08 (OD 630) \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

Ca = Konsentrasi khlorofil a dalam ekstrak mg/l

OD 664 = *Optical density* dengan lebar berkas 1 cm pada panjang gelombang 664 nm

OD 647 = *Optical density* dengan lebar berkas 1 cm pada panjang gelombang 647 nm

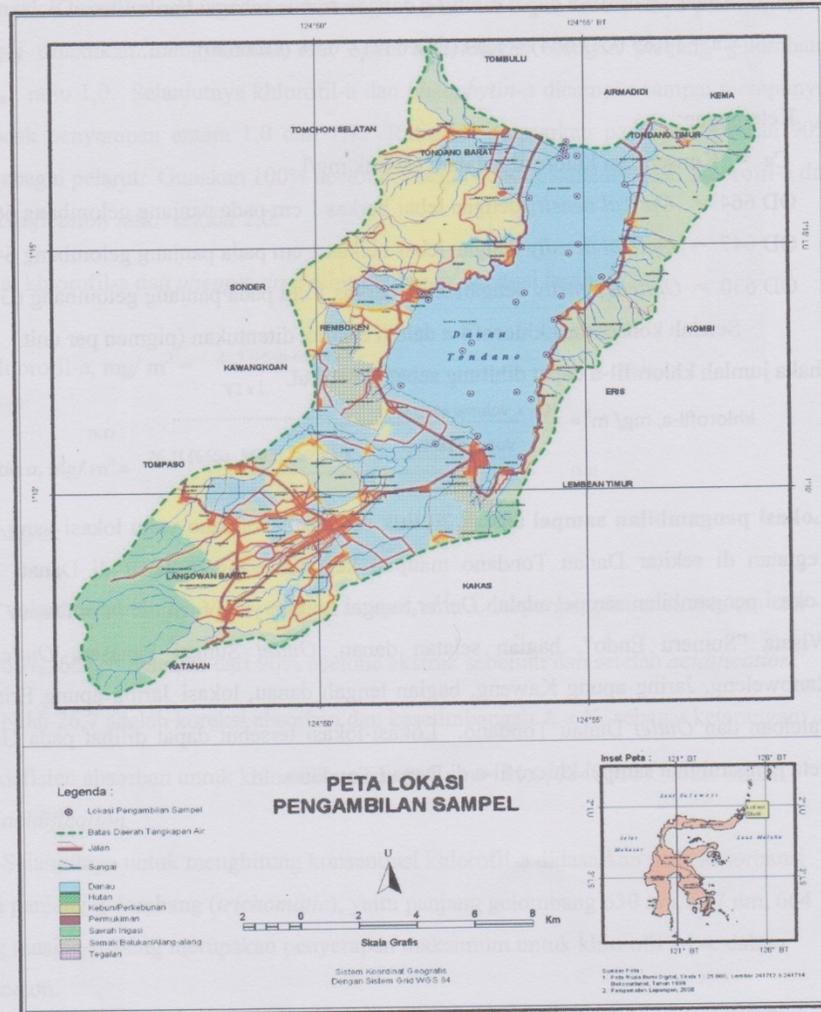
OD 630 = *Optical density* dengan lebar berkas 1 cm pada panjang gelombang 630 nm

Setelah konsentrasi khlorofil-a dalam ekstrak ditentukan (pigmen per unit volume) maka jumlah khlorofil-a dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{khlorofil-a, mg/m}^3 = \frac{Ca \times \text{volume ekstrak, L}}{\text{Volume sampel}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Lokasi pengambilan sampel adalah 20 titik di Danau Tondano yaitu lokasi yang mewakili kegiatan di sekitar Danau Tondano maupun kegiatan yang terdapat di Danau Tondano. Lokasi pengambilan sampel adalah *Outlet* Sungai Leleko yang menjadi *inlet* Danau Tondano, Wisata "Sumeru Endo", bagian selatan danau, *Outlet* Sungai Panasen, *Outlet* Sungai Ranoweleng, Jaring apung Kaweng, bagian tengah danau, lokasi Jaring apung Eris, Wisata Paleloan dan *Outlet* Danau Tondano. Lokasi-lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Peta pengambilan sampel khlorofil-a di Danau Tondano.



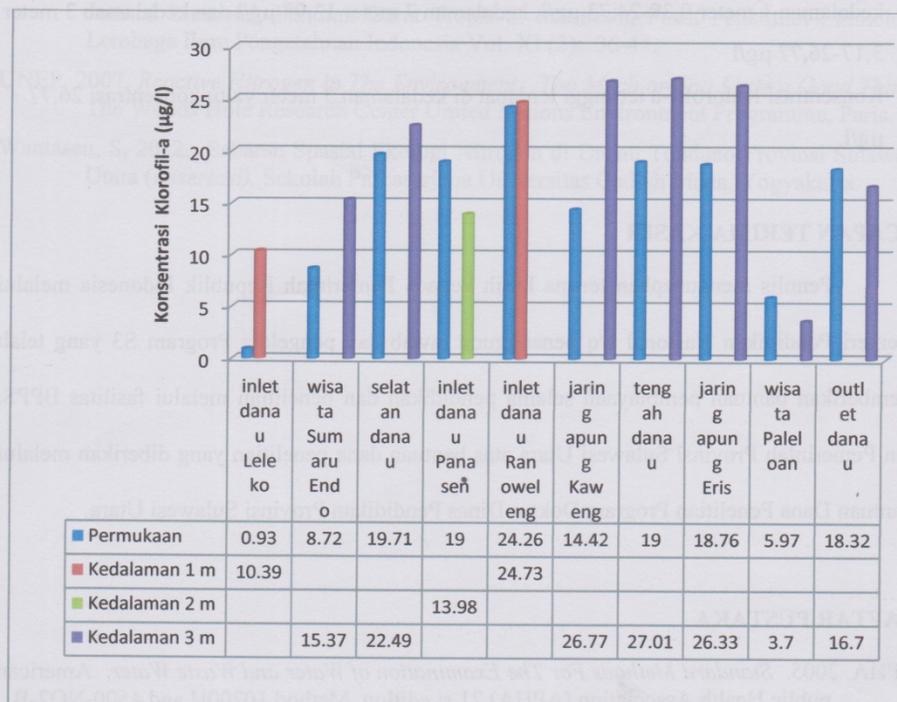


Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air/Klorofil-a di Danau Tondano

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Klorofil-a adalah pigmen tumbuhan hijau yang diperlukan untuk fotosintesis. Konsentrasi klorofil-a di Danau Tondano pada permukaan danau, kedalaman 1 meter, kedalaman 2 meter dan kedalaman 3 meter berkisar antara 0,93 – 26,77 $\mu\text{g/l}$, digambarkan dalam bentuk grafik terdapat pada Gambar 3.

Khlorofil-a dapat digunakan untuk memprediksi biomassa phytoplankton. Konsentrasi khlorofil-a tertinggi terdapat pada kedalaman 3 meter, dibandingkan dengan konsentrasi khlorofil-a yang terdapat di permukaan Danau Tondano. Konsentrasi tinggi terdapat di bagian timur Danau Tondano (jaring apung Kaweng 26,77 $\mu\text{g/l}$), bagian selatan danau (22,49 $\mu\text{g/l}$) dan bagian tengah Danau Tondano (27,01 $\mu\text{g/l}$). Konsentrasi terendah terdapat di lokasi Wisata Paleloan 3,7 $\mu\text{g/l}$ (lokasi bagian barat Danau Tondano). Laju pertumbuhan phytoplankton sangat tergantung pada ketersediaan cahaya di dalam perairan. Menurut Heyman and Lundgren (1988), laju pertumbuhan maksimum phytoplankton akan mengalami penurunan bila perairan berada pada kondisi ketersediaan cahaya yang rendah. Tingkat kekeruhan suatu perairan juga dapat menentukan kedalaman penetrasi cahaya. Pada perairan jernih, cahaya matahari dapat mencapai lapisan yang lebih dalam, akibatnya fotosintesis dapat berlangsung. Perairan Danau Tondano memiliki tingkat kekeruhan 0,36-4,66 NTU dengan kecerahan 2,5-3 meter.



Gambar 3. Konsentrasi Klorofil- a di Danau Tondano

Suplay unsur dan senyawa esensial khususnya Nitrogen sering dilihat sebagai faktor pembatas yang mempengaruhi penyebaran dan pertumbuhan populasi dan komunitas phytoplankton. Downing and E. Mc Cauley (1992) mengemukakan bahwa dinamika populasi phytoplankton sangat ditentukan oleh nutrien yang berperan sebagai faktor pembatas. Berkaitan dengan lebih tingginya konsentrasi khlorofil-a pada kedalaman 3 meter di Danau Tondano, disamping faktor cahaya juga oleh bahan organik tinggi. Tingkat kecerahan Danau Tondano sekitar 2,5-3 meter dengan demikian radiasi matahari bisa sampai pada kedalaman 3 meter dan didukung oleh karena ketersediaan nutrien (nitrogen) menyebabkan fotosintesis berlangsung baik sehingga pertumbuhan phytoplankton meningkat pada kedalaman 3 meter. Nitrogen yang dapat dimanfaatkan phytoplankton adalah NO_3^- dan NH_3^- (Sulawesty dan Sumarni, 2004).

KESIMPULAN

1. Konsentrasi Khlorofil a di permukaan Danau Tondano berkisar antara 0,9 -24,26 $\mu\text{g/l}$, kedalaman 1 meter 0,39-24,73 $\mu\text{g/l}$, kedalaman 2 meter 13,98 $\mu\text{g/l}$ dan kedalaman 3 meter 3,17-26,77 $\mu\text{g/l}$
2. Konsentrasi Khlorofil-a tertinggi terdapat di kedalaman 3 meter yaitu konsentrasi 26,77 $\mu\text{g/l}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan Nasional c/q penanggung jawab dan pengelola Program S3 yang telah memberikan bantuan pembiayaan selama pendidikan dan penelitian melalui fasilitas BPPS, dan Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara atas bantuan dana penelitian yang diberikan melalui Bantuan Dana Penelitian Program Doktor Dinas Pendidikan Provinsi Sulawesi Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA, 2005. *Standard Methods For The Examination of Water and Waste Water*, American public Health Association (APHA) 21 st edition. Method 10200H and 4500-NO2-B.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang, 2009. *Perencanaan Tata Ruang Kawasan Daerah Aliran Sungai Tondano Provinsi Sulawesi Utara*, Jakarta.

- Downing, J and E. Mc Cauley, 1992. *The Nitrogen and Phosphorus Relationship in Lake*. Journal Limnology Oceanografi, Vol. 37 (5): 936-945.
- Hadi, A, 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*, PT Gramedia Pustaka utama, Jakarta.
- Heyman, U and A. Lundgren, 1988. *Phytoplankton Biomass and Production in Relation to Phosforus some Conclusions from field studies*, Hydrobiologia 170: 211-227.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KNLH), 2009. Gambaran Umum Potensi dan Kondisi Danau Indonesia dan Dampak Perubahan Iklim, makalah: Tema Pengelolaan Danau Konferensi Nasional Danau Indonesia I di Bali 13-15 Agustus 2009.
- Korah, R. 2000. Dampak Budidaya Ikan Jaring Apung Terhadap Lingkungan Perairan Danau Tondano di Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. *Tesis* Fakultas Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Mason, C.F, 1993. *Biology of Freshwater Pollution, Longman Scientific and Technical, New York*.
- Odum, E.P. 1993, *Dasar-dasar Ekologi*, Gadjah Mada Press, Yogyakarta
- Sulawesty, F dan Sumarni, *Komunitas Fitoplankton di Situ Pondok Kabupaten Tangerang* Journal Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia, Pusat Penelitian Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Vol. XI (2): 36-44.
- UNEP, 2007, *Reactive Nitrogen in The Environment: Too Much or Too Little a Good Thing*, The Woods Hole Research Center United Nations Environment Programme, Paris.
- Wantasen, S, 2012. *Sebaran Spasial Ekologi Nitrogen di Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara (Disertasi)*, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.