

**PENGARUH LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) TERHADAP KONSTANTA
PERTUMBUHAN FITOPLANKTON PADA BAK-BAK PERCOBAAN
YANG BERECENG GONDOK**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh:
FERRY FIRMANSYAH
NIM. 0510810025



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**

LAPORAN SKRIPSI

PENGARUH LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) TERHADAP KONSTANTA
PERTUMBUHAN FITOPLANKTON PADA BAK-BAK PERCOBAAN
YANG BERECENG GONDOK

Oleh:
FERRY FIRMANSYAH
NIM. 0510810025

Telah dipertahankan didepan dosen penguji pada tanggal 19 Agustus 2010
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si)
NIP. 197304042002122001

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

(Prof. Dr. Ir. Endang Yuli, MS)
NIP : 19570704 198403 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Asus Maizar Suryanto. H., S.Pi,MP)
NIP : 19720529 200312 1 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. Moh. Mahmudi, MS)
NIP : 19600505 198601 1 004

Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP : 19600322 198601 1 001

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dalam kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Agustus 2010

Mahasiwa

Ferry Firmansyah



LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala petunjuk yang diberikan selama pengerjaan SKRIPSI ini. Trimakasih pula saya tujukan kepada:

- 1. Keluarga tercinta Ibu, Bapak, Adikku, Dinda Ibanez dan keluarga buat dukungan do'a dan semangat ini.*
- 2. Trimakasih kepada ibu Prof. Dr. Ir. Endang Yuli, MS dan bapak Ir. Moh. Mahmudi MS atas bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.*
- 3. Trimakasih kepada Ibu Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si dan bapak Agus Maizar H., S.Pi, MP selaku dosen penguji hasil skripsi ini.*
- 4. Trimakasih buat Garpu Sendok In The Gank dan MSP'05 buat dukungan kekeluargaannya sera teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.*

Malang, Agustus 2010

Penulis

RINGKASAN

FERRY FIRMANSYAH. Skripsi. Pengaruh Logam Berat Pb (Timbal) Terhadap Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton Pada Bak-Bak Percobaan Yang Bereceng Gondok. (Dibawah Bimbingan **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli, MS dan Ir. Moh. Mahmudi, MS**).

Berkembangnya IPTEK memacu terjadinya pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah dan udara. Salah satu jenis polutan yang dapat mencemari air adalah logam Pb. Semakin besar konsentrasi logam Pb dalam air maka semakin besar pula daya racunnya, sehingga perlu usaha untuk mengurangnya. Logam Pb juga berbahaya bagi kehidupan organisme yang hidup di perairan seperti fitoplankton. Logam berat Pb mudah masuk ke dalam sel fitoplankton melalui ion Pb^{2+} . Logam berat Pb akan bertambah dari waktu ke waktu karena bersifat bioakumulatif, dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kematian fitoplankton.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui konstantan pertumbuhan fitoplankton dalam media Pb dengan konsentrasi berbeda pada bak-bak yang bereceng gondok dan menentukan konsentrasi Pb yang paling berpengaruh terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton. Penelitian ini dilakukan pada bak-bak percobaan di Workshop Ilmu-ilmu Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Kimia FMIPA, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilasanakan mulai tanggal 28 Juni sampai 27 Juli 2009.

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diuji meliputi 1) Eceng gondok 5 rumpun+air tanah (kontrol)/(E0), 2) Eceng gondok 5 rumpun+Pb 1 ppm (E1), 3) Eceng gondok 5 rumpun+Pb 2 ppm (E2), 4) Eceng gondok 5 rumpun+Pb 3 ppm (E3), 5) Eceng gondok 5 rumpun+Pb 4 ppm (E4), 6) Eceng gondok 5 rumpun+Pb 5 ppm (E5). Parameter utama yang diamati adalah konstanta pertumbuha fitoplankton pada bak-bak percobaan dengan konsentrasi logam Pb yang berbeda. Sedangkan logam Pb dalam air, tubuh eceng gondok dan parameter kualitas air sebagai data pendukung. Parameter kualitas air meliputi suhu, pH, karbondioksida, oksigen terlarut, nitrat dan ortofosfat. Pengambilan sampel dilakukan 7 hari sekali.

Perlakuan pemberian konsentrasi logam Pb (timbal) yang berbeda pada bak-bak percobaan yang bereceng gondok memberikan pengaruh sangat nyata terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton. Perlakuan eceng gondok + timbal 0 ppm memberikan pengaruh terbesar terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton Puncak konstanta pertumbuhan fitoplankton terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-1 dengan rata-rata untuk 0 ppm sebesar 0,742; 1 ppm sebesar 0,720; 2 ppm sebesar 0,719; 3 ppm sebesar 0,563; 4 ppm sebesar 0,433; dan 5 ppm sebesar 0,282. Jenis fitoplankton yang ditemukan terdiri dari 2 phylum yaitu Chrysophyta yang terdiri dari 12 genus antara lain *Navicula*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Nitzschia*, *Diploneis*, *Caloneis*, *Stauroneis*, *Achnanthes*, *Melosira*, *Cocconeis*, *Cymbella* dan Chlorophyta dengan 8 genus antara lain *Ankistrodesmus*, *Closterium*, *Ulothrix*,

Rizoclonium, Oedogonium, Spirogyra, Groenbladia, Genicularia. Hasil pengukuran kualitas air media selama penelitian meliputi oksigen terlarut (DO) antara 3,9 – 5,4 mg/l; suhu antara 23,10 – 26,40 °C; pH antara 6,8 – 7,5; karbondioksida antara 0,2 – 0,4 mg/l; nitrat antara 2,0 – 9,9 mg/l; ortofosfat antara 0,02 – 0,18 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan limbah yang mengandung logam Pb sebaiknya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan.



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul **PENGARUH LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) TERHADAP KONSTANTA PERTUMBUHAN FITOPLANKTON PADA BAK-BAK PERCOBAAN YANG BERECENG GONDOK**. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yaitu pengaruh logam berat Pb terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini dapat mencapai kesempurnaan dan bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan	4
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Waktu dan Tempat	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sumberdaya Air	6
2.2 Logam Berat (Pb)	6
2.3 Fitoplankton	6
2.4 Eceng Gondok	9
2.5 Kualitas Air Yang Mempengaruhi Fitoplankton	10
2.5.1 Parameter Fisika Air	10
2.5.1.1 Suhu	10
2.5.2 Parameter Kimia Air	11
2.5.2.1 Derajat Keasaman (pH).....	11
2.5.2.2 Karbondioksida (CO ₂)	12
2.5.2.3 Nitrat (NO ₃)	12
2.5.2.4 Ortofosfat (PO ₄)	13
2.5.2.5 Oksigen Terlarut.....	14

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian	15
3.2 Metode Penelitian	15
3.3 Rancangan Percobaan	15
3.4 Parameter Penelitian	17
3.5 Prosedur Penelitian	17
3.5.1 Persiapan Penelitian	17
3.5.2 Pelaksanaan Penelitian	17
3.6 Analisa Logam Berat Pb	19
3.6.1 Timbal (Pb)	19
3.6.1.1 Sampel Cair	19
3.6.1.2 Sampel Pb Pada Fitoplankton	19
3.7 Analisis Parameter Kualitas Air	20
3.7.1 Parameter Fisika air	20
3.7.1.1 suhu	20
3.7.2 Parameter Kimia Air	20
3.7.2.1 Derajat Keasaman (pH)	20
3.7.2.2 Karbondioksida (CO ₂)	21
3.7.2.3 Nitrat (NO ₃)	21
3.7.2.4 Ortofosfat (PO ₄)	22
3.7.2.5 Oksigen Terlarut	22
3.8 Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton	22
3.9 Menyiapkan Larutan Pb	23
3.10 Analisa Data	23

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton Pada Berbagai Perlakuan	24
4.2 Timbal (Pb) pada Fitoplankton	26
4.3 Jenis-Jenis Fitoplankton	27
4.4 Timbal (Pb) dalam Air	31
4.5 Timbal (Pb) dalam Tubuh Eceng Gondok	33
4.6 Parameter Kualitas Air	36
4.6.1 Oksigen terlarut (DO)	36
4.6.2 Suhu	37
4.6.3 Derajat Keasaman (pH)	39
4.6.4 Karbondioksida (CO ₂)	40
4.6.5 Nitrat	42
4.6.6 Orthofosfat	43

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA	47
----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tata Letak Bak Percobaan	16
2. Data Konsentrasi Logam Pb	26
3. Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Air (ppm)	31
4. Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Eceng Gondok (ppm)	34

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>)	9
2. Grafik Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton.....	24
3. Grafik Indeks Dominasi Fitoplankton.....	27
4. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke- 1	28
5. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke- 8	28
6. Grafik Komposisi Fitoplankton Pada Hari Ke-15	29
7. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke-22.....	29
8. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke-29.....	30
9. Grafik Rata-rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Air	32
10. Grafik Rata-rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Eceng Gondok	35
11. Grafik Oksigen Terlarut.....	36
12. Grafik Suhu.....	38
13. Grafik pH	39
14. Grafik Karbondioksida.....	41
15. Grafik Nitrat	42
16. Grafik Ortofosfat	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Kelimpahan Fitoplankton	51
2. Data Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton.....	53
3. Perhitungan Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton	55
4. Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK)	56
5. Perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT)	57
6. Data Kualitas Air	58
7. Alat dan Bahan	60
8. Kelimpahan Fitoplankton	62



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lingkungan merupakan faktor luar yang secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme hidup yang ada di dalamnya. Kehidupan dan pertumbuhan makhluk hidup akan terganggu apabila lingkungan tercemar. Pencemaran lingkungan antara lain disebabkan oleh limbah yang dihasilkan oleh industri-industri maupun produk yang dihasilkannya (Nuridin, 2000).

Limbah yang terdapat diperairan antara lain : (1) Limbah Organik, dapat bersumber dari limbah pasar, rumah tangga, restoran/rumah makan, industri perkayuan dan sebagainya. Kandungan limbah organik yang tinggi pada perairan sungai dapat menyebabkan terjadinya proses eutrofikasi (penyuburan perairan). (2) Limbah an organik (logam berat), dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap penurunan kualitas sumberdaya air seperti Cu, Zn, Hg, Cd, Cr, Pb dan lain sebagainya. Polutan yang masuk ke perairan sungai juga mengalami proses pengendapan pada sedimen dasar yang dapat bersifat toksik. Sehingga berpotensi untuk mencemari sumber-sumber air yang ada bila tidak dikelola secara bijaksana (Febrita. *et al* , 2004).

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm³, terletak disudut kanan bawah pada daftar berkala dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari periode 4 sampai 7 (Fardiaz, 1992). Menurut Sutamihardja, *et al*. (1982), melaporkan adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit didegradasi, sehingga mudah

terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).

Salah satu logam berat yang ditemukan di perairan adalah timbal. Timbal (Pb) dalam suatu perairan di temukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan Pb cukup rendah sehingga kadar Pb di dalam air relatif kecil. Kadar dan toksisitas Pb dipengaruhi oleh kesadahan, Pb, alkalinitas dan kadar oksigen. Kadar Pb pada kerak bumi sekitar 15 mg/kg. Sumber alami utama Pb adalah *galena* (PbS), *gelesite* (PbSO₄) dan *cerrusite* (PbCO₃) (Novotny dan Olem, 1994). Menurut HIMDIKA (2008), bentuk senyawa - senyawa Pb antara lain adalah Timbal (II) nitrat [Pb(NO₃)₂], Timbal monoksida (PbO), Timbal (IV) oksida, dan Tetraetil timbal [Pb(C₂H₅)₄]. Bahan bakar yang mengandung Pb (*leaded gasoline*) juga memberikan kontribusi yang berarti bagi keberadaan Pb di dalam air. Di dalam perairan air tawar. Timbal (Pb) banyak digunakan dalam industri baterai. Moore (1991) *dalam* Effendi (1993), mengemukakan konsentrasi Pb dalam perairan tawar alami biasanya < 0,05 mg/L sedangkan perairan laut sekitar 0,025 mg/L. Kelarutan Pb pada perairan lunak (*soft water*) sekitar 0,5 mg/L sedangkan pada perairan sadah (*hard water*) sebesar 0,003 mg/L.

Plankton dan bentos merupakan organisme perairan yang keberadaannya dapat dijadikan indikator perubahan kualitas biologi perairan sungai. Plankton memegang peran penting dalam mempengaruhi produktifitas primer perairan sungai. Fitoplankton merupakan organisme yang mempunyai peranan besar dalam ekosistem perairan dan menjadi produsen primer. Keberadaan fitoplankton dapat dijadikan sebagai bioindikator adanya perubahan lingkungan perairan yang disebabkan ketidakseimbangan suatu ekosistem akibat pencemaran (Rosenberg *dalam* Ardi, 2002). Menurut Fardiaz (1992), logam berat Pb dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan

titik awal dari rantai makanan, selanjutnya melalui rantai makanan sampai ke organisme lainnya

Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Mart. Solms) merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai agen pembersih bagi perairan yang tercemar oleh logam berat, limbah organik, limbah anorganik dan mengurangi tingkat kekeruhan air dengan cara menyerap dan mengurangi pergerakan sehingga memudahkan terjadinya sedimentasi. Eceng gondok dan tanaman yang berpotensi menyerap bahan-bahan organik maupun anorganik serta logam-logam berat, kecepatan dan banyaknya penyerapan dipengaruhi oleh faktor jenis tanaman, umur tanaman, ukuran dan berat tanaman, serta lama waktu perlakuan (Pane dan Hasanudin, 2001).

Fitoplankton merupakan organisme yang mempunyai peran besar sebagai produsen primer di perairan. Bila sudah tercemar logam Pb maka dapat mengganggu pertumbuhannya. Dengan menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh logam Pb (timbal) terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton pada bak-bak percobaan yang berenceng gondok.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan makin bertambahnya penduduk, seiring dengan kemajuan teknologi dewasa ini yang ditandai dengan banyaknya industri yang membuang limbah di sungai-sungai, maka akan mencemari air sungai. Aliran sungai itu membawa berbagai macam bahan yang larut dan hanyut, seperti limbah-limbah buangan industri, diantaranya industri barang-barang kimia, industri minyak, industri kulit, industri baterai, industri percetakan, industri elektronik, industri tekstil, industri keramik, industri logam, dan industri barang-barang non logam. Salah satu dari jenis limbah tersebut mengandung logam berat Pb.

Kondisi perairan yang makin tinggi tingkat pencemaran, diperkirakan organisme dan mikroorganisme di dalamnya akan terpengaruh, tak terkecuali Fitoplankton. Akumulasi biologis dapat pula terjadi melalui penyerapan langsung terhadap logam berat yang terdapat dalam badan air, maka fitoplankton yang hidup dalam perairan akan tercemar (Arifin, 1997).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas maka perlu diadakan penelitian tentang konstanta pertumbuhan fitoplankton pada media yang berenceng gondok dan tercemar Pb (timbal). Apakah dengan konsentrasi logam Pb yang berbeda dapat mempengaruhi konstanta pertumbuhan fitoplankton pada bak-bak yang berenceng gondok

1.3 Tujuan

Tujuannya adalah

- Untuk mengetahui pengaruh logam berat Pb (timbal) dengan konsentrasi yang berbeda terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton
- Untuk menentukan konsentrasi logam Pb (timbal) yang paling berpengaruh terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton

1.4 Kegunaan

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai :

- Sumber informasi untuk dijadikan dasar pertimbangan bagi pemerintah dalam mengantisipasi perkembangan industri yang dapat mencemari perairan.
- Lembaga perguruan tinggi, sebagai informasi yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Hipotesis

Ho : Diduga penggunaan logam berat Pb dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton.

H1 : Diduga penggunaan logam berat Pb dengan konsentrasi yang berbeda akan berpengaruh terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bak – bak percobaan di Laboratorium Workshop IIP (Ilmu – Ilmu Perikanan) dan Laboratorium Hidrologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, serta Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan 28 Juni sampai 27 Juli 2009 dengan periode pengamatan 7 hari sekali.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Daya Air

Air adalah sumberdaya alam yang dinamik (*dynamic resources*), dan merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan manfaat untuk mewujudkan kesejahteraan bagi seluruh rakyat Indonesia dalam segala bidang, sehingga memberikan implikasi yang relatif pelik dan khas dalam upaya pengelolaan dan pemanfaatannya. Untuk menghadapi ketidakseimbangan antara ketersediaan air yang cenderung menurun dan kebutuhan air yang semakin meningkat, sumber daya air wajib dikelola dengan memperhatikan fungsi sosial, lingkungan hidup dan ekonomi secara selaras. Pengelolaan ini perlu diarahkan untuk mewujudkan sinergi dan keterpaduan yang harmonis antar wilayah, antar sektor dan antar generasi (Suharti, 2004).

Sumberdaya air merupakan bagian dari kekayaan alam dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk kemakmuran rakyat, secara lestari sebagaimana termaktub dalam pasal 33 ayat 3 UUD 1945. Ketetapan ini ditegaskan kembali dalam pasal 1 Undang-Undang Pokok Agraria tahun 1960 bahwa bumi, air dan ruang angkasa termasuk kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dalam wilayah Republik Indonesia sebagai karunia Tuhan Yang Maha Esa adalah merupakan kekayaan nasional.

2.2 Logam Berat Pb (Timbal)

Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. Pb merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5 °C dan titik didih 1.740 °C

pada tekanan atmosfer. Pencemaran lingkungan oleh timbal kebanyakan berasal dari aktivitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam tersebut. Timbal digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi. Bahan bakar yang mengandung logam Pb (*leaded gasoline*) juga memberikan kontribusi yang berarti bagi keberadaan logam Pb dalam air (Dewi dan Armadi, 2008). Effendi (2003), melaporkan perairan tawar alami biasanya memiliki kadar Pb < 0,05 ppm, toksisitas logam Pb terhadap organisme akuatik berkurang dengan meningkatnya kesadahan dan kadar oksigen terlarut. Sumber potensial pajanan timbal dapat bervariasi di berbagai lokasi.

Menurut Fardiaz (1992), timbal (Pb) banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya sebagai berikut :

- a) Timbal mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- b) Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- c) Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- d) Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri.

Timbal (Pb) dan persenyawaan dapat berada dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Proses korofikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang masuk ke badan perairan. Badan perairan yang telah kemasukan ion-ion Pb, sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi semestinya, dapat mengakibatkan

kematian bagi organisme perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 188 ppm dapat membunuh ikan-ikan (Pallar, 1994).

Fitoplankton, seperti halnya organisme lain memiliki mekanisme perlindungan untuk mempertahankan kehidupannya. Menurut Connel (1995), pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

2.3 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan organisme hidup yang melayang dalam air laut atau air tawar dan pergerakannya secara pasif tergantung arus dan angin. Plankton terutama terdiri dari tumbuhan mikroskopis yang disebut fitoplankton. Fitoplankton sebagian besar merupakan organisme autotropik dan menjadi produsen primer dari bahan organik pada habitat akuatik. Komponen lain dari plankton adalah binatang heterotropik yang disebut zooplankton. Dengan demikian fitoplankton bersifat sebagai dasar dari jaring-jaring makanan pada lingkungan perairan. Fitoplankton tergantung pada aktivitas mikrobial terutama bakteri yang merubah material organik menjadi nutrisi anorganik yang diperlukan (Subarijanti, 1990).

Menurut Herawati (1989), pengelompokan fitoplankton berdasarkan ukuran size grading sebagai berikut :

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| a) Lebih dari 1 mm | : makroplankton |
| b) Lebih kecil dari 1 mm | : mikroplankton |
| c) 5-60 mikrometer μm | : nanoplankton |
| d) Kurang dari 5 μm | : ultraplankton |

Fitoplankton yang hidup di air tawar terdiri dari lima kelompok besar (phyllum) yaitu *Chlorophyta* (ganggang hijau), *Cyanophyta* (ganggang biru), *Chrysophyta* (ganggang kersik), *Phyrrrophyta* dan *Euglenophyta*. Fitoplankton kehadirannya

bervariasi dari suatu tempat ke tempat lain. Perbedaan ini disebabkan oleh keadaan kualitas air yang dapat mempengaruhi komposisi jenisnya. Perubahan masukan unsur ortofosfat kedalam perairan akan menentukan struktur komunitas fitoplankton dan perubahan tingkat kesuburan perairan.

Fitoplankton, seperti halnya organisme lain memiliki mekanisme perlindungan untuk mempertahankan kehidupannya. Menurut Connel (1995), pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam. Proses penyerapan bahan pencemar ke dalam fitoplankton dari lingkungannya terjadi akibat interaksi antara bahan pencemar tersebut dengan permukaan tubuhnya. Karena fitoplankton adalah organisme renik bersel tunggal yang seluruh permukaannya dilapisi oleh membran sel, maka masuknya bahan pencemar tersebut melalui membran selnya.

2.4 Eceng Gondok



Gambar 1. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Nanda, 2007).

Bagian akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar. Sebagian besar peranan akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tumbuhan dari dalam air. Susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air. Eceng gondok tergolong makrofita yang memiliki daun terletak diatas

permukaan air. Zat hijau daun eceng gondok terdapat dalam sel epidermis, dipermukaan atas daun dipenuhi oleh stomata. Bunga eceng gondok bertangkai dengan warna mahkota lembayung muda dan merupakan bunga majemuk dengan jumlah 6 - 35 berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal (Lail, 2008).

Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang didalamnya penuh dengan udara yang berperan agar tetap terapung di permukaan air. Lapisan terluar petiole adalah lapisan epidermis, kemudian dibagian bawahnya terdapat jaringan tipis sklerenkim dengan bentuk sel yang tebal disebut lapisan parenkim, kemudian didalam lapisan ini terdapat lapisan pengangkut (xilem dan floem) (Pandey, 1980). Wikipedia (2009), melaporkan eceng gondok memperbanyak diri secara vegetatif. Perkembangannya sangat cepat eceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air dan sungai.

2.5 Kualitas Air Yang Mempengaruhi Fitoplankton

Kualitas air merupakan kelayakan bagi suatu perairan sebagai lingkungan hidup ikan dan organisme lainnya. Menurut Subarijanti (1995), bahwa air serta bahan-bahan dan energi yang dikandung di dalam merupakan lingkungan bagi jasad-jasad air. Parameter kualitas air yang mempengaruhi fitoplankton di perairan, antara lain :

2.5.1 Parameter Fisika Air

2.5.1.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam ekosistem perairan. Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi dalam badan air. Kondisi suhu perairan akan mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air, mempengaruhi bentuk-bentuk senyawa yang terlarut di

dalamnya dan juga aktifitas dekomposisi bahan organik. Peningkatan suhu akan menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O_2 , CO_2 , NO_2 , NH_4 dan sebagainya (Haslam *dalam* Effendi, 2003).

Suhu dalam badan air akan mempengaruhi stratifikasi perairan, juga akan mempengaruhi kelarutan gas-gas dalam perairan, disamping itu juga akan mempengaruhi proses pembongkaran bahan-bahan organik. Adapun pengaruhnya terhadap kondisi biologis perairan antara lain berubahnya suhu perairan, akan mempengaruhi distribusi, metabolisme, nafsu makan, reproduksi organisme, serta berpengaruh langsung terhadap proses fotosintesis fitoplankton maupun tanaman air tingkat tinggi (Subarijanti, 1990). Haslam *dalam* Effendi (2003), melaporkan alga dari phylum *Chlorophyta* dan *Chrysophyta* tumbuh baik pada kisaran suhu berturut-turut $30 - 35^{\circ}C$ dan $20 - 30^{\circ}C$.

2.5.2 Parameter Kimia Air

2.5.2.1 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hydrogen yang menunjukkan derajat keasaman atau kebasahan suatu perairan. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Selain itu nilai pH juga mempengaruhi komunitas biologi perairan (Effendi, 2003).

Secara alamiah pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi CO_2 dan senyawa bersifat asam. Fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil CO_2 dari air selama proses fotosintesis sehingga mengakibatkan pH air meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari (Boyd, 1988).

pH sangat mempengaruhi keberadaan fitoplankton dalam suatu perairan, pada pH rendah yang berkisar antara 4,6 – 6,7 dijumpai jenis *Closterium*, *Xanthidium*, *Mikrasterias*, *Cosmarium*, *Aphanoteca* dan jenis diatom lainnya,

sedangkan pada pH perairan yang tinggi sering terjadi blooming dari *Cyanophyceae* seperti *Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria* dan *coelosphaerium* (Subarijanti, 1990).

2.5.2.2 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis, di udara sangat sedikit $\pm 0,033\%$ dan di dalam air melimpah dapat mencapai 12 mg/l. Sumber karbondioksida dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan dan air bawah tanah maupun hasil respirasi organisme (Arfiati, 1992).

Karbondioksida (CO₂) yang terkandung dalam atmosfer secara difusi masuk ke perairan dan larut dalam air membentuk persediaan C anorganik, selain itu karbondioksida juga merupakan hasil respirasi dan dekomposisi dari alga. Alga yang telah mati, C-nya akan terlepas (Subarijanti, 1995).

Pada perairan lunak (*soft water*) yang memiliki kesadahan dan pH rendah, pada umumnya karbondioksida terdapat dalam bentuk gas sedangkan pada perairan sadah karbondioksida banyak terdapat dalam bentuk bikarbonat (Effendi, 2003).

2.5.2.3 Nitrat (NO₃)

Nitrat adalah sumber nitrogen dalam air tawar. Bentuk kombinasi lain dari elemen ini bisa tersedia dalam bentuk amoniak, nitrit dan komponen organik. Kombinasi elemen ini sering dimanfaatkan oleh fitoplankton terutama kalau unsur nitrat terbebas (Herawati, 1989).

Nitrogen sebagai sumber nitrat terbanyak terdapat di udara, yaitu sebesar 78 % volume udara. Ada 3 jenis nitrogen di alam. yang pertama di udara, yang kedua senyawa anorganik (nitrat, nitrit, dan amoniak), dan yang ketiga adalah senyawa organik (protein, asam urea). Hanya sedikit organisme yang dapat memanfaatkan nitrogen di udara (Kristanto, 2002).

Unsur nitrogen merupakan unsur pertama bagi pertumbuhan alga, karena unsur N ini merupakan penyusun dari semua protein dan asam lemak nukleik, dengan demikian penyusunan protoplasma secara keseluruhan (Subarijanti, 1990).

Nitrat dalam perairan akan berkurang bersama dengan meningkatnya pertumbuhan fitoplankton. Nitrat dalam perairan banyak dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam proses fotosintesis. Pada daerah permukaan perairan nitrat cepat sekali mengalami penurunan. Karena digunakan oleh fitoplankton untuk proses fotosintesis (Basmi *dalam* Dhamayanti, 2002).

2.5.2.4 Ortofosfat (PO_4)

Di perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut yaitu ortofosfat dan polifosfat. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Effendi, 2003).

Dalam perairan fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu ortofosfat, metafosfat dan polifosfat. Tetapi dari ketiga bentuk itu yang dimanfaatkan oleh fitoplankton dan alga adalah ortofosfat. Sebagian besar fosfat anorganik bersenyawa dengan Ca, Fe, dan Al dalam suasana basa (pH lebih dari 7) dan fosfor akan berikatan dengan Ca menjadi $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)$ dan akan mengendap (Maizar, 2006). Fosfor memegang peranan penting dalam reaksi enzim yang tergantung kepada fosforilase. Hal ini karena fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga sebagai penyusun lemak dan protein (Sarief, 1986 *dalam* Subarijanti, 1995).

2.5.2.5 Oksigen Terlarut

Oksigen yaitu (1) Sebagai gas yang penting dalam kimia dan biokimia; (2) Secara kontinyu dikonsumsi oleh hewan dan tumbuhan, serta diserap untuk proses dekomposisi bahan organik; (3) Diproduksi oleh tumbuhan melalui fotosintesis jika cahaya dan nutrisi cukup (Arfiati, 2001). Menurut Subarijanti (1995), Oksigen merupakan unsur vital dan sangat diperlukan dalam proses respirasi dan metabolisme semua organisme perairan termasuk fitoplankton atau alga. Oksigen yang diperlukan organisme air adalah dalam bentuk oksigen terlarut, unsur ini juga dibutuhkan bakteri pengurai untuk proses dekomposisi bahan organik.



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi Pb (timbal) terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton pada bak-bak percobaan dengan eceng gondok.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen atau percobaan. Menurut Hanafiah (2008), percobaan adalah suatu tindakan coba - coba (*trial*) yang dirancang untuk menguji keabsahan (*validity*) dari hipotesis yang diajukan. Percobaan merupakan suatu alat penelitian yang digunakan untuk menyelidiki sesuatu yang belum diketahui atau untuk menguji suatu teori (*principle*) atau hipotesis.

Metode eksperimen dilakukan dengan memberikan *treatment* (perlakuan) yang berbeda pada setiap grup sampel. Dengan adanya *treatment* yang berbeda, maka reaksi yang terjadi akan berbeda. Jadi inti dari metode eksperimen adalah "what if"= apa yang terjadi apabila dilakukan perubahan pada setiap grup sampel. Sedangkan dalam metode ilmiah, eksperimen adalah suatu set tindakan dan pengamatan, yang dilakukan untuk mengecek atau menyalahkan hipotesis atau mengenali hubungan sebab akibat antara gejala. Eksperimen adalah usaha mengungkapkan suatu masalah, keadaan atau peristiwa sebagaimana adanya sehingga bersifat untuk mengungkapkan fakta (Veronica, 2009).

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan perbedaan konsentrasi (t) sebanyak 6 dengan ulangan perlakuan (r) sebanyak 3. Adapun perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- E0 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 0 ppm (kontrol).
- E1 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 1 ppm.
- E2 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 2 ppm.
- E3 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 3 ppm.
- E4 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 4 ppm.
- E5 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 5 ppm.

Penentuan jumlah rumpun eceng gondok dan konsentrasi perlakuan Pb di dasarkan atas artikel yang ditulis oleh Hasim (2003), menyatakan bahwa 5 rumpun eceng gondok mampu menyerap Pb sebesar 5 ppm dengan presentase penurunan 99,7 %. Logam berat Pb bersifat racun, sehingga diasumsikan bahwa semakin tinggi konsentrasi Pb maka semakin tinggi pula daya racunnya terhadap organisme akuatik yang bisa menyebabkan kematian (tidak terkecuali bagi fitoplankton), sehingga dalam penelitian ini perlakuan perbedaan konsentrasi Pb yang dipergunakan tidak melebihi dari 5 ppm akan tetapi kurang atau sama dengan 5 ppm. Tata letak bak - bak percobaan dilakukan secara acak (menggunakan tabel bilangan rambang), adapun denah tata letak bak - bak percobaan disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Tata Letak Bak Percobaan

E0.I	E3.I	E5.I	E2.I	E4.I
E4.II	E5.II	E0.II	E3.II	E1.III
E3.III	E0.III	E4.III	E2.III	E5.III
E1.I	E1.II	E2.II		

Keterangan:

- E0 – E5 = Perlakuan
- I - III = Ulangan perlakuan

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diukur meliputi parameter utama dan parameter pendukung yang dilakukan sebelum perlakuan dan setelah perlakuan setiap 7 hari sekali selama satu bulan. Adapun parameter yang diukur :

- Parameter utama : konstanta pertumbuhan fitoplankton
- Parameter pendukung : Pb dalam eceng gondok dan air, suhu, pH, oksigen terlarut, karbondioksida, nitrat, ortofosfat.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur kerja perlu diperhatikan dalam melakukan penelitian agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan, yaitu meliputi :

3.5.1 Persiapan Penelitian

1. Mempersiapkan tempat penelitian.

Penelitian bertempat di Workshoop Ilmu – Ilmu Perikanan FPIK (sebagai tempat aklimatisasi eceng gondok, peletakan bak penelitian, pengambilan sampel Pb, sampel fitoplankton, pengukuran suhu, pH, karbondioksida, oksigen terlarut, nitrat, ortofosfat) dan Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang (sebagai tempat analisa Pb pada akar, tangkai, daun eceng gondok, fitoplankton dan air).

3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

1. Aklimatisasi eceng gondok.

Eceng gondok yang diambil dari waduk Wlingi Raya Blitar di aklimatisasi dengan air lokal selama 7 hari sebelum di masukkan kedalam bak – bak perlakuan dan dilakukan penyortiran. Eceng gondok yang dipilih memiliki kriteria sebagai berikut:

- Daun segar dan muda (berwarna hijau).
 - Tinggi (20 – 30 cm).
 - Berat (50 – 60 gram).
 - Jumlah tangkai setiap rumpun (4 – 5 cabang)
2. Mengukur parameter utama dan pendukung sebelum perlakuan.

Parameter utama yang di analisa sebelum perlakuan meliputi komposisi fitoplankton dalam air sumur. Sedangkan parameter pendukung yang dianalisa sebelum perlakuan meliputi konsentrasi Pb dalam air sumur, Pb dalam eceng gondok dan parameter kualitas air meliputi (suhu, pH, karbondioksida, oksigen terlarut, nitrat, ortofosfat).

3. Membuat larutan timbal.

Perlakuan perbedaan konsentrasi timbal yang dipergunakan dalam penelitian ini sebesar 0 ppm (sebagai kontrol), 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm. Senyawa Pb yang di gunakan adalah Timbal (II) nitrat $[Pb(NO_3)_2]$ berupa serbuk putih yang dimasukkan ke dalam bak berisi air sumur 9 liter.

4. Memasukkan eceng gondok ke dalam bak perlakuan.

Setiap bak perlakuan (E0, E1, E2, E3, E4, dan E5) terdapat 5 rumpun eceng gondok dengan kriteria sesuai pada poin 1.

5. Mengukur parameter utama dan pendukung setelah perlakuan

Parameter utama yang di analisa meliputi konstanta pertumbuhan fitoplankton. Sedangkan parameter pendukung yang dianalisa meliputi konsentrasi Pb dalam air dan pada eceng gondok pada bak – bak perlakuan (E0, E1, E2, E3, E4, dan E5). Parameter kualitas air suhu, pH, karbondioksida, oksigen terlarut, nitrat, ortofosfat air selama 29 hari dengan periode pengamatan 7 hari sekali.

3.6 Analisa Logam Berat Pb

3.6.1 Timbal (Pb)

Pengukuran timbal (Pb) di air sampel maupun di fitoplankton dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

3.6.1.1 Sampel Cair

Menurut Hutagalung (1991), metode analisis sampel cair (air sampel) adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan sampel cair ke dalam *beaker glass* 50 ml.
2. Menambahkan HNO_3 encer 2,5 N sebanyak $\pm 10 - 15$ ml.
3. Memanaskan sampai mendidih dan mendinginkannya.
4. Mengeringkan sampel tersebut ke dalam labu ukur 50 ml.
5. Menambahkan aquades sampai tanda batas dan mongocoknya sampai homogen.
6. Menganalisa dengan menggunakan mesin AAS dengan panjang gelombang 238,3 nm dan mencatat absorbansinya. Prinsip perhitungan dan pembuatan larutan standar sama dengan sampel padat.

3.6.1.2 Sampel Pb pada Fitoplankton

Metode analisis logam Pb pada sampel Fitoplankton menurut Departemen Pekerjaan Umum (1990) sebagai berikut :

1. Menyaring fitoplankton, residu dimasukkan kedalam cawan porselin
2. Menambahkan larutan Aquaregia ± 5 ml
3. Memanaskan sampai mendidih dan mendinginkannya
4. Menambahkan HNO_3 encer 2,5 N sebanyak $\pm 10 - 15$ ml
5. memanaskan perlahan-lahan selama 5 menit dan dingiinkan
6. Menyaring dikelabu ukur ± 10 ml dan menambahkan aquades sampai tanda batas dan kocok sampai homogen

7. Menganalisa dengan menggunakan mesin AAS dengan panjang gelombang 238,3 nm dan mencatat absorbansinya. Prinsip perhitungan dan pembuatan larutan standar sama dengan sampel padat.

3.7 Analisa Parameter Kualitas air

3.7.1 Parameter Fisika Air

3.7.1.1 Suhu

Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dalam penelitian ini adalah thermometer digital karena dianggap lebih teliti jika dibandingkan secara manual menggunakan thermometer Hg. Menurut FPi (2003), prosedur pengukuran suhu air adalah sebagai berikut :

1. Mencelupkan thermometer digital ke dalam air, dan ditunggu beberapa saat sampai angka dalam monitor menunjuk/berhenti pada angka tertentu.
2. Mencatat nilai yang muncul pada monitor (°C).

3.7.2 Parameter Kimia Air

3.7.2.1 Derajat Keasaman (pH)

Alat yang digunakan untuk mengukur pH dalam penelitian ini adalah pH meter karena dianggap lebih teliti jika dibandingkan secara manual menggunakan pH *paper*. Menurut FPi (2003), prosedur pengukuran pH air adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan pH meter.
2. Membilas pH meter yang akan digunakan dengan aquades (cukup bagian lensa yang berfungsi mendeteksi pH).
3. Memasukkan pH meter (cukup bagian lensa yang berfungsi mendeteksi pH) ke dalam sampel air sampai angka dalam layar digital konstan, catat hasilnya.

3.7.2.2 Karbondioksida (CO₂)

Tahapan pengukuran karbondioksida menurut FPI (2003), adalah sebagai berikut :

1. Memasukan 25 ml air contoh ke dalam erlenmeyer, kemudian menambahkan 1–2 tetes indikator PP
2. Bila air berwarna merah berarti air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas
3. Bila air tetap tidak berwarna, cepat titrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali

- Perhitungan :

$$CO_2 \text{ bebas} = \frac{(mL \text{ titran}) \times (N \text{ titran}) \times 22 \times 1000}{mL \text{ air sampel}}$$

3.7.2.3 Nitrat (NO₃)

1. Siapkan larutan standar pembanding
2. Saring 100 ml sampel dan tuangkan ke dalam cawan porselin.
3. Uapkan diatas pemanas air sampai kering.
4. Dinginkan dan tambahkan 2 ml asam fenol disulfonik dan aduk dengan pengaduk gelas.
5. Encerkan dengan 10 ml aquades.
6. Tambahkan NH₄OH (1-1) sampai terbentuk warna. Encerkan dengan aquades sampai 100 ml. kemudian masukkan dalam tabung reaksi.
7. Bandingkan warna air sampel dengan larutan standar nitrat. Apabila menggunakan spectrometer, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 410 μm.

3.7.2.4 Ortofosfat (PO_4)

1. Buat larutan standar pembanding.
2. Tambahkan 2 ml amonium molybdat-asam sulfat kedalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan goyangkan sampai larutan bercampur.
3. Tambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 dan kocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya.
4. Ukur dan tuangkan 50 ml air sampel kedalam Erlenmeyer.
5. Tambahkan 2 ml amonium molybdat dan kocok.
6. Tambahkan 5 tetes SnCl_2 dan kocok.
7. Bandingkan warna biru dari air sampel dengan larutan standar baik secara visual atau dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang $590 \mu\text{m}$.

3.7.2.5 Oksigen Terlarut (Alaerts dan Santika, 1987)

1. Elektroda disiapkan.
2. Dikoreksi perubahan tekanan udara dengan menggunakan tombol "mbar" dan barometer kecil.
3. Elektrode kemudian dikalibrasi.
4. Dimasukkan batang elektroda ke dalam larutan sampel.
5. Dicatat hasil pengukuran dalam $\text{mg O}_2/\text{L}$.

3.8 Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton

Perhitungan konstanta pertumbuhan fitoplankton pada periode puncak dengan menggunakan rumus Foog (1975) yaitu

$$N_t = N_0 \times e^{kt}$$

Keterangan :

N_t	= jumlah fitoplankton setelah periode waktu t
N_0	= jumlah fitoplankton yang diinokulasi pada waktu $t = 0$
e	= bilangan dasar ($e = 2,71$)
k	= konstanta pertumbuhan fitoplankton
t	= waktu dalam hari

3.9 Menyiapkan Larutan Pb

Suatu misal untuk memperoleh dosis Pb sebanyak 1 ppm maka digunakan rumus pengenceran :

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/l} \times 9 \text{ l} = 9 \text{ mg} = 0,009 \text{ gr} \times 3 = 0,027 \text{ gr}$$

Begitu seterusnya untuk menghitung 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm.

3.10 Analisa Data

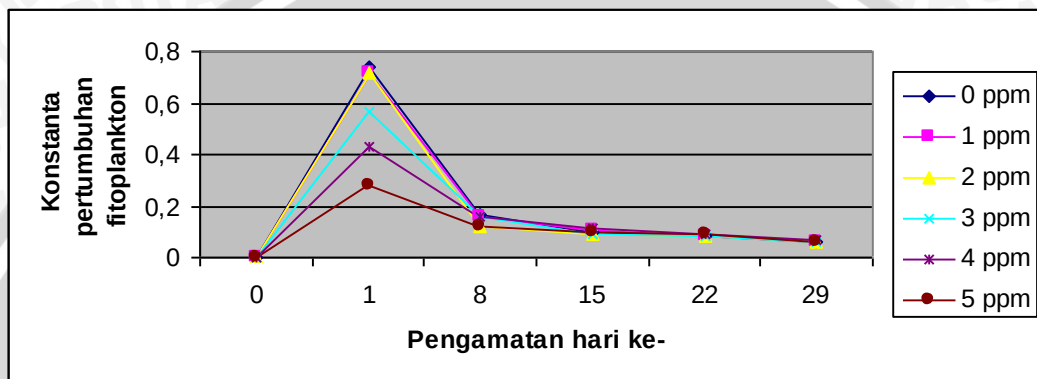
Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi logam Pb yang berbeda terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton dilakukan analisa sidik ragam secara Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut distribusi F sebagai uji F. Dimana perlakuan berpengaruh nyata jika H_0 ditolak pada taraf uji 5 % ($F_{hit} > F_{tab}$) dan berpengaruh sangat nyata jika H_0 ditolak pada taraf uji 1 % ($F_{hit} > F_{tab}$).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton Pada Berbagai Perlakuan

Pertambahan jumlah fitoplankton digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui pertumbuhan fitoplankton. Data konstanta pertumbuhan fitoplankton pada berbagai perlakuan selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Grafik Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton

Pengamatan pada hari ke-0 fitoplankton belum menunjukkan pertumbuhan relatif karena memasuki lag phase dimana fitoplankton belum mengadakan reproduksi. Hal ini sesuai dengan Herawati (1989), pada kondisi lag phase jumlah sel akan tetap konstan sampai sel mampu mengadakan regenerasi melalui pembelahan sel sehingga jumlahnya meningkat. Pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-1 fitoplankton sudah mengalami peningkatan pertumbuhan. Hal ini disebabkan karena pada hari ke-0 sampai hari ke-1 fitoplankton memasuki fase pertumbuhan eksponensial. Pada fase eksponensial fitoplankton mencapai puncak pertumbuhan di mana rata-rata pertumbuhannya untuk 0 ppm sebesar 0,742, 1 ppm sebesar 0,720, 2 ppm sebesar 0,719, 3 ppm sebesar 0,563, 4 ppm sebesar 0,433, 5 ppm sebesar 0,282. Pencapaian puncak pertumbuhan tidak lepas dari kemampuan adaptasi fitoplankton untuk melakukan perkembangan walaupun pada media yang tercemar logam Pb. Karena sifat logam Pb

yang tidak langsung membunuh organisme tetapi akan mengakibatkan bahaya bila sudah menyerap Pb dalam jumlah yang banyak di dalam tubuhnya. Hal ini sesuai dengan Fardiaz (1992), logam berat Pb dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan.

Pada pengamatan hari ke-1 sampai ke-15 terjadi penurunan pertumbuhan relatif, hal ini disebabkan fitoplankton memasuki fase penurunan laju pertumbuhan. Selain itu fitoplankton sudah banyak menyerap logam Pb yang menyebabkan pertumbuhannya terganggu dan juga mengakibatkan kematian. Hal ini sesuai dengan Connel (1995), pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

Pada pengamatan hari ke-15 sampai ke-22 fitoplankton memasuki fase stasioner pertumbuhan. Pada fase ini jumlah konstanta pertumbuhan fitoplankton mengalami penurunan sedikit. Pada pengamatan hari ke-22 sampai hari ke-29 terjadi penurunan pertumbuhan fitoplankton. Pada pengamatan ini fitoplankton memasuki fase kematian, dimana kematian fitoplankton lebih banyak daripada pertumbuhan fitoplankton. Hal ini disebabkan tingkat penyerapan logam Pb tinggi sehingga fitoplankton mengalami kematian. Menurut Ulfen (1995) racun Pb ini bersifat akumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup.

Berdasarkan analisa uji F pada lampiran 4, diperoleh F hitung perlakuan konsentrasi logam Pb yang berbeda berpengaruh sangat nyata pada taraf uji 5 % dan 1 %. Bahwa perlakuan 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton. Sehingga dari hasil hipotesis awal (H_0) yang diajukan bahwa perbedaan konsentrasi logam Pb tidak berpengaruh sangat nyata terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton ditolak. Uji lanjutan untuk mengetahui

perlakuan konsentrasi logam Pb berbeda yang memberikan pengaruh tertinggi terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Kesimpulan dari uji BNT adalah bahwa perlakuan eceng gondok + timbal 0 ppm memberikan pengaruh terbesar terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton dan diikuti perlakuan eceng gondok + timbal 1 ppm, eceng gondok + timbal 2 ppm, eceng gondok + timbal 3 ppm, eceng gondok + timbal 4 ppm dan eceng gondok + 5 timbal ppm.

4.2 Timbal (Pb) di Fitoplankton

Konsentrasi Pb di dalam fitoplankton cenderung naik selama pengamatan. Hal ini disebabkan karena fitoplankton menyerap logam Pb yang dari hari ke hari konsentrasinya meningkat. Berikut data tabel konsentrasi logam Pb di fitoplankton pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Konsentrasi Logam Pb Di Fitoplankton (ppm)

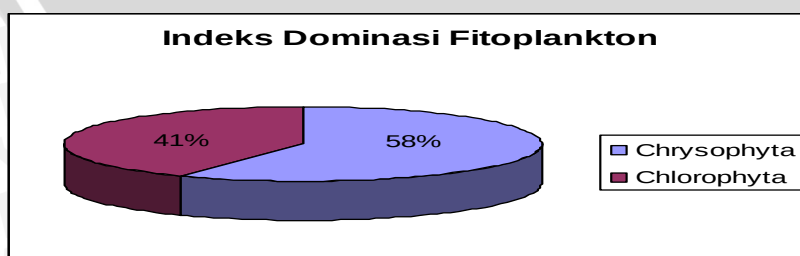
Perlakuan	Pengamatan hari ke- (ppm)		
	8	15	29
0 ppm	0,54	0,62	0,75
1 ppm	0,58	0,67	0,77
2 ppm	1,05	1,11	1,16
3 ppm	1,09	1,29	1,44
4 ppm	1,41	1,54	1,49
5 ppm	2,07	2,56	2,74

Berdasarkan Tabel 2 pengamatan dari hari ke-8 sampai hari ke-29 terjadi peningkatan penyerapan logam Pb oleh fitoplankton. Hal ini disebabkan oleh sifat logam Pb itu sendiri yang mudah diserap oleh organisme air termasuk fitoplankton. Sehingga bila fitoplankton itu masa hidupnya lama di perairan yang tercemar Pb, maka fitoplankton akan semakin banyak menyerap logam tersebut. Peningkatan penyerapan logam Pb oleh fitoplankton menyebabkan terganggunya pertumbuhan fitoplankton dan bisa mengakibatkan kematian. Peningkatan penyerapan logam Pb oleh fitoplankton relatif kecil. Hal ini

disebabkan karena selain Pb diserap oleh fitoplankton, juga diserap oleh eceng gondok. Eceng gondok di sini berperan sebagai indikator biologi dalam mengurangi kadar Pb di perairan. Menurut Fardiaz (1992) logam berat dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan, selanjutnya melalui rantai makanan sampai ke organisme lainnya.

4.3 Jenis-jenis Fitoplankton

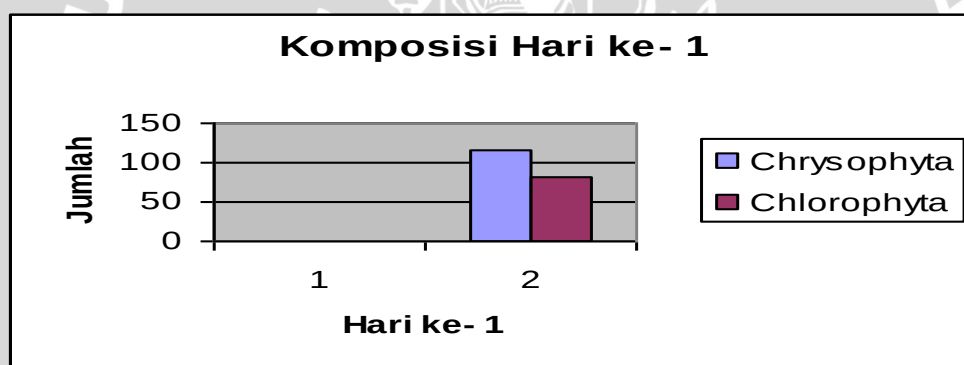
Fitoplankton adalah plankton nabati yang biasa juga disebut alga dan merupakan makanan alami bagi ikan maupun udang. Fitoplankton juga merupakan produsen tingkat pertama dan mampu berfotosintesa dengan bantuan sinar matahari. Keberadaan fitoplankton diperairan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah unsur hara atau nutrien. Jenis fitoplankton pada saat pengamatan berbeda-beda karena adanya perbedaan perlakuan yang diberikan pada saat penelitian berlangsung. Menurut Herawati (1989), fitoplankton merupakan organisme hidup yang melayang dalam air laut atau air tawar dan pergerakannya secara pasif tergantung arus dan angin. Plankton terutama terdiri dari tumbuhan mikroskopis yang disebut fitoplankton. Fitoplankton sebagian besar merupakan organisme autotropik dan menjadi produsen primer dari bahan organik pada habitat aquatik. Berikut grafik indeks dominasi fitoplankton yang disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Indeks Dominasi Fitoplankton

Pada grafik diatas ditemukan dua phylum, yaitu Chrysophyta dan Chlorophyta. Jumlah genus yang ditemukan selama penelitian ada 20 genus. Phylum dengan jumlah genus tertinggi adalah phylum Chrysophyta yang terdiri dari 12 genus antara lain *Navicula*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Nitzschia*, *Diploneis*, *Caloneis*, *Stauroneis*, *Achnanthes*, *Melosira*, *Cocconeis*, *Cymbella*. Phylum Chlorophyta dengan 8 genus antara lain *Ankistrodesmus*, *Closterium*, *Ulothrix*, *Rizoclonium*, *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Groenbladia*, *Genicularia*. Menurut Schlan (1972) jenis ini lebih banyak ditemukan di kolam – kolam yang banyak mengandung bahan organik atau kemungkinan jenis yang lain tidak ikut tersaring dalam plankton net pada waktu pengambilan air sampel.

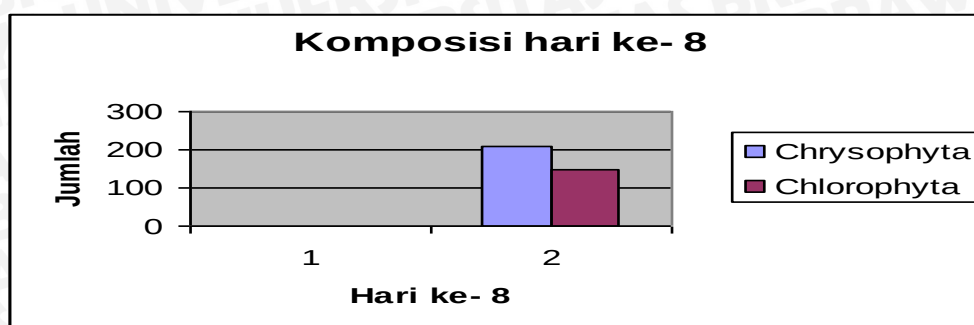
Komposisi fitoplankton pada hari ke- 1 disajikan pada Gambar 4. berikut ini:



Gambar 4. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke- 1

Berdasarkan Gambar 4. diketahui pada hari ke-1 phylum Chrysophyta mendominasi dimana komposisinya berkisar antara ± 115 individu/l, sedangkan phylum Chlorophyta komposisinya berkisar antara ± 82 individu/l.

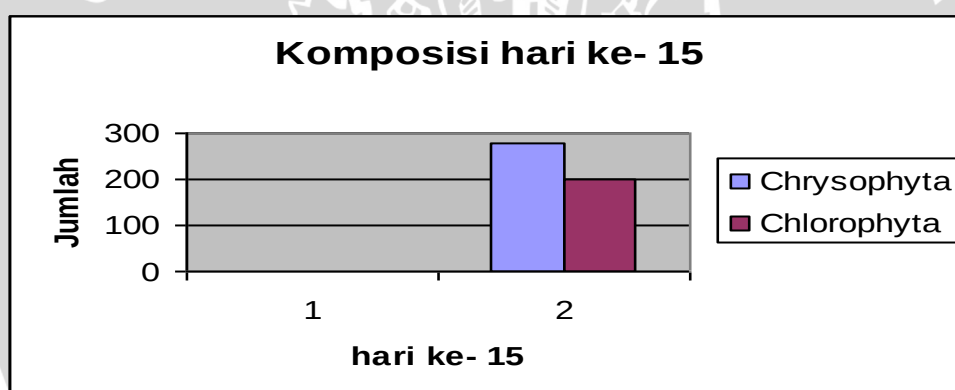
Komposisi fitoplankton pada hari ke- 8 disajikan pada Gambar 5. berikut ini:



Gambar 5. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke- 8

Berdasarkan Gambar 5. komposisi fitoplankton pada hari ke- 8 didominasi phylum Chrysophyta dengan komposisi berkisar antara ± 207 individu/l, sedangkan phylum Chlorophyta komposisinya berkisar antara ± 150 individu/l.

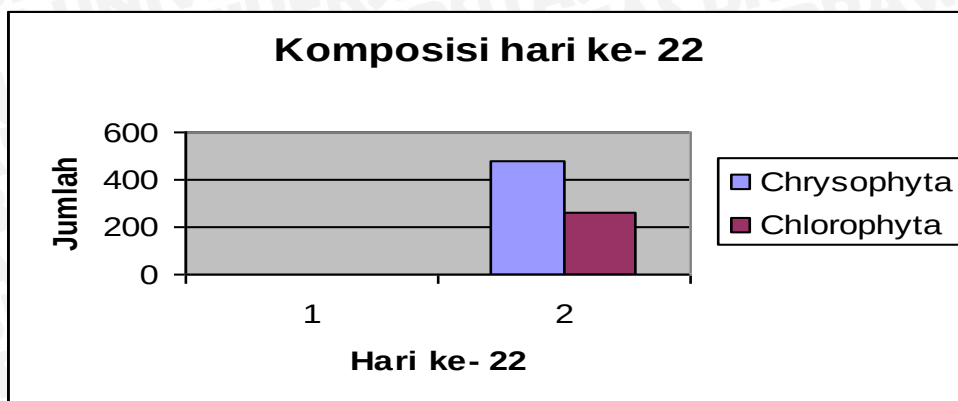
Komposisi fitoplankton pada hari ke-15 disajikan Gambar 6. berikut ini:



Gambar 6. Grafik Komposisi Fitoplankton Pada Hari Ke-15

Berdasarkan Gambar 6. komposisi fitoplankton pada hari ke-15 didominasi phylum Chrysophyta dengan komposisi berkisar antara ± 277 individu/l, sedangkan phylum Chlorophyta komposisinya berkisar antara ± 199 individu/l.

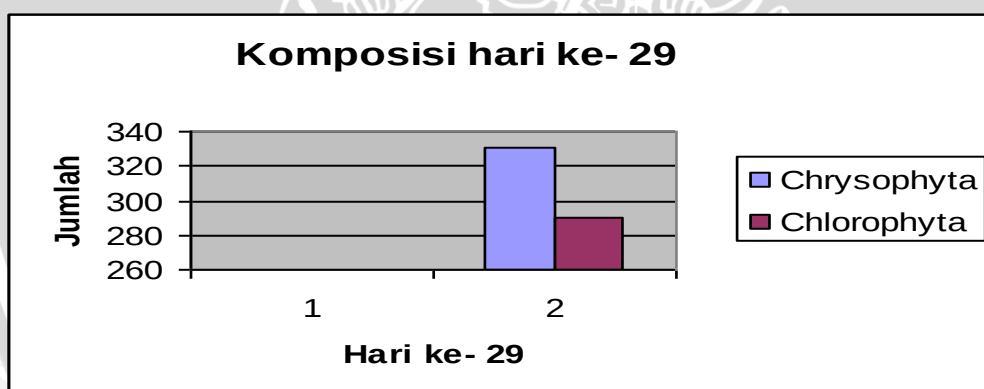
Komposisi fitoplankton pada hari ke-22 disajikan Gambar 7. berikut ini :



Gambar 7. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke-22

Berdasarkan Gambar 7. komposisi fitoplankton pada hari ke-22 didominasi phylum Chrysophyta dengan komposisi berkisar antara ± 474 individu/l, sedangkan phylum Chlorophyta komposisinya berkisar antara ± 261 individu/l.

Komposisi fitoplankton pada hari ke-29 disajikan Gambar 8. berikut ini :



Gambar 8. Grafik Komposisi Fitoplankton Hari Ke-29

Berdasarkan Gambar 8. komposisi fitoplankton pada hari ke-29 phylum Chrysophyta mendominasi dengan komposisi berkisar antara ± 331 individu/l, sedangkan phylum Chlorophyta komposisinya berkisar antara ± 290 individu/l.

Dari hasil penelitian selama hari ke-1 sampai hari ke-29 diketahui bahwa phylum Chrysophyta lebih mendominasi dengan komposisi berkisar 58 %, sedangkan phylum Chlorophyta berkisar 41 %. Hal ini sesuai dengan Herawati

(1989) di daerah perairan tawar dengan tanpa alasan yang jelas diatom mengambil alih peran tanaman lain khususnya Cyanophyta dan Chlorophyta. Phylum Chrysophyta juga dapat digunakan untuk mendeteksi perairan bersih. Adaptasi dari masing masing fitoplankton juga mempengaruhi jenis fitoplankton yang ditemukan. Menurut Ali, m. *et al.*, (2003), dominasi spesies-spesies seperti *Navicula* sp, *Gomphonema* sp, *Nitzschia* sp, dan *Ulothrix* sp menunjukkan kualitas air bersih dan tidak tercemar limbah. Selain itu kelas diatom merupakan kelas alga yang paling mudah dijumpai didalam berbagai jenis habitat karena itu dapat juga digunakan sebagai pendeteksi kualitas air bersih.

Melimpahnya phylum Chrysophyta diduga disebabkan kandungan nitrat dan ortofosfat yang cukup besar, kandungan nitrat berkisar antara 2 – 9,9 mg/l dan ortofosfat berkisar antara 0,02 – 0,18 mg/l. Turunnya kandungan Pb pada setiap minggunya dan adaptasi dari fitoplankton itu juga mempengaruhi kelimpahan Chrysophyta. Menurut Effendi (2003), kadar timbal yang berkisar antara 0,1-0,8 mg/liter dapat menghambat pertumbuhan mikroalga. Menurut Sastrawijaya (2000), menyebutkan bahwa plankton mempunyai kepekaan dan toleransi yang berbeda-beda terhadap bahan pencemar, sehingga dapat dijadikan indikator perubahan kualitas lingkungan.

Phylum Chlorophyta mempunyai komposisi yang relatif kecil, karena phylum ini kalah kompetisi dengan phylum Chrysophyta. Suhu yang ditemukan dengan kisaran antara 24°C–26°C kurang mendukung pertumbuhan Chlorophyta. Menurut Subarijanti (1990) suhu berkisar antara 27°C – 31°C mendukung pertumbuhan Chlorophyta, sehingga alga hijau (fitoplankton) akan tumbuh dengan baik apabila intensitas cahaya matahari cukup tersedia.

4.4 Timbal (Pb) dalam Air

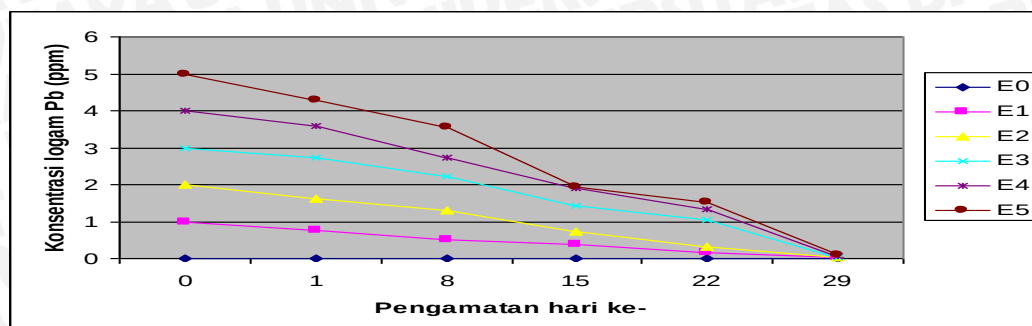
Rata-rata konsentrasi logam Pb dalam air selama pengamatan menurun pada setiap perlakuan, kecuali perlakuan E0 dan disajikan pada Tabel 3. berikut

Tabel 3. Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Air (ppm).

Perlakuan	Pengamatan hari ke- (ppm)					
	0	1	8	15	22	29
0 ppm	0,006	0,008	0,008	0,008	0,006	0,010
1 ppm	1	0,752	0,523	0,393	0,154	0,021
2 ppm	2	1,623	1,317	0,730	0,307	0,027
3 ppm	3	2,717	2,213	1,420	1,063	0,043
4 ppm	4	3,583	2,717	1,917	1,337	0,066
5 ppm	5	4,727	3,540	1.940	1,517	0,083

Berdasarkan Tabel 3, pengamatan hari ke-29, rata-rata konsentrasi logam Pb yang tersisa dalam air perlakuan 0 ppm sebesar 0,010 ppm, perlakuan 1 ppm sebesar 0,021 ppm, perlakuan 2 ppm sebesar 0,027 ppm, perlakuan 3 ppm sebesar 0,043 ppm, perlakuan 4 ppm sebesar 0,066 ppm, dan perlakuan 5 ppm sebesar 0,083. Hal ini menunjukkan perlakuan 5 ppm memiliki sisa logam Pb tertinggi dan terendah terdapat pada perlakuan 0 ppm. Walaupun pada pengamatan hari ke-29 menunjukkan logam Pb yang tersisa perlakuan 5 ppm paling tinggi akan tetapi rata-rata logam Pb yang terserap eceng gondok selama pengamatan tetap paling tinggi dibandingkan pada perlakuan lain, yaitu sebesar 4,92 ppm. Rata-rata konsentrasi logam Pb dalam air yang diserap oleh eceng gondok selama 29 hari pada perlakuan 5 ppm sebesar 4,13 ppm. Sehingga terdapat selisih 0,79 ppm, selisih ini diduga karena ada aktifitas penyerapan logam Pb oleh organisme lain (bakteri dan plankton) yang terdapat dalam air (selisih angka terjadi pada semua perlakuan).

Rata – rata konsentrasi logam Pb pada setiap perlakuan disajikan pada Gambar 9. berikut ini :



Gambar 9. Grafik Rata-rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Air

Keterangan :

- E0 = eceng gondok 5 rumpun + air tanah
- E1 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 1 ppm
- E2 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 2 ppm
- E3 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 3 ppm
- E4 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 4 ppm
- E5 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 5 ppm

Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi logam Pb dalam air pada setiap perlakuan selama pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb dalam air perlakuan E1, E2, E3, E4, dan E5 pada pengamatan hari ke-1 terjadi penurunan yang menunjukkan adanya aktivitas penyerapan logam Pb oleh eceng gondok. Sedangkan pada perlakuan E0 rata-rata konsentrasi logam Pb dalam air, dari pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-29 relatif konstan, bahkan ada kecenderungan sedikit peningkatan yaitu dari 0,006 menjadi 0,010 ppm. Hal ini diduga logam Pb yang terkandung dalam tubuh eceng gondok dapat keluar kedalam air dengan perlahan secara difusi karena konsentrasi logam Pb dalam air lebih rendah dibandingkan dalam tubuh eceng gondok. Menurut Ulfin dan Widya (2005), jaringan akar akan melepas ion logam karena konsentrasi logam Pb dalam jaringan lebih besar daripada media (air). Selain itu dengan adanya proses dekomposisi bagian tubuh eceng gondok yang jatuh dalam air dapat menyebabkan konsentrasi logam Pb dalam air meningkat. Menurut Odum

(1973), ketika bahan organik yang mengandung logam Pb terdekomposisi, maka akan menyebabkan logam Pb tersebut terlepas dan kembali ke dalam air.

4.5 Timbal (Pb) dalam Tubuh Eceng Gondok

Hasil Pb dalam eceng gondok menunjukkan bahwa dari pengamatan hari ke-1 sampai hari ke-29 terjadi penyerapan logam Pb yang ditunjukkan dalam penelitian Kurniawan (2010). Berikut rata-rata konsentrasi logam Pb disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Eceng Gondok (ppm).

Perlakuan	Pengamatan hari ke- (ppm)					
	0	1	8	15	22	29
E0	0,12	0,14	0,13	0,10	0,11	0,36
E1	0,12	0,22	0,43	0,52	0,58	0,68
E2	0,12	0,34	0,92	1,30	1,38	1,58
E3	0,12	0,40	1,43	1,76	2,03	2,73
E4	0,12	0,45	1,50	2,34	2,71	3,37
E5	0,12	0,48	1,87	2,81	3,31	4,25

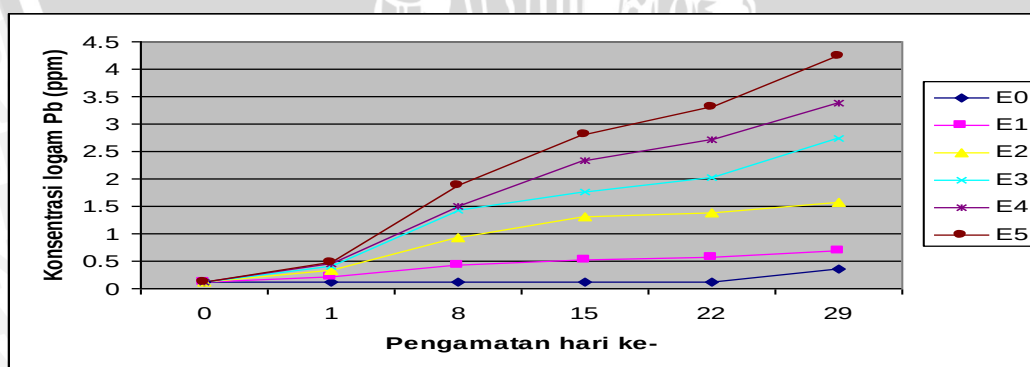
Keterangan :

- E0 = eceng gondok 5 rumpun + air tanah
- E1 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 1 ppm
- E2 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 2 ppm
- E3 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 3 ppm
- E4 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 4 ppm
- E5 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 5 ppm

Berdasarkan Tabel 4, pengamatan hari ke-29, rata-rata konsentrasi logam Pb dalam tubuh eceng gondok pada perlakuan E0 sebesar 0,35 ppm, perlakuan E1 sebesar 0,68 ppm, perlakuan E2 sebesar 1,58 ppm, perlakuan E3 sebesar 2,73 ppm, perlakuan E4 sebesar 3,37 ppm, dan perlakuan E5 sebesar 4,25 ppm. Hal ini menunjukkan penyerapan logam Pb oleh eceng gondok tertinggi terjadi pada perlakuan E5 dan terendah terjadi pada perlakuan E0. Sehingga perbedaan

penyerapan ini diduga dipengaruhi oleh konsentrasi logam Pb yang tersedia dalam air. Konsentrasi logam Pb yang tersedia pada perlakuan E5 paling tinggi. Sehingga logam Pb yang diserap oleh eceng gondok juga tinggi, dikarenakan laju penyerapan ion meningkat. Sedangkan konsentrasi logam Pb yang tersedia pada perlakuan E0 paling rendah, sehingga logam Pb yang diserap oleh eceng gondok juga rendah karena laju penyerapan ion menurun.

Logam Pb yang diserap oleh akar eceng gondok adalah dalam bentuk ion (Pb^{2+}). Dalam air, $Pb(NO_3)_2$ akan larut menjadi Pb^{2+} . Menurut Wikipedia (2009), persamaan reaksi $Pb(NO_3)_2$ menjadi Pb^{2+} adalah $Pb(NO_3)_2 (s) \rightarrow Pb^{2+} (aq) + 2NO_3^- (aq)$. Setelah ion Pb^{2+} diserap dalam epidermis, maka akan ditransportasikan menuju korteks, endodermis, perisikel, dan xilem (Agustina, 1990). Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi logam Pb dalam tubuh eceng gondok pada setiap perlakuan selama pengamatan, menunjukkan bahwa perlakuan E1, E2, E3, E4, dan E5 mengalami peningkatan dari pengamatan hari ke-1 yang menunjukkan aktifitas penyerapan logam Pb oleh eceng gondok sudah terjadi. Hal ini diduga karena eceng gondok cepat beradaptasi pada lingkungan baru. Berikut rata-rata konsentrasi logam Pb disajikan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Rata-rata Konsentrasi Logam Pb Dalam Eceng Gondok (ppm).

Keterangan :

- E0 = eceng gondok 5 rumpun + air tanah
- E1 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 1 ppm
- E2 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 2 ppm
- E3 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 3 ppm
- E4 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 4 ppm
- E5 = eceng gondok 5 rumpun + timbal 5 ppm

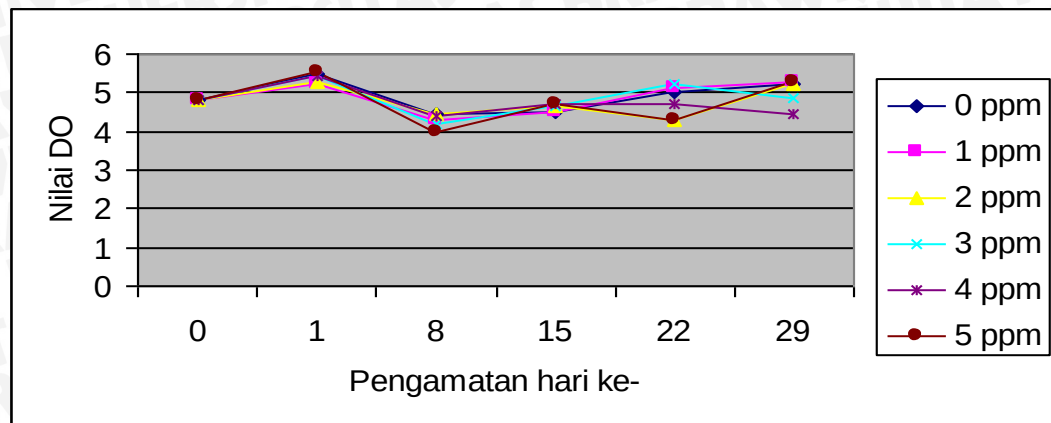
Sedangkan rata-rata konsentrasi logam Pb dalam tubuh eceng gondok perlakuan E0, dari pengamatan hari ke-0 sampai pengamatan hari ke-22 cenderung konstan, yaitu berkisar 0,10 ppm sampai 0,14 ppm. Akan tetapi pada hari ke-29 rata-rata konsentrasi logam Pb eceng gondok mengalami peningkatan menjadi 0,35 ppm. Diketahui pada hari tersebut terdapat bagian tubuh eceng gondok (akar, tangkai dan daun) kering jatuh kedalam air, diduga terjadi proses dekomposisi yang menyebabkan logam Pb dalam tubuh eceng gondok terlepas ke air dan akhirnya diserap kembali oleh eceng gondok. Menurut Odum (1973), ketika bahan organik yang mengandung logam Pb terdekomposisi, maka akan menyebabkan logam Pb tersebut kembali ke dalam air.

4.6 Parameter Kualitas air

Parameter kualitas air yang di ukur pada penelitian ini adalah : kandungan oksigen (DO), suhu, pH, karbondioksida (CO_2), nitrat, dan ortofosfat. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.6.1 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen yang diperlukan biota air untuk pernafasannya harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaanya di dalam air mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat (Kordi dan Tancung, 2007). Kandungan oksigen terlarut (DO) pada waktu pengamatan disajikan pada Gambar 11. sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik Oksigen Terlarut (mg/l)

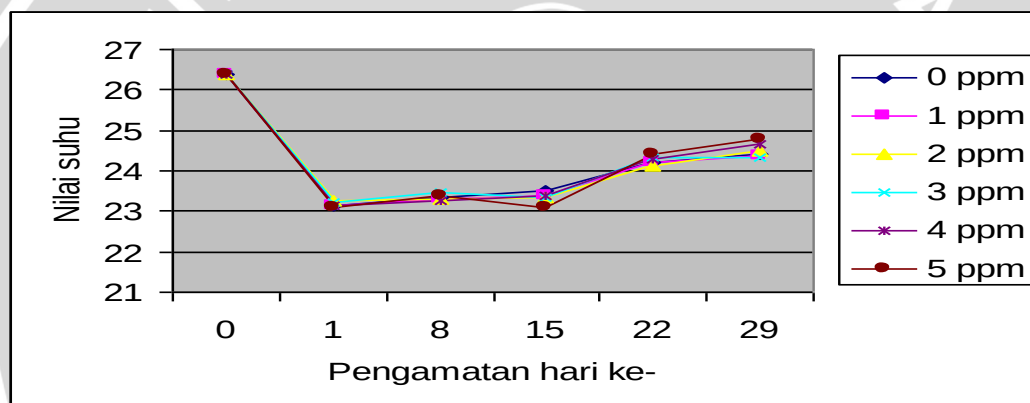
Dari hasil pengukuran, nilai kandungan oksigen dari 5 kali pengamatan berkisar antara 3,9-5,4 mg/l dimana nilai tertinggi pada pengamatan hari ke-1 sebesar 5,4 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-8 sebesar 3,9 mg/l. Pada bak dosis 0 ppm nilai kandungan oksigen berkisar antara 4,5-5,4 mg/l dimana nilai tertinggi pada pengamatan pertama sebesar 5,4 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-15 sebesar 4,5 mg/l. Pada bak dosis 1 ppm nilai kandungan oksigen berkisar antara 4,3-5,2 mg/l dimana nilai tertinggi pada pengamatan hari ke-1 sebesar 5,2 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-8 sebesar 4,3 mg/l. Pada bak dosis 2 ppm nilai kandungan oksigen berkisar antara 4,3-5,2 mg/l, dimana nilai tertinggi pada pengamatan hari ke-1 sebesar 5,2 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-22 sebesar 4,3 mg/l. Pada bak dosis 3 ppm nilai kandungan oksigen berkisar antara 4,2-5,4 mg/l dimana nilai tertinggi pada pengamatan hari ke-1 sebesar 5,4 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-8 sebesar 4,2 mg/l. Pada dosis 4 dan 5 ppm nilai kandungan oksigen berkisar antara 4,2-5,4 mg/l.

Secara umum dapat dikatakan bahwa nilai kandungan oksigen pada bak-bak percobaan dikategorikan baik. Menurut Effendi (2003) menyatakan suatu perairan yang tidak terdapat senyawa beracun memiliki kandungan oksigen

terlarut minimum 2 mg/l. Jumlah tersebut sudah cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal.

4.6.2 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam suatu perairan. Menurut Odum (1973) walaupun variasi suhu dalam air tidak sebesar di udara, suhu merupakan faktor pembatas karena organisme akuatik sering kali mempunyai toleransi yang sempit sehingga sangat mempengaruhi kehidupan akuatik. fluktuasi suhu pada saat pengamatan dapat dilihat pada Gambar 12. sebagai berikut :



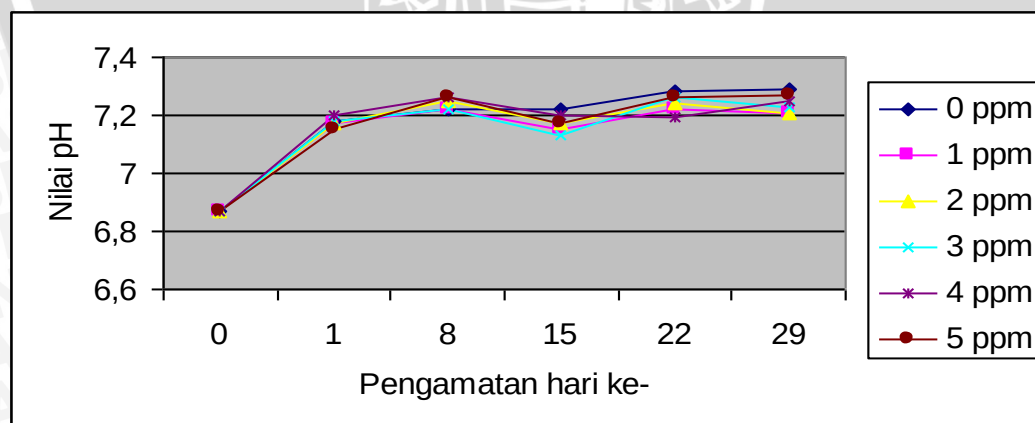
Gambar 12. Grafik Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Rata-rata suhu air selama pengamatan bersifat fluktuatif. Secara keseluruhan dari perlakuan 0 ppm sampai 5 ppm, suhu air tertinggi terjadi pada hari ke-0 dengan rata-rata sebesar 26,40 $^{\circ}\text{C}$. Hal ini karena hari ke-0 (sebelum diberi perlakuan eceng gondok + timbal) air dalam bak tidak ternaungi oleh eceng gondok sehingga suhu air tinggi, lalu mengalami penurunan pada hari ke-1 menjadi 23,16 $^{\circ}\text{C}$. Penurunan ini dikarenakan pada hari ke-1, air dalam bak sudah diberi perlakuan sehingga air ternaungi oleh eceng gondok dari sinar matahari. Penurunan suhu terendah terjadi pada pengamatan hari ke-1 karena kondisi dari eceng gondok yang masih segar (belum ada daun eceng gondok

yang mengering) dibanding pengamatan hari-hari berikutnya sehingga hampir semua permukaan air ternaungi oleh eceng gondok dari sinar matahari menyebabkan suhu air paling rendah. Sedangkan pada pengamatan berikutnya sampai hari ke- 29 suhu air cenderung meningkat hingga mencapai rata-rata sebesar 24,52 °C dikarenakan sedikit demi sedikit daun eceng gondok mulai mengering sehingga mengurangi naungan. Haslan (1995, dalam Effendi 2003) menyatakan bahwa organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya. Misalnya, alga dari filum Chlorophyta dan diatom akan tumbuh degan baik pada kisaran suhu 20-30° C.

4.6.3 Derajat Keasaman (pH)

Ikan dan makhluk-makhluk akuatik lainnya hidup pada selang pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH maka kita akan tahu apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan mereka (Subarijanti, 1990). Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa juga mempengaruhi proses metabolisme dan respirasi organisme (Barus, 2001). Nilai pH pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 13. berikut ini :



Gambar 13. Grafik pH

Hasil dari pengukuran rata-rata pH air selama pengamatan, menunjukkan pH air semua perlakuan terendah terjadi pada hari ke-0 (sebelum diberi perlakuan

eceng gondok + timbal) dengan rata-rata sebesar 6,87 dan pada pengamatan hari ke-1 terjadi peningkatan menjadi sebesar 7,17. Peningkatan ini disebabkan karena pada hari ke-1 sudah ada perlakuan eceng gondok + timbal, dimana aktifitas fotosintesis oleh eceng gondok akan menghasilkan oksigen yang dapat masuk kedalam air dengan cara difusi. Dimana, pada siang hari proses fotosintesis lebih tinggi dibanding respirasi, sehingga jumlah karbondioksida terlarut lebih rendah dibandingkan jumlah oksigen terlarut yang menyebabkan pH air meningkat. Menurut Dwidjoseputra (1985), dengan adanya proses fotosintesis maka kadar CO_2 dalam sel tumbuhan menurun karena sebagian dari CO_2 mengalami reduksi menjadi CH_2O . Peristiwa reduksi ini menyebabkan berkurangnya ion-ion H^+ sehingga pH lingkungan bertambah menuju basa. Pengamatan pH air hari ke-8, 15, 22, dan 29 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dari pengamatan hari ke-1 atau cenderung konstan.

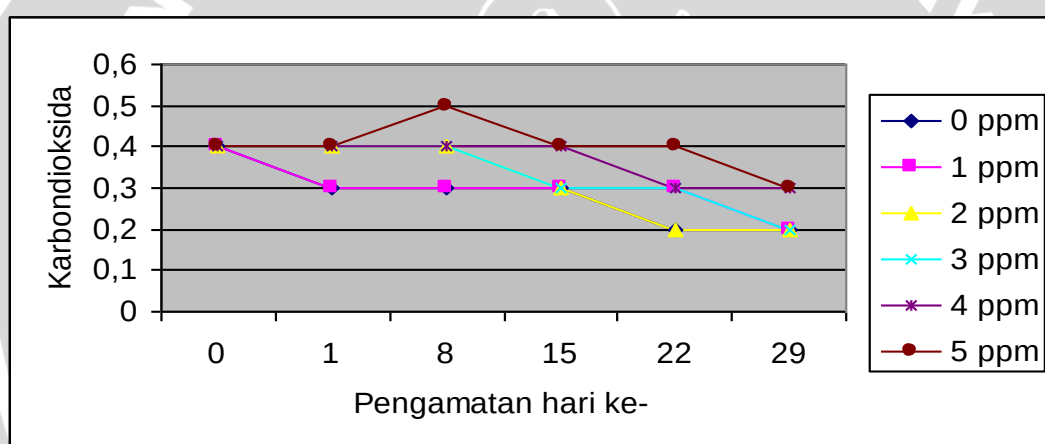
Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8.5. Derajat keasaman (pH) juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonium bersifat tidak toksik, namun pada suasana alkalis (pH tinggi) akan berada pada bentuk yang tidak terionisasi dan bersifat toksik (Effendi, 2003).

4.6.4 Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis, di udara sangat sedikit $\pm 0,033 \%$ dan di dalam air melimpah dapat mencapai 12 mg/l. Sumber karbondioksida dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan dan air bawah tanah maupun hasil respirasi organisme (Arfiati, 2001). Pada dasarnya keberadaan karbondioksida di

perairan terdapat dalam bentuk gas karbondioksida bebas (CO_2), ion bikarbonat (HCO_3^-), ion karbonat (CO_3^{2-}), dan asam karbonat (H_2CO_3) (Effendi, 2003).

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai CO_2 bebas pada pengamatan, yaitu berkisar antara 0,2-0,5 mg/l, dimana nilai pada pengamatan pertama perlakuan dosis 0 ppm dan 1 ppm sebesar 0,4 mg/l dan terendah pada pada pengamatan terakhir sebesar 0,2 mg/l. Pada pengamatan pertama nilai CO_2 bebas pada 2, 3, dan 4 ppm sebesar 0,4 mg/l dan terendah pada pengamatan terakhir sebesar 0,2-0,3 mg/l. Pada pengamatan pertama nilai CO_2 bebas pada 5 ppm sebesar 0,5 mg/l dan terendah pada pengamatan terakhir sebesar 0,3 mg/l. Nilai CO_2 bebas pada perlakuan disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Karbondioksida (mg/l)

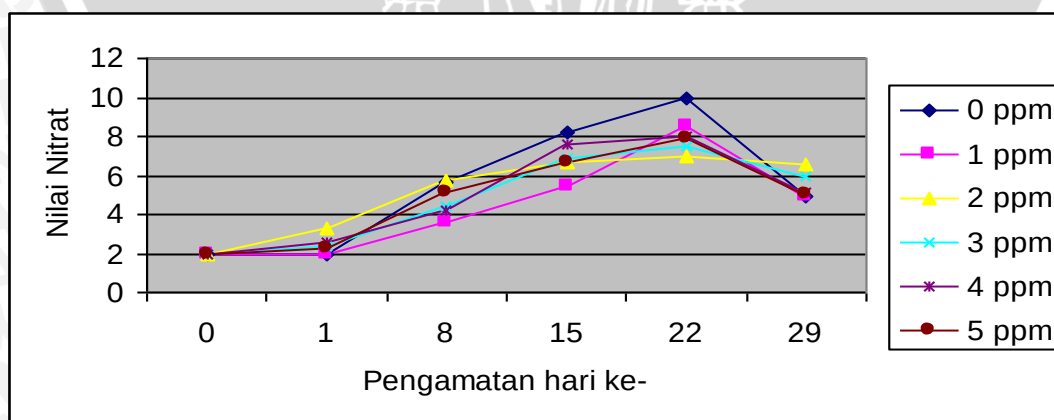
Hasil dari pengukuran rata-rata karbondioksida yang ada di air selama pengamatan, menunjukkan karbondioksida air semua perlakuan terendah pada hari ke-0 (sebelum diberi perlakuan eceng gondok + timbal) dengan rata-rata sebesar 0,4 mg/l karena pada hari ke-0 awal penelitian dan belum ada perlakuan. Pada pengamatan hari ke-1 terjadi penurunan menjadi sebesar 0,36 mg/l. Penurunan ini disebabkan pada hari ke-1 sudah ada perlakuan eceng gondok + timbal dan dimana aktifitas fotosintesis membutuhkan karbondioksida sehingga kadarnya menurun sampai hari ke-29 sebesar 0,23 mg/l. Penurunan ini

terjadi dengan seiring bertambahnya jumlah fitoplankton, dimana aktifitas fotosintesis membutuhkan karbondioksida.

Tumbuhan akuatik, misalnya alga, lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan karbonat dan bikarbonat. Kadar karbondioksida dapat mengalami pengurangan, bahkan hilang akibat proses fotosintesis. Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas < 5 mg/l. Kadar karbondioksida bebas sebesar 10 mg/l masih dapat ditolelir oleh organisme akuatik, asal disertai dengan kadar oksigen yang cukup (Effendi, 2003).

4.6.5 Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Effendi, 2003). Menurut Herawati (1989), nitrat adalah sumber nitrogen dalam air tawar. Bentuk kombinasi lain dari elemen ini bisa tersedia dalam bentuk amoniak, nitrit dan komponen organik. Kombinasi elemen ini sering dimanfaatkan oleh fitoplankton terutama kalau unsur nitrat terbebas. Nilai nitrat saat pengamatan terus mengalami peningkatan pada tiap-tiap perlakuan, seperti yang disajikan pada Gambar 15. berikut ini :



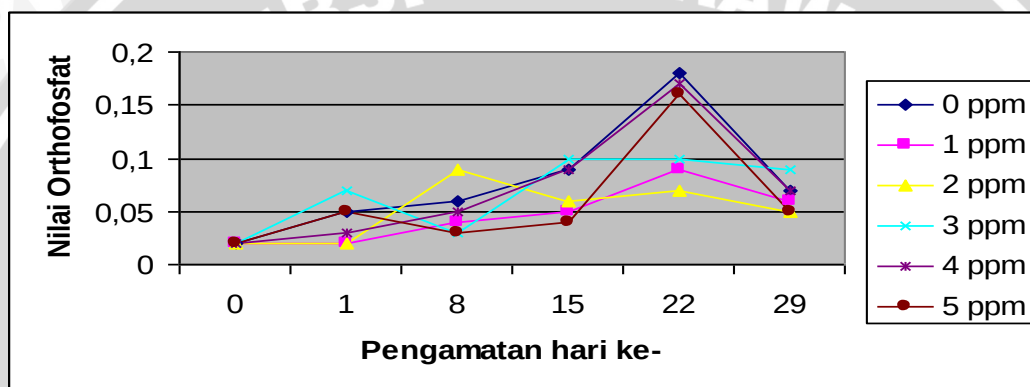
Gambar 15. Grafik Nitrat (mg/l)

Berdasarkan hasil pengukuran pada perlakuan dosis 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm, nilai nitrat berkisar antara 2,0-9,9 mg/l. Pada bak 0 ppm nilai nitrat tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 9,9 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-1 sebesar 2 mg/l. Pada perlakuan dosis 1 ppm, nilai nitrat tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 8,5 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-1 sebesar 2 mg/l. Pada perlakuan dosis 2 ppm, nilai nitrat tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 7 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-1 sebesar 3,3 mg/l. Pada perlakuan dosis 3 ppm, nilai nitrat tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 7,5 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-1 sebesar 2,4 mg/l. Pada perlakuan dosis 4 ppm, nilai nitrat tertinggi juga terdapat pada pengamatan hari ke-22 sebesar 8 mg/l dan terendah pada pengamatan minggu ke-1 sebesar 2,6 mg/l. Pada perlakuan dosis 5 ppm, nilai nitrat tertinggi juga terdapat pada pengamatan hari ke-22 sebesar 7,9 mg/l dan terendah pada pengamatan hari ke-1 sebesar 2,3 mg/l. Secara umum nilai nitrat pada masing-masing perlakuan dikategorikan tinggi, sehingga dapat menyebabkan cepatnya tingkat pertumbuhan dari fitoplankton. Menurut Subarijanti (2005), perairan yang nilai nitratnya lebih besar dari 2.0 mg/l termasuk perairan yang sangat subur atau perairan eutrof dan sering terjadi eutrofikasi karena adanya pengakayaan nutrient atau unsur hara terutama fosfor dan nitrogen yang menyebabkan berlimpahnya pertumbuhan makrofita atau fitoplankton.

Hutchinson (1967) menyatakan bahwa nitrogen dalam bentuk nitrat dan ammonia lebih disukai oleh alga hijau (chlorophyta) dan diatom. Perpaduan antara nitrogen, fosfor, dan silika, untuk diatom, merupakan nutrien pembatas bagi fitoplankton di perairan produktif.

4.6.6 Ortofosfat

Diperairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofofat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Effendi 2003). Ortofofat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik (Brown, 1987 dalam Effendi, 2003). Nilai ortofofat selama pengamatan mengalami fluktuasi pada semua perlakuan yang disajikan pada Gambar 16. sebagai berikut ini :



Gambar 16. Grafik Ortofosfat (mg/l)

Berdasarkan hasil pengukuran pada perlakuan dosis 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm, nilai ortofofat berkisar antara 0,02-0,18 mg/l. Pada bak 0 ppm, nilai tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 0,18 mg/l dan terendah pada pengamatan pertama sebesar 0,02 mg/l. Pada perlakuan dosis 1 ppm, nilai tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 0,09 mg/l dan terendah pada pengamatan pertama sebesar 0,02 mg/l. Pada perlakuan dosis 2 ppm, nilai tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-8 sebesar 0,09 mg/l dan terendah pada pengamatan pertama sebesar 0,02 mg/l. Pada perlakuan dosis 3 ppm, nilai tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-15 dan 22 sebesar 0,10 mg/l dan terendah pada pengamatan pertama sebesar 0,02 mg/l. Pada perlakuan dosis 4 ppm, nilai tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 0,17 mg/l

dan terendah pada pengamatan pertama sebesar 0,02 mg/l. Pada perlakuan dosis 5 ppm, nilai tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-22 sebesar 0,16 mg/l dan terendah pada pengamatan pertama sebesar 0,02 mg/l. Secara umum nilai ortofosfat yang diperoleh dikategorikan tinggi. Menurut UNESCO/WHO/UNEP (1992 dalam Effendi, 2003) kadar fosfor dalam perairan alami adalah berkisar antara 0.005-0.02 mg/l dalam bentuk fosfat, standar mutu fosfat untuk kehidupan fitoplankton adalah < 0.1 mg/l.

Menggolongkan perairan yang nilai fosfatnya lebih dari 0.1 mg/l adalah perairan eutrof, dimana perairan ini sering terjadi blooming fitoplankton. Penambahan unsur fosfor kedalam perairan terutama fosfat akan mengakibatkan adanya dominasi oleh alga tertentu, misalnya jenis diatom akan mendominasi pada perairan berkadar fosfat 0.02 mg/l. Pada kadar 0.02-0.05 mg/l banyak tumbuh jenis chlorophyceae (Subarijanti, 1995). Thomas (1955 dalam Hutchinson, 1967) menyatakan bahwa fosfor menjadi faktor pembatas yang sangat penting di perairan produktif dan tidak produktif, fosfor memainkan peranan penting dalam determinasi jumlah fitoplankton.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Perlakuan pemberian konsentrasi logam Pb (timbal) yang berbeda pada bak-bak percobaan yang berenceng gondok memberikan pengaruh sangat nyata terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton.
- Perlakuan eceng gondok + timbal 0 ppm memberikan pengaruh terbesar terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton
- Puncak konstanta pertumbuhan fitoplankton terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-1 dengan rata-rata untuk 0 ppm sebesar 0,742; 1 ppm sebesar 0,720; 2 ppm sebesar 0,719; 3 ppm sebesar 0,563; 4 ppm sebesar 0,433; dan 5 ppm sebesar 0,282.
- Jenis fitoplankton yang ditemukan terdiri dari 2 phylum yaitu Chrysophyta yang terdiri dari 12 genus antara lain *Navicula*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Nitzschia*, *Diploneis*, *Caloneis*, *Stauroneis*, *Achnanthes*, *Melosira*, *Cocconeis*, *Cymbella* dan Chlorophyta dengan 8 genus antara lain *Ankistrodesmus*, *Closterium*, *Ulothrix*, *Rizoclonium*, *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Groenbladia*, *Genicularia*.
- Hasil pengukuran kualitas air media selama penelitian meliputi oksigen terlarut (DO) antara 3,9 – 5,4 mg/l; suhu antara 23,10 – 26,40 °C; pH antara 6,8 – 7,5; karbondioksida antara 0,2 – 0,4 mg/l; nitrat antara 2,0 – 9,9 mg/l; ortofosfat antara 0,02 – 0,18 mg/l.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan limbah yang mengandung logam Pb sebaiknya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. 1990. Dasar Nutrisi Tanaman. Rineka Cipta. Jakarta.
- Alaerts, G dan Santika, S.S. 1987. Metoda Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya.
- Ali, M. et al. 2003. Studies On Biodiversity in Relation to Seasonal Variation in Water of River Indus. Pakistan Journal of Biological Sciences. Punjab, Pakistan.
- Ardi. 2002. Pemanfaatan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Pesisir. Tesis PS IPB. Bogor.
- Arfiati, D. 1992. Survey Pendugaan Kepadatan Fitoplankton Sebagai Produktivitas Primer di Rawa Bureng, Desa Sukosari, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arfiati, D. 2001. Diktat Kuliah Limnologi Sub Bahasan Kimia Air. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Arifin. 2007. Studi Interaksi antara Kadmium dan Fitoplankton Lingkungan Laut. *Thesis*, Program Pasca Sarjana Program Studi Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Barus, T. A. 2001. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA USU. Medan.
- Boyd, A.L. 1988. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA.
- Connel Des W., Gregory J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terj; Yanti K., Sahati. Jakarta: UI-Press.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air. Jakarta.
- Dewi, K. S. P dan Armadi, N. M. 2008. Kandungan Pb, Cd dan Cr Air Sungai Badung. FMIPA Universitas Udayana. Bali.
- Dhamayanti, R. E. 2002. Pengaruh Ketersediaan Unsur Hara Nitrat dan Orthofosfat Terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Wonorejo Kecamatan Pagerwojo Kabupaten Tulungagung Jawa Timur. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang (Tidak diterbitkan).
- Dwidjoseputro, D. 1985. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Fakultas Perikanan (FPI) Universitas Brawijaya. 2003. Petunjuk Praktikum Limnologi, Analisis Kualitas Air. Malang.

- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.
- Febrita, E., Dessy, dan Alpusari, M. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail Di Kota Pekanbaru Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. Fakultas MIPA Universitas Riau. Pekanbaru.
- Fogg, G.E. 1975. Algae Culture and Phytoplankton Ecology. The University Of Wincosin Press. London.
- Hanafiah, K.A. 2008. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hasim. 2003. Eceng Gondok Pembersih Polutan Logam Berat. FMIPA IPB. Bandung.
- Herawati, E. Y. 1989. Pengantar Planktonologi (Phytoplankton). Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hutchinson, G.E. 1967. Introduction to Lake Biology and The Limnoplankton. John Wiley and Sons. New York.
- Hutagalung, H. P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P3O. LIPI. Jakarta.
- Himdika. 2008. Timbal. <http://himdikafkipuntan.blogspot.com/2008/05/timbal.html>. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2009.
- Hirn, S. 2009. Oedogonium Sp. <http://itis.usda.gov>. Diakses Tanggal 25 September 2009.
- Kristanto, P. 2002. Ekologi Industri. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Kordi dan Tancung. 2005. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kurniawan, R. 2010. Analisa Tentang Kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dalam Menyerap Logam Timbal (Pb) Dengan Konsentrasi Berbeda. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya (Skripsi). Malang.
- Lail, N. 2008. Penggunaan Tanaman Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Pre Treatment Pengolahan Air Minum Pada Selokan Air Mataram. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (Skripsi). Jogjakarta.
- Maizar, A. SH. 2006. Planktonologi (Peranan Unsur Hara Bagi Fitoplankton). Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Nanda, H.P. 2007. Eceng Gondok Tumbuhan Pengganggu Yang Bermanfaat. <http://mapflofa.cogia.net/cetak.php?id=54>. Diakses pada tanggal 21 Februari 2009.

- Novotny, V., and H. Olem. 1994. Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold. New York 1054 p.
- Nurdin. 2000. Pengaruh Konsentrasi Awal dan Waktu Kontak Terhadap Biosorpsi Tembaga (II) dari Larutannya oleh Biomassa *Aspergillus Niger*. Yogyakarta: Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, UGM.
- Odum, H. T. 1973. Heavy Metals in the Environment. Lewis Publisher. USA.
- Pallar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pandey, B.P. 1980. Plant Anatomy. S Chard dan Co Ltdramnage. New Delhi.
- Pane, H. dan A. Hasanuddin. 2001. Gulma Invasif Jajagoan (*Echinochloa crusgalli*) dan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) di Lahan Sawah Irigasi. Makalah Pada (Seminar peringatan Hari Keanekaragaman Hayati 2001. Bogor.
- Prescott, G. W. 1978. How to Know The Freshwater Algae. Wne. Brown Company Publisher.
- Ralfs, A. 2009. Closterium Sp. <http://itis.usda.gov>. Diakses Tanggal 25 September 2009.
- Sastrawijaya, T.A. 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Subarijanti, H. U. 1990. Pemupukan dan Kesuburan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- _____. 1995. Pemupukan dan Kesuburan Perairan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sachlan. M. 1972. Planktonologi. Direktorat Jendral Perikanan. Jakarta.
- Sastrawijaya, T. A. 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Suharti, T. 2004. Pengelolaan Sungai, Danau dan Waduk Untuk Konservasi Sumberdaya Air. Sekolah Pasca Sarjana, Jurusan PSL. IPB.
- Sutamihardja, R.T.M., Adnan, K. dan Sanusi. 1982. Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya. Fakultas Pascasarjana, Jurusan PSL. IPB.
- Ulfin, S. 1995. Potensi Penyerapan Batang Enceng Gondok (*Eichornia crassipes* Mart) Terhadap logam Cu dan Pb. Laporan Penelitian yang tidak dipublikasikan. Surabaya.
- Ulfin, I dan Widya. 2005. Study Penyerapan Kromium Dengan Kayu Apu (*Pistia startiotes*, L). Akta Kimindo Vol.1 (1) Tahun 2005 41-48. FMIPA ITS. Surabaya.

Veronica. 2009. Metode Eksperimen. www.Yahoo.com/yahoo. Diakses pada tanggal 18 Februari 2009.

Wikipedia. 2009. Timbal. www.wikipedia.org. Diakses pada tanggal 21 Februari 2009.



Lampiran 1. Data Kelimpahan Fitoplankton

PERLAKUAN (0 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA- RATA
	I	II	III		
0	6	6	6	18	6
1	13	11	14	38	12,7
8	25	19	23	67	22,3
15	27	24	26	77	25,7
22	42	39	40	121	40,3
29	33	38	36	107	35,7

PERLAKUAN (1 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA- RATA
	I	II	III		
0	6	6	6	18	6
1	14	11	12	37	12,3
8	19	20	24	63	21
15	25	29	32	86	28,7
22	40	37	42	119	39,7
29	34	30	36	100	33,3

PERLAKUAN (2 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA- RATA
	I	II	III		
0	6	6	6	18	6
1	12	13	12	37	12,3
8	17	15	13	45	15
15	29	19	21	69	23
22	42	39	40	121	40,3
29	36	34	30	100	33,3

PERLAKUAN (3 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA- RATA
	I	II	III		
0	6	6	6	18	6
1	13	10	9	32	10,7
8	21	23	22	66	22
15	22	25	20	67	22,3
22	39	37	34	110	36,7
29	40	33	30	103	34,3

PERLAKUAN (4 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA- RATA
	I	II	III		
0	6	6	6	18	6
1	11	9	8	28	9,3
8	27	23	17	67	22,3
15	34	32	29	95	31,7
22	45	47	49	141	47
29	31	35	33	99	33

PERLAKUAN (5 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA- RATA
	I	II	III		
0	6	6	6	18	6
1	7	8	9	24	8
8	19	16	14	49	16,3
15	29	25	28	82	27,3
22	47	41	45	133	44,3
29	35	38	39	112	37,3



Lampiran 2. Data Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton (Ind/hari)

PERLAKUAN (0 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
	I	II	III		
0	0	0	0	0	0
1	0,773	0,606	0,847	2,226	0,742
8	0,178	0,144	0,167	0,489	0,163
15	0,1	0,092	0,097	0,289	0,096
22	0,088	0,085	0,086	0,259	0,086
29	0,058	0,063	0,061	0,182	0,061

PERLAKUAN (1 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
	I	II	III		
0	0	0	0	0	0
1	0,847	0,606	0,693	2,146	0,720
8	0,144	0,15	0,173	0,467	0,156
15	0,095	0,105	0,112	0,312	0,104
22	0,086	0,082	0,088	0,256	0,085
29	0,059	0,055	0,061	0,175	0,058

PERLAKUAN (2 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
	I	II	III		
0	0	0	0	0	0
1	0,693	0,773	0,693	2,159	0,719
8	0,13	0,144	0,096	0,37	0,123
15	0,105	0,076	0,083	0,264	0,088
22	0,088	0,085	0,086	0,259	0,086
29	0,061	0,059	0,055	0,175	0,058

PERLAKUAN (3 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
	I	II	III		
0	0	0	0	0	0
1	0,773	0,51	0,405	1,688	0,563
8	0,156	0,167	0,162	0,485	0,162
15	0,086	0,095	0,08	0,261	0,087
22	0,085	0,082	0,078	0,245	0,082
29	0,065	0,058	0,055	0,178	0,059

PERLAKUAN (4 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
	I	II	III		
0	0	0	0	0	0
1	0,606	0,405	0,287	1,298	0,433
8	0,188	0,168	0,13	0,486	0,162
15	0,116	0,112	0,105	0,333	0,111
22	0,091	0,094	0,095	0,28	0,093
29	0,057	0,08	0,059	0,196	0,065

PERLAKUAN (5 ppm)					
PENGAMATAN (MINGGU)	ULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
	I	II	III		
0	0	0	0	0	0
1	0,154	0,288	0,405	0,847	0,282
8	0,144	0,122	0,105	0,371	0,124
15	0,105	0,095	0,102	0,302	0,101
22	0,094	0,087	0,091	0,272	0,091
29	0,06	0,064	0,064	0,188	0,062



Lampiran 3. Perhitungan Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton

Perhitungan konstanta pertumbuhan fitoplankton dilakukan pada periode puncak dan rumus yang digunakan adalah :

$$N_t = N_0 \times e^{kt}$$

Dari rumus di atas diperoleh nilai konstanta pertumbuhan (k) yang menunjukkan deferensial dari pertumbuhan :

$$K = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}$$

Untuk perlakuan A₁, dengan nilai :

$$N_t = 42 \text{ sel/ml}$$

$$N_0 = 6 \text{ sel/ml}$$

$$t = 22$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } k &= \frac{\ln 42 \text{ sel/ml} - \ln 6 \text{ sel/ml}}{22} \\ &= \frac{3,73767 - 1,798}{22} \\ &= 0,088 \end{aligned}$$

Jadi konstanta pertumbuhan fitoplankton pada perlakuan A₅ sebesar 0,088.

Lampiran 4. Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) Pada Dosis Pb 0, 1, 2, 3, 4, 5 ppm Terhadap Konstanta Pertumbuhan Fitoplankton

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
0 ppm	0,199	0,165	0,209	0,573	0,191
1 ppm	0,205	0,166	0,187	0,558	0,186
2 ppm	0,179	0,189	0,169	0,537	0,179
3 ppm	0,194	0,152	0,130	0,476	0,158
4 ppm	0,176	0,143	0,113	0,432	0,144
5 ppm	0,093	0,109	0,128	0,330	0,110
Total				2,906	

$$\text{Faktor koreksi (Fk)} = \frac{G^2}{n} = \frac{2,906^2}{18} = 0,4691576$$

$$\text{Jk Total} = (0,199)^2 + (0,165)^2 + \dots + (0,128)^2 - \text{FK} = 0,02097$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(TA)^2 + (TB)^2 + \dots + (TF)^2}{3} - \text{FK} \\ &= \frac{(0,573)^2 + (0,558)^2 + \dots + (0,330)^2}{3} - \text{FK} = 0,01423 \end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 0,02097 - 0,01423 = 0,006741$$

Daftar analisis ragam konstanta pertumbuhan fitoplankton

SK	Db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	0,01423	0,002846	5,07**	3,11	5,06
Acak	12	0,006741	0,000562	-	-	-
Total	17	0,02097	-	-	-	-

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata

Berdasarkan uji F, dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi logam Pb berpengaruh sangat nyata terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton dengan eceng gondok.

Lampiran 5. Perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2 \times \text{KT acak}}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,000562}{3}} \\ &= 0,019 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1 \%} &= t \text{ tabel 1 \% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 2,681 \times 0,019 \\ &= 0,051 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5 \%} &= t \text{ tabel 5 \% (db acak)} \times \text{SED} \\ &= 1,782 \times 0,019 \\ &= 0,033 \end{aligned}$$

Perlakuan	E5 (0,110)	E4 (0,144)	E3 (0,158)	E2 (0,179)	E1 (0,186)	E0 (0,191)	Notasi
E5 (0,110)	-	-	-	-	-	-	a
E4 (0,144)	0,034*	-	-	-	-	-	b
E3 (0,158)	0,048*	0,014 ns	-	-	-	-	b
E2 (0,179)	0,069**	0,035*	0,021 ns	-	-	-	c
E1 (0,186)	0,076**	0,042*	0,028 ns	0,007 ns	-	-	c
E0 (0,191)	0,081**	0,047*	0,033*	0,012 ns	0,001ns	-	d

Keterangan = (*) = berpengaruh nyata

= (**) = berpengaruh sangat nyata

Dari hasil perhitungan uji BNT dapat disimpulkan bahwa perlakuan eceng gondok + timbal 0 ppm memberikan pengaruh terbesar terhadap konstanta pertumbuhan fitoplankton dan diikuti perlakuan eceng gondok + timbal 1 ppm, eceng gondok + timbal 2 ppm, eceng gondok + timbal 3 ppm, eceng gondok + 4 ppm dan eceng gondok + 5 ppm.

Lampiran 6. Data Kualitas Air

1. Oksigen terlarut (DO)

Pengam atan hari ke-	Dosis						Rata- rata
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
0	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79
1	5,48	5,22	5,28	5,43	5,45	5,51	5,39
8	4,45	4,31	4,46	4,21	4,4	3,96	4,29
15	4,5	4,52	4,66	4,66	4,69	4,69	4,62
22	5,02	5,12	4,31	5,24	4,69	4,27	4,77
29	5,21	5,28	5,24	4,84	4,46	5,27	5,05

2. Suhu

Pengam atan hari ke-	Dosis						Rata- rata
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
0	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40
1	23,13	23,15	23,27	23,20	23,13	23,10	23,16
8	23,36	23,29	23,30	23,46	23,27	23,37	23,34
15	23,52	23,40	23,33	23,33	23,40	23,10	23,34
22	24,20	24,22	24,13	24,33	24,27	24,43	24,26
29	24,43	24,39	24,50	24,33	24,67	24,80	24,52

3. pH

Pengam atan hari ke-	Dosis						Rata- rata
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
0	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87	6,87
1	7,18	7,17	7,17	7,18	7,2	7,15	7,17
8	7,22	7,22	7,25	7,22	7,26	7,26	7,23
15	7,22	7,15	7,17	7,13	7,2	7,17	7,17
22	7,28	7,22	7,24	7,26	7,19	7,26	7,24
29	7,29	7,21	7,21	7,23	7,25	7,27	7,24

4. Karbondioksida (CO₂)

Pengam atan hari ke-	Dosis						Rata- rata
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,36
8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,38
15	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,33
22	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,28
29	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,23

5. Nitrat

Pengam atan hari ke-	Dosis						Rata- rata
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
0	2	2	2	2	2	2	2
1	2	2	3,3	2,4	2,6	2,3	2,43
8	5,6	3,6	5,7	4,4	4,2	5,1	4,76
15	8,2	5,4	6,7	6,9	7,6	6,7	6,91
22	9,9	8,5	7	7,5	8	7,9	8,13
29	4,9	4,9	6,6	6	5,1	5	5,41

6. Ortofosfat

Pengam atan hari ke-	Dosis						Rata- rata
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm	
0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1	0,05	0,02	0,02	0,07	0,03	0,05	0,04
8	0,06	0,04	0,09	0,03	0,05	0,03	0,05
15	0,09	0,05	0,06	0,1	0,09	0,04	0,07
22	0,18	0,09	0,07	0,1	0,17	0,16	0,12
29	0,07	0,06	0,05	0,09	0,07	0,05	0,06

Lampiran 7. Alat dan Bahan

1. Alat-alat yang digunakan selama penelitian sebagai berikut :

No	Nama	Fungsi
1	Mesin Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	untuk menganalisa logam Pb dalam eceng gondok dan air sampel
2	pH meter	untuk menganalisa pH air sampel
3	Termometer digital 1 buah	untuk menganalisa suhu air sampel
4	Bak plastik (2.π.15 ² .17 cm ³) sebanyak 18 buah (berbahan dasar polypropylene/5)	digunakan untuk tempat eceng gondok dan air sampel
5	Penggaris (30 cm) sebanyak 1 buah	untuk mengukur tinggi eceng gondok
6	Timbangan sartorius sebanyak 1 buah	untuk menimbang berat eceng gondok
7	Spatula 1buah	untuk mengambil Timbal (II) nitrat [Pb(NO ₃) ₂] (yang masih dalam bentuk serbuk)
8	DO meter 1 buah	untuk menganalisa oksigen terlarut air sampel
9	Kertas label	untuk memberi keterangan
10	Botol film (33 ml) 18 buah	wadah sementara sampel air sebelum dianalisa Pb dan tempat sampel fitoplankton yang akan diamati
11	Mikroskop	untuk pengamatan fitoplankton
12	Obyek glass	untuk membuat preparat
13	Cover glass	untuk menutup obyek glass
14	Pipet tetes	untuk memindahkan larutan
15	Spektrofotometer	untuk mengukur kadar nitrat dan phospat
16	Hot plate	untuk pemanas air sampel
17	Cuvet	untuk tempat larutan saat pengukuran dengan spektrofotometer
18	Buret	untuk mentitrasi larutan sampel
19	Cawan petri	untuk wadah kerak nitrat
20	Statif	untuk penyangga buret
21	Erlenmeyer	untuk tempat penyimpanan air sampel

2. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian sebagai berikut :

No	Nama	Fungsi
1	Air tanah sebanyak 162 liter	Digunakan sebagai media dalam penelitian
2	Eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) sebanyak 90 rumpun	Tumbuhan yang akan digunakan untuk dianalisa konsentrasi logam Pb
3	Timbal (II) nitrat [$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$] sebanyak 0,405 gram	Senyawa logam Pb yang akan digunakan dalam perlakuan
4	Aquades	Untuk membasil lensa pH meter, DO meter dan termometer digital
5	H_2SO_4 pekat	Untuk pengkondisian asam dan melarutkan lapisan endapan
6	MnSO_4	Untuk mengikat O_2 dalam air
7	$\text{NaOH} + \text{KI}$	Untuk melepaskan I_2 dan membentuk endapan coklat
8	Natiosulfat	Sebagai titrasi dan mengikat I_2
9	Amilum	Sebagai indikator suasana basa
10	Indikator PP	Sebagai indikator warna suasana basa
11	Na_2CO_3	Untuk mengikat CO_2
12	NH_4OH	Sebagai pelarut lemak dan suplai H^+
13	Asam fenol disulfonik	Sebagai pelarut lemak nitrat
14	Amilum molybdate 0,5 ml	Mengikat kadar fosfat menjadi amonium fosfomolybdate
15	SnCl_2	Sebagai indikator warna biru dan pereduksi larutan

Lampiran 8. Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

1. Pengamatan pada hari ke- 1

No	Perlakuan	Genus	Ulangan			Total
			I	II	III	
1	4 ppm	Bacillariophyta				
		1. Navicula	2	1	1	4
		2. Synedra	1	1	0	2
		3. Gomphonema	1	1	1	3
		4. Nitzschia	1	0	1	2
		5. Eunotia	1	1	0	2
		6. Caloneis	1	0	1	2
		7. Stauroneis	0	1	1	2
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	1	1	3
		2. Ulothrix	2	1	1	4
		3. Closterium	1	0	1	2
		4. Spirogyra	0	2	0	2
2	5 ppm	Bacillariophyta				
		1. Navicula	1	1	1	3
		2. Gomphonema	1	1	2	4
		3. Achnanthes	1	1	1	3
		4. Diploneis	1	1	0	2
		5. Melosira	1	1	0	2
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	1	2	4
		2. Ulothrix	0	1	2	3
		3. Rizoclonium	1	1	1	3
3	1 ppm	Bacillariophyta				
		1. Synedra	1	0	2	3
		2. Eunotia	1	2	0	3
		3. Diploneis	1	1	1	3
		4. Stauroneis	1	0	1	2
		5. Achnanthes	2	1	1	4
		6. Nitzschia	1	1	2	5
		Chlorophyta				
		1. Closterium	2	1	1	4
		2. Ulothrix	0	1	0	1
		3. Oedogonium	1	1	0	2
		4. Groenbladia	1	1	0	2
		5. Genicularia	1	1	1	3
		6. Rizoclonium	1	1	2	4
		7. Spirogyra	1	0	1	2

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

4	3 ppm	Bacillariophyta				
		1. Navicula	1	0	1	2
		2. Cocconeis	1	0	1	2
		3. Gomphonema	1	1	2	4
		4. Melosira	3	0	1	4
		5. Achnanthes	1	2	0	3
		6. Eunotia	0	1	0	1
		7. Stauroneis	1	1	0	2
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	2	0	3
		2. Ulothrix	1	0	1	2
		3. Genicularia	1	1	1	3
		4. Closterium	1	1	1	3
		5. Oedogonium	1	1	1	3
5	0 ppm	Bacillariophyta				
		1. Eunotia	1	0	1	2
		2. Navicula	1	1	1	3
		3. Synedra	1	1	1	3
		4. Diploneis	1	1	1	3
		5. Gomphonema	1	1	1	3
		6. Nitzschia	1	1	1	3
		7. Stauroneis	1	1	1	3
		8. Cymbella	1	1	3	5
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	1	1	3
		2. Groenbladia	1	1	1	3
		3. Closterium	1	0	2	3
		4. Spirogyra	1	1	0	2
		5. Oedogonium	1	1	0	2
6	2 ppm	Bacillariophyta				
		1. Melosira	1	1	1	3
		2. Navicula	1	1	1	3
		3. Eunotia	1	1	1	3
		4. Nitzschia	2	1	1	4
		5. Caloneis	0	1	1	2
		6. Cocconeis	1	1	1	3
		7. Cymbella	1	1	1	3
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	3	1	0	4
		2. Ulothrix	1	1	1	3
		3. Closterium	1	1	1	3
		4. Spirogyra	0	1	2	3
		5. Groenbladia	0	1	1	2
		6. Oedogonium	0	1	0	1

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

2. Pengamatan pada hari ke- 8

No	Perlakuan	Genus	Ulangan			Total
			I	II	III	
1	4 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	3	2	3	8
		2. Synedra	5	1	2	8
		3. Gomphonema	2	3	1	6
		4. Melosira	1	1	1	3
		5. Eunotia	1	3	2	6
		6. Caloneis	3	2	1	6
		7. Stauroneis	1	1	1	3
		8. Diploneis	1	2	1	4
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	4	2	3	9
		2. Closterium	2	1	0	3
		3. Ulothrix	1	3	1	5
		4. Genicularia	2	1	0	3
		5. Spirogyra	1	1	1	3
2	5 ppm	Chrysophyta				
		1. Gomphonema	2	1	0	3
		2. Cocconeis	1	1	0	2
		3. Nitzschia	1	4	1	6
		4. Achnanthes	3	1	0	4
		5. Synedra	2	1	4	7
		6. Navicula	1	1	3	5
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	4	1	3	8
		2. Ulothrix	2	1	1	4
		3. Groenbladia	1	3	0	4
		4. Rizoclonium	1	1	2	4
		5. Oedogonium	1	1	0	2
3	1 ppm	Chlorophyta				
		1. Navicula	2	1	4	7
		2. Eunotia	1	3	1	5
		3. Diploneis	2	1	1	4
		4. Stauroneis	1	1	2	4
		5. Nitzschia	2	1	2	5
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	3	2	2	7
		2. Closterium	1	4	1	6
		3. Ulothrix	2	1	3	6
		4. Rizoclonium	1	1	2	4
		5. Oedogonium	1	2	1	4
		6. Spirogyra	1	1	1	3
		7. Groenbladia	1	1	3	5
		8. Genicularia	1	1	1	3

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

4	3 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	5	1	1	7
		2. Diploneis	2	1	2	5
		3. Synedra	1	3	0	4
		4. Eunotia	1	1	0	2
		5. Gomphonema	3	1	5	9
		6. Stauroneis	1	1	3	5
		7. Nitzschia	1	2	3	6
		8. Cocconeis	1	3	1	5
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	6	1	8
		2. Closterium	4	2	5	11
		3. Oedogonium	1	2	1	4
5	0 ppm	Chrysophyta				
		1. Gomphonema	5	3	1	9
		2. Diploneis	3	2	2	7
		3. Synedra	1	0	1	2
		4. Melosira	1	0	4	5
		5. Stauroneis	0	2	4	6
		6. Nitzschia	2	3	1	6
		7. Cymbella	4	1	2	7
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	2	2	1	5
		2. Closterium	3	1	2	6
		3. Rizoclonium	1	2	1	4
		4. Groenbladia	2	1	3	6
		5. Genicularia	1	2	1	4
6	2 ppm	Chlorophyta				
		1. Navicula	3	1	2	6
		2. Synedra	0	1	1	2
		3. Diploneis	1	1	1	3
		4. Gomphonema	2	1	0	3
		5. Eunotia	0	1	1	2
		6. Nitzschia	2	1	1	4
		7. Caloneis	1	2	1	4
		8. Stauroneis	0	1	1	2
		Chlorophyta				
		1. Ulothrix	4	2	1	7
		2. Closterium	1	3	1	5
		3. Spirogyra	1	1	1	3
		4. Groenbladia	1	0	1	2
		5. Oedogonium	1	0	1	2

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

3. Pengamatan pada minggu ke- 15

No	Perlakuan	Genus	Ulangan			Total
			I	II	III	
1	4 ppm	Chlorophyta				
		1. Navicula	5	2	1	8
		2. Synedra	1	3	1	5
		3. Gomphonema	1	2	3	6
		4. Melosira	1	2	1	4
		5. Eunotia	1	3	2	6
		6. Caloneis	2	4	1	7
		7. Stauroneis	1	1	4	6
		8. Diploneis	0	2	1	3
		9. Achnanthes	0	3	2	5
		10. Nitzschia	4	1	3	8
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	6	3	2	11
		2. Closterium	4	2	1	7
		3. Ulothrix	5	2	1	8
		4. Genticularia	1	1	3	5
		5. Oedogonium	1	0	2	3
		6. Spirogyra	1	1	1	3
2	5 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	4	3	0	7
		2. Nitzschia	3	2	7	12
		3. Gomphonema	2	1	1	4
		4. Eunotia	1	2	1	4
		5. Cocconeis	3	4	2	9
		6. melosira	1	1	4	6
		7. Achnanthes	3	2	0	5
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	3	6	10
		2. Ulothrix	2	0	1	3
		3. Groenbladia	2	0	1	3
		4. Closterium	1	5	3	9
		5. Genticularia	4	1	1	6
		6. Spirogyra	2	1	1	4
3	1 ppm	Chlorophyta				
		1. Navicula	3	7	4	14
		2. Eunotia	1	0	3	4
		3. Stauroneis	1	1	3	5
		4. Synedra	5	2	2	9
		5. Gomphonema	1	3	5	9
		6. Nitzschia	2	4	0	6
		7. Diploneis	1	0	3	4

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	2	1	4	7
		2. Closterium	1	1	3	5
		3. Oedogonium	1	3	0	4
		4. Rizoclonium	1	5	1	7
		5. Ulothrix	6	2	4	12
4	3 ppm	Bacillariophyta				
		1. Navicula	3	1	2	6
		2. Achnanthes	2	3	0	5
		3. Gomphonema	1	1	3	5
		4. Eunotia	2	1	0	3
		5. Diploneis	4	1	0	5
		6. Synedra	1	2	0	3
		7. Cymbella	0	4	4	8
		8. Nitzschia	0	3	5	8
		9. Melosira	1	1	1	3
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	1	3	1	5
		2. Ulothrix	1	1	1	3
		3. Closterium	4	0	1	5
		4. Oedogonium	1	2	1	4
		5. Genicularia	1	2	1	4
5	0 ppm	Bacillariophyta				
		1. Gomphonema	3	1	2	6
		2. Achnanthes	2	1	1	4
		3. Eunotia	2	1	1	4
		4. Stauroneis	1	1	1	3
		5. Nitzschia	4	1	4	9
		6. Cymbella	2	1	1	4
		7. Synedra	1	2	3	6
		8. Diploneis	1	5	1	7
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	4	3	1	8
		2. Closterium	2	1	2	5
		3. Ulothrix	1	3	3	7
		4. Spirogyra	2	2	1	5
		5. Oedogonium	1	1	4	6
		6. Groenbladia	1	1	1	3
6	2 ppm	Bacillariophyta				
		1. Navicula	8	3	1	12
		2. Stauroneis	2	2	1	5
		3. Eunotia	1	1	1	3
		4. Caloneis	1	1	1	3
		5. Gomphonema	3	1	1	5

	6. Cocconeis	1	2	1	4
	Chlorophyta				
	1. Ulothrix	4	1	4	9
	2. Closterium	3	2	6	11
	3. Oedogonium	2	3	2	7
	4. Genicularia	1	1	1	3
	5. Rizoclonium	1	1	1	3
	6. Spirogyra	2	1	1	4



Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

4. Pengamatan pada hari ke- 22

No	Perlakuan	Genus	Ulangan			Total
			I	II	III	
1	4 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	6	5	3	14
		2. Synedra	4	5	0	9
		3. Gomphonema	5	6	4	15
		4. Cymbella	4	3	0	7
		5. Eunotia	3	2	0	5
		6. Caloneis	2	0	5	7
		7. Stauroneis	2	3	3	8
		8. Diploneis	1	2	4	7
		9. Cocconeis	1	2	2	5
		10. Nitzschia	1	2	8	11
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	4	7	4	15
		2. Closterium	5	2	3	10
		3. Ulothrix	3	5	4	12
		4. Genticularia	1	0	3	4
		5. Oedogonium	1	2	3	6
		6. Spirogyra	2	1	3	6
2	5 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	7	8	5	20
		2. Nitzschia	5	4	9	18
		3. Gomphonema	4	3	4	11
		4. Eunotia	2	2	3	7
		5. Cocconeis	2	1	2	5
		6. melosira	3	2	1	6
		7. Achnanthes	1	2	3	6
		8. Synedra	3	2	4	9
		9. Stauroneis	3	4	1	8
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	6	4	3	13
		2. Ulothrix	4	3	6	13
		3. Closterium	3	3	2	8
		4. Genticularia	2	2	1	5
		5. Oedogonium	2	1	1	4
3	1 ppm	Chrysophyta				
		1. Stauroneis	1	2	3	6
		2. Caloneis	3	0	4	7
		3. Diploneis	7	6	3	16
		4. Eunotia	5	0	4	9
		5. Cocconeis	4	3	2	9
		6. Achnanthes	3	2	4	9

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

		7. Cymbella	2	4	1	7
		8. Navicula	2	6	3	11
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	3	4	2	9
		2. Closterium	4	6	3	13
		3. Oedogonium	3	2	1	6
		4. Groenbladia	3	2	2	7
4	3 ppm	Chrysophyta				
		1. Achnanthes	3	4	1	8
		2. Gomphonema	4	2	3	9
		3. Eunotia	2	1	2	5
		4. Diploneis	1	2	1	4
		5. Synedra	2	1	2	5
		6. Cymbella	1	3	1	5
		7. Stauroneis	1	5	2	8
		8. Melosira	1	3	3	7
		9. Navicula	4	2	2	8
		Chlorophyta				
		1. Ulothrix	6	4	3	13
		2. Closterium	4	2	3	9
		3. Oedogonium	3	1	3	7
		4. Genticularia	4	2	2	8
		5. Rizoclonium	1	3	1	5
		6. Ankistrodesmus	2	2	5	9
5	0 ppm	Chrysophyta				
		1. Eunotia	4	3	3	10
		2. Stauroneis	3	2	3	8
		3. Nitzschia	6	5	4	15
		4. Cymbella	3	2	4	9
		5. Synedra	4	2	5	11
		6. Diploneis	2	8	3	13
		7. Caloneis	3	3	2	8
		8. Gomphonema	5	2	3	10
		Chlorophyta				
		1. Ulothrix	5	3	6	14
		2. Spirogyra	3	2	2	7
		3. Oedogonium	2	4	3	9
		4. Groenbladia	2	3	2	7
6	2 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	6	3	4	13
		2. Stauroneis	4	2	3	9
		3. Eunotia	2	4	3	9
		4. Caloneis	3	2	2	7
		5. Gomphonema	5	3	4	12

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

	6. Cocconeis	3	2	2	7
	7. Achnanthes	2	4	0	6
	8. Cymbella	2	2	3	7
	9. Nitzschia	3	2	4	9
	Chlorophyta				
	1. Genicularia	2	2	3	7
	2. Rizoclonium	1	3	0	4
	3. Spirogyra	1	2	3	6
	4. Ankistrodesmus	4	5	6	15
	5. Closterium	4	3	3	10

5. Pengamatan pada hari ke- 29

No	Perlakuan	Genus	Ulangan			Total
			I	II	III	
1	4 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	4	2	3	9
		2. Synedra	3	3	1	7
		3. Gomphonema	2	4	2	8
		4. Melosira	3	2	3	8
		5. Eunotia	1	3	4	8
		6. Caloneis	2	3	3	8
		7. Stauroneis	1	4	2	7
		8. Diploneis	1	1	2	4
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	5	3	4	12
		2. Closterium	3	2	3	8
		3. Ulothrix	4	3	2	9
		4. Genicularia	1	2	2	5
		5. Spirogyra	1	3	2	6
2	5 ppm	Chrysophyta				
		1. Gomphonema	7	6	4	17
		2. Cocconeis	6	3	3	12
		3. Nitzschia	2	3	2	7
		4. Achnanthes	2	3	4	9
		5. Synedra	1	4	5	10
		6. Navicula	3	3	5	11
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	4	5	3	12
		2. Ulothrix	1	3	5	9
		3. Groenbladia	4	5	2	11
		4. Rizoclonium	2	2	4	8
		5. Oedogonium	3	1	2	6

Lampiran 8. Lanjutan Kelimpahan Fitoplankton (ind/ml)

3	1 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	4	3	1	8
		2. Eunotia	3	1	1	5
		3. Diploneis	2	1	1	4
		4. Stauroneis	0	2	2	4
		5. Nitzschia	5	3	4	12
		6. Caloneis	3	4	3	10
		Chlorophyta				
		1. Closterium	5	4	6	15
		2. Ulothrix	4	3	4	11
		3. Rizoclonium	2	1	2	5
		4. Oedogonium	0	2	3	5
		5. Spirogyra	1	1	2	4
		6. Ankistrodesmus	4	3	5	12
		7. Genicularia	1	2	2	5
4	3 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	4	3	3	10
		2. Diploneis	5	4	2	11
		3. Cocconeis	4	2	1	7
		4. Eunotia	2	3	1	6
		5. Gomphonema	2	4	1	7
		6. Stauroneis	3	0	1	4
		7. Achnanthes	2	0	1	3
		Chlorophyta				
		1. Ulothrix	5	4	5	14
		2. Ankistrodesmus	7	3	6	16
		3. Closterium	4	7	4	15
		4. Oedogonium	2	3	5	10
		5. Gomphonema	2	5	4	11
5	0 ppm	2. Diploneis	1	4	3	8
		3. Synedra	2	3	2	7
		4. Melosira	2	2	3	7
		5. Stauroneis	5	2	3	10
		6. Nitzschia	3	4	1	8
		7. Cymbella	1	2	3	6
		Chlorophyta				
		1. Ankistrodesmus	5	4	3	12
		2. Closterium	2	3	4	9
		3. Rizoclonium	3	4	5	12
		4. Groenbladia	4	3	2	9
		5. Genicularia	3	2	3	8

6	2 ppm	Chrysophyta				
		1. Navicula	4	3	2	9
		2. Synedra	3	2	3	8
		3. Achnanthes	4	2	4	10
		4. Gomphonema	2	4	1	7
		5. Eunotia	3	2	1	6
		6. Nitzschia	5	3	1	9
		7. Caloneis	1	2	2	5
		8. Stauroneis	1	2	1	4
		Chlorophyta				
		1. Ulothrix	3	4	5	12
		2. Closterium	4	3	1	8
		3. Spirogyra	2	2	3	7
		4. Groenbladia	3	2	4	9
		5. Oedogonium	1	3	2	6

