

**POPULASI *Chlorella* sp. DALAM KULTUR
DENGAN KONSENTRASI SUMBER NUTRIEN KASCING
Lumbricus rubellus YANG BERBEDA**



SKRIPSI

Disusun oleh :

Andika Yuda Permana

J2B 097 070

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2002

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Populasi *Chlorella* sp. Dalam Kultur Dengan
Konsentrasi Sumber Nutrien Kascing *Lumbricus rubellus*
yang Berbeda

Nama Mahasiswa : Andika Yuda Permana

NIM : J2B 097 070

telah selesai melaksanakan Ujian Tugas Akhir dan dinyatakan lulus.



Semarang, Maret 2002

Mengetahui,

Pembimbing Anggota

Pembimbing Utama

Drs. H. Hendarko Sugondo, MS.
NIP. 130 240 735

Dra. Tri Retnaningsih S., MApp.Sc.
NIP. 131 835 920

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Populasi *Chlorella* sp. Dalam Kultur dengan
Konsentrasi Sumber Nutrien Kascing *Lumbricus rubellus*
yang Berbeda

Nama Mahasiswa : Andika Yuda Permana

NIM : J2B 097 070

dinyatakan lulus pada tanggal 28 Februari 2002.



Semarang, Maret 2002
Panitia Ujian Sarjana
Fakultas MIPA UNDIP
Jurusan Biologi
Ketua,

Drs. Mochamad Hadi, M.Si.
NIP. 131 672 951



RINGKASAN

Andika Yuda Permana. J2B 097 070. Populasi *Chlorella* sp. dalam Kultur Dengan Konsentrasi Sumber Nutrien Kascing *Lumbricus rubellus* yang Berbeda. (dibawah bimbingan Hendarko Sugondo dan Tri Retnaningsih Soeprbowati)

Chlorella sp. merupakan mikroalgae dalam Kelas Chlorophyceae yang sebagian besar hidup di laut. Begitu banyak potensi yang dimiliki oleh *Chlorella* sp., sehingga merupakan tantangan untuk meningkatkan produktivitasnya dalam budidaya massal. Dalam budidaya massal *Chlorella* sp., nutrisi yang umum digunakan adalah pupuk anorganik seperti TSP, ZA, Urea dengan tambahan vitamin $FeCl_3$ dan unsur kelumit (*trace element*) seperti EDTA. Kascing *Lumbricus rubellus* memiliki komposisi bahan yang hampir sama dengan pupuk anorganik tersebut. Untuk itu, maka penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. dengan sumber nutrisi kascing *Lumbricus rubellus* dan untuk menentukan konsentrasi kascing *Lumbricus rubellus* yang paling optimal pada populasi *Chlorella* sp.

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Riset Ekologi dan Biosistematik dengan 7 perlakuan masing-masing dengan 3 ulangan, yaitu konsentrasi larutan kascing *Lumbricus rubellus* A (100 mg/l), B (250 mg/l), C (400 mg/l), D (550 mg/l), E (700 mg/l), F (850 mg/l), G (1.000 mg/l). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA pada taraf uji 5% dan bila ada perbedaan, dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan pada taraf uji 5%.

Dari penelitian ini diketahui, bahwa fase adaptasi terjadi pada hari ke 1-2, fase eksponensial dimulai pada hari ke 3 hingga puncak populasi pada hari ke 7, yang setelah itu mengalami penurunan kepadatan populasi pada hari ke 8. Pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. yang tertinggi dengan kepadatan rata-rata populasi sebesar 1.120.000 sel/ml terjadi pada konsentrasi larutan 1.000 mg/l yang juga didukung dengan hasil ANOVA dan uji wilayah berganda Duncan pada taraf uji 5 %.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat dan karunian-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Populasi *Chlorella* sp. dalam Kultur Dengan Konsentrasi Sumber Nutrien Kascing *Lumbricus rubellus* yang Berbeda.

Penulisan skripsi ini tak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang dalam kepada :

1. Drs. Mustafid M.Eng, PhD, selaku dekan Fakultas MIPA.
2. Drs. Koen Praseno, SU, selaku Ketua Jurusan Biologi.
3. Drs. Mochamad Hadi, MSi., selaku Ketua Laboratorium Ekologi dan Biosistematik.
4. Dra. H. Hendarko Sugondo, MS, selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi.
5. Dra. Tri Retnaningsih Soeprbowati, MApp.Sc., selaku pembimbing anggota yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi.
6. Dra. Nanik Heru Suprapti, MSi., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan motivasi dan saran.
7. Dra. Riche Hariyati, MSi., Dra. Nanik Heru Suprapti, MSi., dan Drs. Agung Suprihadi, MSi., atas saran dan kritiknya dalam Sidang Ujian Tugas akhir.

8. Drs. Mochamad Hadi, MSi. dan Dra. Tyas Rini Saraswati M.Kes.
selaku panitia Ujian Tugas Akhir
9. Ayahanda dan ibunda, yang dengan kasih sayangnya dan dorongan moral untuk maju.
10. Isant Sepgamita Satyaningsih Radar, Mama Ani, dan keluarga Bogor yang telah memberikan semangat dan do'a.
11. Kawan-kawan di Angkatan '97, Pak Baskoro, Pak Bowo, mas Arif Burhan, mas Gondo, mas Agung, Fakhruddin, Usie, Arnold, Erna, mbak Maryatul, mbak Dian, mbak Kusrinah, mbak Saumia, "Relung", "Lazuardi" atas segala bantuan dan motivasi yang telah diberikan.

Akhir kata, penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif demi lebih baik dan bermanfaatnya skripsi ini sehingga dapat berguna bagi semua pihak.

Semarang, Februari 2002

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. Pendahuluan.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Formulasi Permasalahan.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
II. Tinjauan Pustaka.....	4
A. <i>Chlorella</i>	4
a.1 Taksonomi.....	4
a.2 Morfologi <i>Chlorella</i> sp.....	4
a.3 Nilai gizi <i>Chlorella</i> sp.....	5
B. Dinamika Populasi.....	6
b.1 Pertumbuhan Populasi <i>Chlorella</i> sp.....	7
b.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan populasi <i>Chlorella</i> sp.....	9
C. Vermikompos atau kompos cacing.....	11
III. Hipotesis.....	14
IV. Metodologi Penelitian.....	15
A. Waktu dan tempat penelitian.....	15
B. Alat dan bahan.....	15
C. Cara kerja.....	15
D. Parameter yang diamati.....	20
E. Analisis data.....	20
V. Hasil Penelitian.....	21
A. Pertumbuhan populasi <i>Chlorella</i> sp.....	21
a.1 Penelitian pendahuluan.....	21
a.2 Penelitian utama.....	21
VI. Pembahasan.....	25
VII. Kesimpulan dan saran.....	30
Daftar Pustaka.....	32
Lampiran.....	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 01 : Kandungan bahan-bahan organik, mineral dan vitamin yang terdapat pada <i>Chlorella</i> sp.	6
Tabel 02 : Alat dan bahan penelitian	15
Tabel 03 : Daftar parameter penelitian	20



DAFTAR GAMBAR

Gambar 01a : <i>Chlorella</i> sp.	5
Gambar 01b : <i>Chlorella</i> sp. dilihat dengan mikroskop elektron	5
Gambar 02 : Pertumbuhan populasi fitoplankton	9
Gambar 03 : Mekanisme absorpsi logam oleh algae	11
Gambar 04 : Pertumbuhan populasi <i>Chlorella</i> sp. pada uji pendahuluan	24
Gambar 05 : Pertumbuhan populasi <i>Chlorella</i> sp. pada uji utama	24



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 01: Kepadatan populasi <i>Chlorella</i> sp. selama penelitian pendahuluan	36
Lampiran 02 : Kepadatan populasi <i>Chlorella</i> sp. selama penelitian utama	37
Lampiran 03 : Data perlakuan, Tabel ANOVA, dan Uji Duncan pada puncak populasi hari ke 8 penelitian pendahuluan.....	38
Lampiran 04 : Data perlakuan, Tabel ANOVA, dan Uji Duncan pada puncak populasi hari ke 7 penelitian utama	39
Lampiran 05 : Kisaran hasil pengukuran faktor fisik kimia air media	40
Lampiran 06 : Hasil analisis pengukuran kandungan larutan kascing <i>Lumbricus rubellus</i> (BTKL Yogyakarta).....	41
Lampiran 07 : Hasil analisis pengukuran kandungan larutan kascing <i>Lumbricus rubellus</i> (BPPI Semarang)	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu sumber bahan pangan yang mudah dibudidayakan adalah *Chlorella* sp. yang apabila dikultur dalam media yang sesuai ternyata mempunyai tingkat pertumbuhan yang tinggi, yaitu dalam 24 jam setiap selnya dapat berkembang menjadi 10.000 sel (Burlew,1976). Daerah seluas 0,4 ha dapat dihasilkan 40 ton berat kering *Chlorella* sp. setiap tahunnya, sedangkan tanaman kedelai hanya dapat menghasilkan 0,75 ton berat kering setiap tahunnya dengan luas lahan yang sama (Suseno,1976).

Selama ini budidaya *Chlorella* sp. secara massal maupun skala laboratorium menggunakan media air laut dan nutrisi yang berasal dari pupuk seperti urea, TSP, dan ZA (Sachlan, 1980), selain itu juga ditambahkan FeCl₃ dan EDTA seperti yang dilakukan oleh Hastuti (1988), Prasetyohadi (1997), Hastutiningsih (1998), dan Kusrinah (2001). Selanjutnya dikatakan bahwa media kultur yang baik adalah media yang mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi dan dapat mendukung pertumbuhannya.

Sumber unsur N dan P yang ada dalam pupuk urea dapat dijumpai pada kascing *Lumbricus rubellus*. Kascing (bekas cacing) adalah hasil dari proses penguraian atau pengomposan bahan organik seperti sampah, dedaunan dan kotoran hewan oleh cacing tanah. Proses pengomposan yang demikian itu dinamakan *vermicomposting*. Kascing ini mengandung partikel-partikel kecil dari

bahan organik yang dimakan cacing kemudian dikeluarkan lagi. Kandungan kascing tergantung dari bahan organik dan jenis cacing. Namun umumnya kascing mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan seperti nitrogen, fosfor, mineral, dan vitamin (Indriani, 1999a).

Kascing *Lumbricus rubellus* ini umumnya digunakan sebagai pupuk bagi tanaman karena mengandung unsur-unsur yang berguna bagi pertumbuhan dan bersifat menggemburkan tanah (Indriani, 1999a). Menurut Snow et. al (1998), kascing telah dibuktikan dapat meningkatkan produksi tanaman tomat di Vacaville California sebesar 10 %.

Untuk itu kascing perlu diujicobakan terhadap *Chlorella* sp. untuk mengetahui pertumbuhan populasinya dan untuk mengetahui potensi kascing *Lumbricus rubellus* sebagai sumber nutrisi dalam budidaya *Chlorella* sp. yang diharapkan dapat memacu produktivitasnya sebagai alternatif suplemen pangan yang potensial dimasa mendatang.

B. Formulasi Permasalahan

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah kascing *Lumbricus rubellus* dapat memacu populasi algae *Chlorella* sp. ?
2. Berapa konsentrasi kascing *Lumbricus rubellus* yang dapat mengoptimalkan populasi algae *Chlorella* sp.?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui fase pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. dengan sumber nutrisi kacing *Lumbricus rubellus*
2. Untuk menentukan konsentrasi kacing *Lumbricus rubellus* yang paling optimal pada populasi algae *Chlorella* sp.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang potensi kacing *Lumbricus rubellus* sebagai sumber nutrisi alternatif yang mudah dan murah dalam kultur *Chlorella* sp.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Chlorella* sp.

a.1 Taksonomi

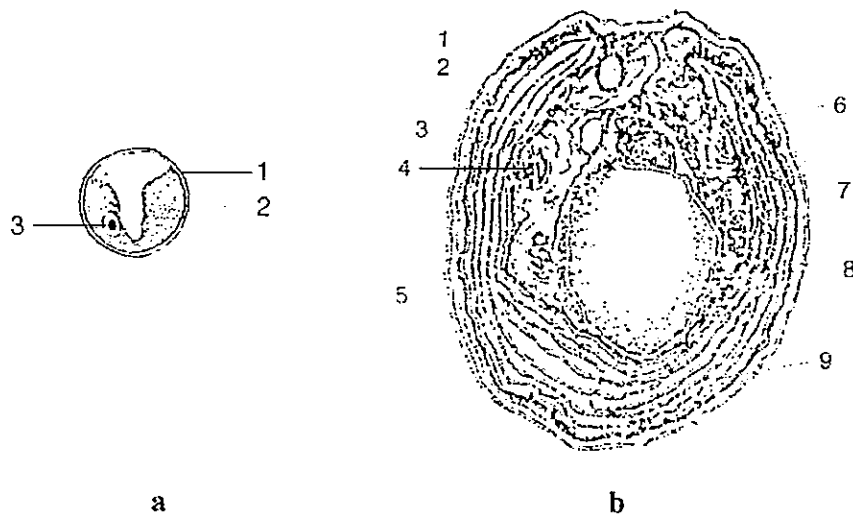
Secara taksonomi, *Chlorella* sp. termasuk kelas Chlorophyceae dengan klasifikasi sebagai berikut (Vashista, 1984) :

Divisio	: Chlorophyta
Kelas	: Chlorophyceae
Ordo	: Chlorococcales
Famili	: Chlorellaceae
Genus	: <i>Chlorella</i>
Spesies	: <i>Chlorella</i> sp.

a.2 Morfologi *Chlorella* sp.

Chlorella sp. berasal dari bahasa latin dari kata *Chloro* yang artinya hijau dan *ella* yang artinya kecil (Suseno, 1976). Dibawah mikroskop algae ini tampak kecil, bulat, berwarna hijau, umumnya hidup didalam air tawar meskipun sebagian ada yang di air laut (Vashista, 1984). Menurut Mujiman (1984), sel-sel *Chlorella* sp. berdiri sendiri, bulat, berwarna hijau dan berukuran 3-8 μ . *Chlorella* sp. tidak berbulu cambuk sehingga tidak dapat bergerak aktif. Pada tiap sel terdapat satu buah inti dan satu kloroplas.

Struktur sel *Chlorella* sp. tampak pada Gambar 01 :



Gambar 01. a. *Chlorella* sp. Perbesaran 1875 X (Bold and Wynne, 1984) :
 1. dinding sel; 2. kloroplas; 3. nukleus ;
 b. *Chlorella* sp. Dilihat dengan mikroskop elektron (Vashista, 1984) : 1. dinding sel; 2. vakuola; 3. kloroplas; 4. mitokondria; 5. sitoplasma; 6. badan golgi; 7. membran nukleus; 8. nukleus; 9. lamella kloroplas.

Menurut Martosudarmo dan Sabarudin (1980), warna hijau pada *Chlorella* sp. disebabkan karena adanya kandungan zat warna klorofil a dan b. Disamping itu juga mengandung karoten dan xanthofil (Suseno, 1976). Permukaan sel *Chlorella* sp. terbungkus oleh dinding sel yang terbuat dari selulosa. *Chlorella* sp. mempunyai inti sel, cadangan makanan polisakarida, dan mitokondria yang merupakan sumber energi bagi sel tersebut secara keseluruhan (Watanabe et. al, 1983 dalam Kendar, 1998).

a.3 Nilai Gizi *Chlorella* sp.

Secara lengkap, kandungan bahan-bahan organik yang ada pada *Chlorella* sp. adalah seperti yang tampak pada Tabel 01 :

Tabel 01. Kandungan bahan-bahan organik, mineral dan vitamin yang terdapat pada *Chlorella* sp. (Watanabe et. al, 1983 dalam Kendar, 1998)

No	Nama Bahan	Kandungan per 100 gram sel
1	Protein	50,4 gram
2	Lemak	9,3 gram
3	Karbohidrat	23,2 gram
4	Abu	4,2 gram
5	Serat kasar	0,3 gram
6	Vitamin A	51,30 IU
7	Vitamin B ₁	1,7 mg
8	Vitamin B ₂	4,3 mg
9	Vitamin B ₆	1,4 mg
10	Karoten	92,4 mg
11	Vitamin C	10,4 mg
12	Vitamin E	1,5 mg
13	Niasin	23,8 mg
14	Kalsium	221,0 mg
15	Magnesium	315,0 mg
16	Besi	130,0 mg
17	Fosfor	895,0 mg
18	Seng	71,0 mg
19	Iodium	0,4 mg

Chlorella sp. juga berperan penting dalam pembuatan *green water* dan sekaligus sebagai sistem keseimbangan bagi media pembenihan udang galah (Adisukrisno, 1980). *Chlorella* sp. berfungsi sebagai organisme yang menyerap kelebihan amonia, sebab kandungan ammonia lebih dari 0,5 ppm dapat membahayakan tambak udang. Menurut Sianipar dan Sutomo (1987), *Chlorella* sp. juga berguna bagi larva ikan dimana tiap selnya berfungsi sebagai stabilisator dan penghasil O₂.

B. Dinamika populasi

Menurut Odum (1998), populasi didefinisikan sebagai kelompok kolektif organisme dari spesies yang sama yang menduduki ruang tertentu, memiliki

berbagai ciri atau sifat khas dari kelompok itu dan bukan sifat dari individu dalam kelompok itu. Beberapa sifat tersebut adalah kerapatan, laju kelahiran (natalitas), laju kematian (mortalitas), penyebaran umur, potensi biotik, dispersi dan bentuk pertumbuhan atau perkembangan, dan sifat genetik. Faktor-faktor itu pula yang akan mempengaruhi besarnya kerapatan dan jumlah populasi, yang dalam periode waktu berbeda akan mengalami kenaikan dan penurunan.

Dinamika populasi adalah naik turunnya populasi suatu organisme yang disebabkan adanya faktor intrinsik dan ekstrinsik dari organisme tersebut (McNaughton dan Wolf, 1990). Odum (1998) menyatakan bahwa kompetisi, sifat fisik lingkungan, predasi, serta gejala tingkah laku dan gejala genetik dipertimbangkan sebagai faktor-faktor pengatur populasi. Sedangkan populasi yang terkontrol akan mengalami perubahan tingkat kepadatan, dengan berubahnya daya dukung. Jika daya dukung berubah menurut waktu, tahapan fase populasi juga berubah. Populasi yang berfluktuasi mungkin dikontrol dengan ketat, tergantung pada bagaimana eratnya mereka mengikuti perubahan kemampuan lingkungan mendukung individu (McNaughton and Wolf, 1990).

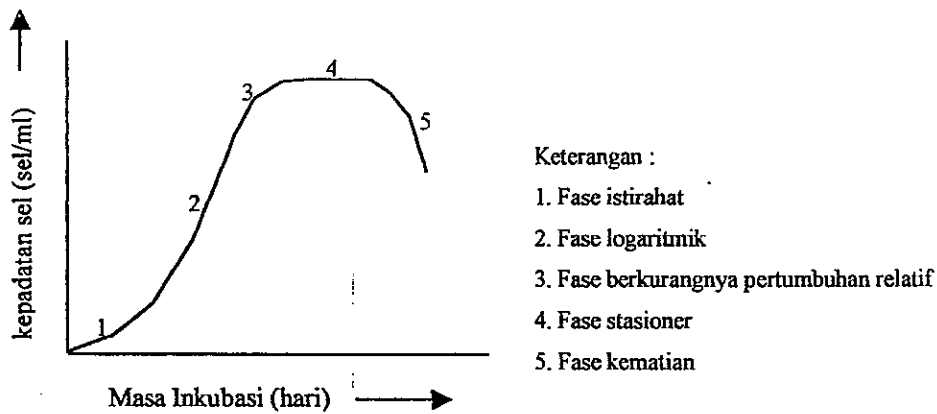
b.1 Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp.

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai proses perubahan ukuran, bentuk dan massa sel, atau dapat diartikan sebagai proses penggandaan atau penambahan materi hidup "living material" yang bersifat searah artinya tidak dapat balik. Sering pertumbuhan diartikan juga sebagai penambahan jumlah sel dan ini terutama digunakan untuk menerangkan pertumbuhan dari organisme-organisme bersel satu termasuk *Chlorella* sp. (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Menurut Mujiman (1984), perkembangbiakan *Chlorella* sp. dapat terjadi secara vegetatif (aseksual). Pada perkembangbiakan secara aseksual, sel-sel induknya mengeluarkan zoospora yang dinamakan aplanospora. Dari satu sel induk dapat dihasilkan beberapa buah spora sampai 8 spora. Salah satunya atau lebih akan berkembang menjadi individu baru. Selain itu dilakukan dengan pembelahan sel induk menjadi dua buah sel anak, dari dua menjadi empat begitu seterusnya sampai 24 jam dapat menjadi 10.000 sel.

Pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat diukur dengan mengamati dan menghitung jumlah selnya dari waktu ke waktu. Metode ini oleh Welch (1993), dinamakan metode numeral. Menurut Erlina dan Hastuti (1986), grafik pertumbuhan fitoplankton memperlihatkan lima tahap perkembangan yang berbeda yaitu :

1. Tahap adaptasi, tahap sel menyesuaikan diri dengan media kultur yang sudah dipupuk atau diberi nutrisi.
2. Tahap pembelahan sel, yaitu tahap pembelahan sel yang telah mengabsorpsi zat-zat hara dan mulai melakukan pembelahan.
3. Tahap pertumbuhan dipercepat, yaitu tahap sel mengalami pembelahan sel berkali-kali akibat faktor lingkungan yang sangat mendukung proses pertumbuhan.
4. Tahap stasioner, yaitu tahap dimana jumlah sel sudah mencapai puncaknya dan kecepatan pertumbuhan sel seimbang dengan faktor pembatas.
5. Tahap kematian, yaitu tahap menurunnya jumlah sel akibat lingkungan sudah tidak lagi mendukung untuk perkembangan sel.



Gambar 02. Pertumbuhan populasi fitoplankton (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

b.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan populasi *Chlorella* sp.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. diantaranya adalah intensitas cahaya, suhu, pH medium, tersedianya CO₂ bebas, O₂ terlarut, nutrisi dan salinitas (Venkantraman (1977) dalam Kendar, 1998). Cahaya sangat diperlukan oleh algae, dalam hal ini digunakan dalam proses fotosintesis, sedangkan hasil fotosintesa digunakan untuk pertumbuhan. Intensitas cahaya yang diperlukan untuk fotosintesa algae yang baik berkisar antara 3000-30.000 lux (Fogg, 1975).

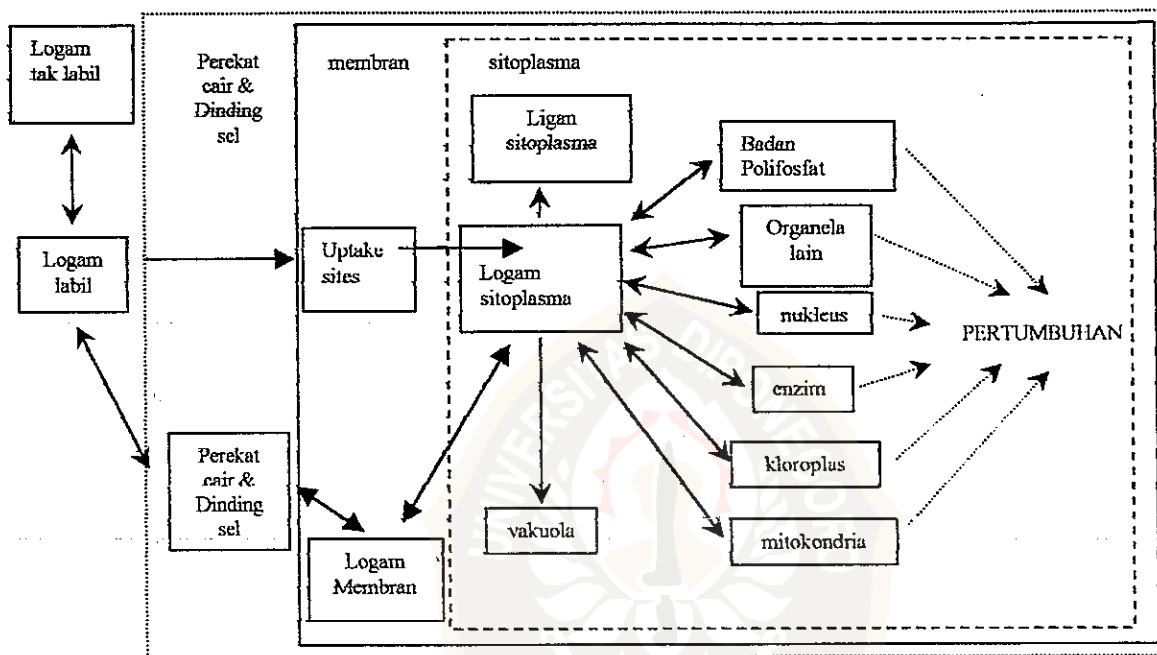
Menurut Venkantraman (1977) dalam Kendar (1998), suhu air menyebabkan peningkatan aktivitas sel sehingga metabolisme berjalan lebih cepat, akan tetapi suhu tinggi juga menyebabkan kematian yang cepat pula. Suhu optimal bagi *Chlorella* sp. berkisar antar 25-35⁰C (Martosudarmo dan Wulani, 1990). Salinitas atau kadar garam yang naik turun dalam air dapat menimbulkan gangguan bagi kultur fitoplankton. Salinitas yang optimum bagi pertumbuhan adalah 20-26 ‰ (Erlina dan Hastuti, 1986). Venkantraman (1977) dalam Kendar (1998), menyatakan bahwa batas pH minimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah 3-4. Sedangkan menurut Round (1981), pH optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah antara 7-8.

Tersedianya CO₂ bebas merupakan faktor penting untuk pertumbuhan *Chlorella* sp., karena secara langsung dipakai untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesa (Round, 1981). Oksigen diperlukan oleh algae untuk respirasi. Untuk keperluan tersebut diperoleh dari hasil fotosintesa, dimana produksi O₂ ini lebih banyak daripada yang digunakan (Round, 1981).

Pada prinsipnya media kultur bagi pertumbuhan algae memerlukan unsur tambahan baik unsur makro yaitu C, H, O, N, P, S, Mg, K, Ca; maupun unsur mikro yaitu Zn, Cu, Mn, Co, Fe, V, B, Mo, dan Cl. Menurut Fox (1983), mikronutrien anorganik yang biasa digunakan untuk pengkayaan media kultur algae yaitu Ferri Chlorida (FeCl₃), pengikat logam EDTA dan *trace element*. Pengikat logam EDTA berfungsi untuk menyimpan unsur logam esensial dalam larutan sehingga menjamin ketersediaannya untuk sel. EDTA juga menjamin ketersediaan *trace element* dalam jumlah yang cukup untuk memperpanjang pertumbuhan eksponensial dengan menambahkan ke dalam media kultur tanpa memberi pengaruh racun (Fogg, 1975).

Makronutrien seperti Mg merupakan komponen klorofil, ribosom dan kromosom dan berperan dalam reaksi enzimatik (Metzler, 1977); K berperan sebagai kation dalam sitoplasma (Krauss, 1979); Cl berhubungan dalam aktivitas kloroplas (Critchley, 1982), Sedangkan mikronutrien umumnya lebih banyak berperan dalam reaksi enzimatik seperti Fe dalam reaksi redoks sebagai enzim Fe-protein, Zn sebagai koenzim karbonik anhidrase yang mengkatalis reaksi hidrolisis CO₂ (Imamura., 1981), dan Cu yang berperan sebagai koenzim sitokrom anhidrase dan superoksida dismutase (Takahashi., 1973). Menurut Genter (1996),

mikronutrien seperti logam akan diserap oleh algae secara difusi melalui "uptake sites" pada membran sel, kemudian akan masuk ke dalam sitoplasma. Didalam sitoplasma, logam akan diubah menjadi ligan sitoplasma dan sebagian akan disimpan dalam vakuola. Dalam sitoplasma pula logam akan berinteraksi dengan organel-organel dan enzim untuk melakukan fungsi metabolisme yang berguna bagi pertumbuhan. Secara skematis proses itu dijabarkan dalam Gambar 03 :



Gambar 03. Mekanisme absorpsi logam oleh algae (Genter, 1996)

C. Vermikompos atau kompos cacing

Vermicomposting adalah penggunaan cacing untuk mendaur ulang sisa makanan dan sisa bahan organik lain menjadi tanah yang bernama vermikompos atau kompos cacing (kascing). Cacing memakan sisa makanan, yang akan menjadi kompos setelah melalui proses pencernaan dalam tubuh cacing. Vermikompos sangat baik bagi tanaman karena cacing memakan sisa-sisa buah dan sayuran yang

kaya akan nutrisi dan kemudian mengubahnya menjadi kompos yang kaya nutrisi pula (Fong and Hewitt, 1999).

Menurut Indriani, (1999b) kascing adalah hasil *vermicomposting* yang berupa kotoran cacing yang mengandung partikel-partikel bahan organik yang dimakan cacing dan kemudian dikeluarkan lagi. Sedangkan menurut Johnson (1996), disebutkan bahwa pengomposan cacing adalah penggunaan cacing untuk mendaur ulang sisa makanan dan bahan organik lain menjadi tanah yang berguna bernama vermikompos atau kompos cacing. Kita dapat memakai langsung kascing, atau dapat dipakai selama musim berkebun atau kapanpun. Kascing dapat digunakan dalam tanaman pot, tanaman di kebun atau digunakan untuk penutup permukaan tanah dari tanaman dalam rumah.

Kandungan kascing tergantung pada bahan organik dan jenis cacingnya, (biasanya adalah cacing merah, *Lumbricus rubellus*). Bahan organik yang digunakan berupa sisa-sisa sayuran, dedaunan dan kotoran hewan. Bahan organik ini tidak dapat langsung diberikan kepada cacing, tetapi harus dikomposkan atau difermentasikan, yaitu dengan dibiarkan selama 1 minggu (Indriani, 1999b).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kascing yang dihasilkan dari kotoran kerbau mempunyai kandungan sebagai berikut (Indriani, 1999b):

- C (%) : 39,532
- N total (%) : 1,182
- P total (%) : 3,5
- K total (%) : 1,504
- Ca total (%) : 0,208
- Mg total (%) : 0,048
- Zn (ppm) : 174,032
- Cu (ppm) : tak tersidik
- Fe (%) : 1,174
- Mn (ppm) : 1610,676

- Humat (%) : 0,952
- Fulfat (%) : 0,626

Dengan kandungan unsur hara yang berguna bagi pertumbuhan yang bersifat mengemburkan tanah seperti tersebut di atas, maka kascing ini umumnya digunakan sebagai pupuk bagi tanaman (Indriani, 1999b).



BAB III

HIPOTESIS

Pemberian kacing *Lumbricus rubellus* pada konsentrasi tertentu ;
meningkatkan pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. dalam kultur skala
laboratorium.



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian : Laboratorium Ekologi dan Biosistematik jurusan
Biologi Universitas Diponegoro Semarang.

Waktu Penelitian : Oktober 2000 – Oktober 2001

B. Alat dan Bahan

Tabel 02. Alat dan Bahan Penelitian

Alat	Bahan
- Bejana plastik bervolume 1 liter	- Biakan murni <i>Chlorella</i> sp. laut
- Blower (aerator)	- Kascing <i>Lumbricus rubellus</i>
- Pipet tetes	- Air laut salinitas 26 ‰
- Timbangan ohaus	- Aqua simba L
- Timbangan sartorius	- Chlorin
- Lampu TL 40 Watt	- Natrium thiosulfat
- Selang aerasi diameter 1 cm	- Aquadest
- pH meter	
- Gelas ukur 100 ml	
- Gelas beaker 800 ml	
- Thermometer	
- Refraktosalinometer	
- Mikroskop	
- Handy tally counter	
- DO meter	
- Plankton net nomor 25	

C. Cara Kerja

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan sterilisasi alat dan air laut. Alat-alat yang akan digunakan untuk pembiakan disterilisasi dengan Chlorinasi, dengan larutan Chlorin 150 mg/l dan dinetralisasi dengan Natrium thiosulfat 40-50 mg/l

(Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Untuk sterilisasi air laut yang akan digunakan sebagai media, disaring terlebih dahulu dengan plankton net no. 25 setelah itu dididihkan (Mujiman, 1984), kemudian disterilkan lagi dengan penambahan Chlorin 60 mg/l dan dibiarkan selama 1 jam dan dinetralsir dengan Natrium thiosulfat 20 mg/l untuk menghilangkan sisa-sisa Chlorin dalam air laut hingga bau Chlorin hilang (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Kascing *Lumbricus rubellus* yang digunakan berasal dari hasil budidaya cacing oleh BCM (Bio Cipta Mandiri), Kelompok Wira Usaha Mahasiswa Biologi Universitas Diponegoro Semarang. Sedangkan *Chlorella* sp. yang digunakan berasal dari hasil kultur BBAP (Balai Budidaya Air Payau) Jepara.

2. Penelitian Pendahuluan

Sebelum dilakukan penelitian pendahuluan, peneliti telah mengamati biakan murni *Chlorella* sp. dibawah mikroskop, dan ternyata terdapat kontaminan berupa Protozoa yang besar kemungkinan berasal dari kascing *Lumbricus rubellus*. Dengan kondisi demikian, maka pada awal penelitian pendahuluan perlu ditambahkan suatu anti-kontaminan yaitu Aqua Simba L.

dan menyangrai kascing *Lumbricus rubellus* untuk mengurangi kontaminan.

Penelitian pendahuluan dimaksudkan untuk mencari kisaran konsentrasi kascing *Lumbricus rubellus* yang akan dipakai sebagai dasar pemberian perlakuan pada tahap penelitian utama. Pada penelitian pendahuluan, konsentrasi kascing *Lumbricus rubellus* yang dicobakan berturut-turut

sebesar 0 mg/l, 1 mg/l, 10 mg/l, 100 mg/l, 1.000 mg/l, 10.000 mg/l, 100.000 mg/l. Pengambilan batasan terhadap konsentrasi kascing tersebut adalah berdasarkan deret ukur, sehingga ada 7 unit perlakuan yang masing-masing dengan 3 kali ulangan. Mula-mula dibuat larutan kascing dengan konsentrasi 100.000 mg/l. Untuk membuat larutan dengan konsentrasi 10.000 mg/l, larutan kascing 100.000 mg/l tadi diambil sebanyak 1 ml dan diencerkan dengan aquades 9 ml.

Setelah itu diinokulasikan 10.000 sel/ml *Chlorella* sp. dalam 500 ml media air laut ke masing-masing bejana dan diaklimatisasi selama 24 jam. Kemudian dimasukkan larutan kascing *Lumbricus rubellus* sesuai dengan konsentrasi masing-masing dan selama penelitian hanya diperlakukan sekali yaitu pada awal penelitian, lalu diinkubasikan selama \pm 2 minggu serta diukur dan diamati hasilnya.

Populasi tertinggi yang mulai berbeda nyata pada penelitian pendahuluan adalah antara konsentrasi 100 mg/l – 1.000 mg/l. Sehingga untuk kisaran konsentrasi pada penelitian utama adalah pada 100 mg/l – 1.000 mg/l yang kemudian dipersempit menjadi 7 unit perlakuan utama dengan tujuan untuk menyamakan jumlah unit seperti pada penelitian pendahuluan.

3. Penelitian Utama

Dalam penelitian utama, selain meneliti pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. juga untuk mengetahui potensi kascing *Lumbricus rubellus* sebagai sumber nutrien. Oleh sebab itu juga diujicobakan memelihara *Chlorella* sp. dengan media larutan ZA 80 mg/l, TSP 30 mg/l, urea 20 mg/l, FeCl₃ 5 mg/l,

EDTA 20 mg/l (Hastuti, 1988). Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat dan membandingkan apakah media dengan kascing *Lumbricus rubellus* dapat unggul.

- a. Mula-mula dilakukan pengaturan salinitas media air laut (26‰), dengan menggunakan rumus Sverdrup (1961) dalam Kendar (1998), yaitu :

$$S_2 = \frac{A \times S_1}{N + A}$$

Dengan :

S_2 = salinitas air laut yang diinginkan

S_1 = salinitas air laut mula-mula

N = volume air tawar yang digunakan untuk melakukan pengenceran

A = volume air laut semula

- b. Media air laut dimasukkan ke dalam 7 buah bejana, masing-masing dengan volume 500 ml (Kendar, 1998). Sebagai Pembanding (KT) diperlakukan dengan pemupukan menggunakan larutan ZA 80 mg/l, TSP 30 mg/l, urea 20 mg/l, FeCl_3 5 mg/l, EDTA 20mg/l (Hastuti, 1988). Perlakuan A_1, A_2, \dots, G_3 ditambahkan larutan kascing *Lumbricus rubellus* dengan konsentrasi 100 mg/l, 250 mg/l, 400 mg/l, 550 mg/l, 700 mg/l, 850 mg/l, 1.000 mg/l. Penetapan kisaran ini didasarkan pada hasil penelitian pendahuluan dengan populasi tertinggi yaitu antara 100 mg/l – 1.000 mg/l yang kemudian dipersempit kisarannya menjadi 7 unit perlakuan. Adapun cara pembuatan larutan kascing yang digunakan pada penelitian dihitung dengan rumus (Hastuti, 1988) :

$$Q = V / P \times K$$

Dengan :

- Q = berat bahan kascing yang akan dilarutkan (mg)
 V = volume pelarut atau aquades (100 ml)
 P = volume dosis penggunaan (1 ml)
 K = konsentrasi kascing yang dikehendaki (mg/l)

- c. Dimasukkan *Chlorella* sp. dengan kepadatan awal 10.000 sel per ml (Hastuti, 1988), ke dalam masing-masing bejana. Untuk menghitung besarnya inokulum yang dibutuhkan, digunakan rumus menurut Fox (1983) sebagai berikut :

$$V_f = V_c \times C_f / C_c$$

Dengan :

- V_f = volume inokulum yang dibutuhkan (ml)
 V_c = volume air media kultur (500 ml)
 C_f = kepadatan awal yang dibutuhkan (10.000 sel/ml)
 C_c = kepadatan sel inokulum (sel/ml)

Lalu diaklimatisasi selama 24 jam, kemudian larutan kascing baru dimasukkan sesuai dengan konsentrasinya masing-masing, dan perlakuan ini hanya dilakukan pada awal penelitian saja.

- d. Tiap-tiap bejana diletakkan dalam rak budidaya yang dilengkapi dengan blower dan lampu TL 40 Watt dengan intensitas cahaya \pm 3100 lux.
- e. Dilakukan ulangan sebanyak 3 kali ulangan dengan 7 unit taraf perlakuan, sehingga keseluruhan ada 21 unit percobaan.
- f. Penghitungan populasi *Chlorella* sp.

Pengamatan dan penghitungan kepadatan populasi *Chlorella* sp. dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pada masing-masing bejana dengan meneteskan sampel pada bagian tengah "haemositometer

improvedneubauer” yang bervolume $0,1 \text{ mm}^3$ atau sama dengan $0,0001 \text{ ml}$ atau 10^{-4} ml . Jadi jika jumlah sel yang terhitung adalah n , maka jumlah sel tiap ml adalah sebanyak $n \times 10^4 \text{ sel/ml}$ (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

D. Parameter yang diamati

Tabel 03. Daftar Parameter Penelitian

Parameter	Alat	Waktu pengamatan
Biologi : – Kepadatan populasi	Mikroskop, Haemositometer improvedneubauer, handytally counter.	Tiap 24 jam selama 12-13 hari
Kimia : – O_2 terlarut – pH	DO meter pH meter	Tiap hari Tiap hari
Fisika : – Suhu – Salinitas – Intensitas cahaya	Thermometer Refraktosalinometer Lux meter	Tiap hari Tiap hari Tiap hari

Analisis kandungan larutan kascing *Lumbricus rubellus*

Analisis kandungan unsur makro dan mikronutrien yang terdapat di larutan kascing *Lumbricus rubellus* 1.000 mg/l dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Yogyakarta dan Balai Penelitian dan Pengembangan Industri (BPPI) Semarang. Parameter senyawa makro adalah N_{total} , P_{total} , K_{total} , Mg_{total} , dan Ca_{total} , sedang unsur mikro adalah Zn, Cu dan Fe.

E. Analisis Data

Pada penelitian ini digunakan desain rancangan acak lengkap faktor tunggal yaitu peubah tak bebas konsentrasi kascing *Lumbricus rubellus* yang

berbeda dan peubah bebas kepadatan sel *Chlorella* sp. dengan 7 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan. Selanjutnya dilakukan uji terhadap data kepadatan sel *Chlorella* sp. dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) berdasar uji nilai F dengan taraf uji 5 %. Selanjutnya apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf uji yang sama untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda (Heryanto, 1996).



BAB V

HASIL PENELITIAN

A. Pertumbuhan populasi *Chlorella* sp.

a.1 Penelitian pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan, konsentrasi larutan kascing yang diperlakukan pada perlakuan A, B, C, D, E, F, dan G berturut-turut sebesar 0 mg/l, 1 mg/l, 10 mg/l, 100 mg/l, 1.000 mg/l, 10.000 mg/l, 100.000 mg/l. Setelah 13 hari masa inkubasi, menunjukkan bahwa perlakuan D (konsentrasi 100 mg/l) berbeda dengan yang lain (Gambar 04, Lampiran 01). Dinamika populasi yang terlihat fluktuatif ini setelah di analisis dengan ANOVA pada taraf uji 5 % dan Uji Wilayah Berganda Duncan (Tabel 04), diperoleh bahwa pada saat diperlakukan dengan perlakuan D (100 mg/l), populasi *Chlorella* sp. mulai berbeda nyata dengan konsentrasi E (1.000 mg/l) dan lainnya pada taraf uji 5 %.

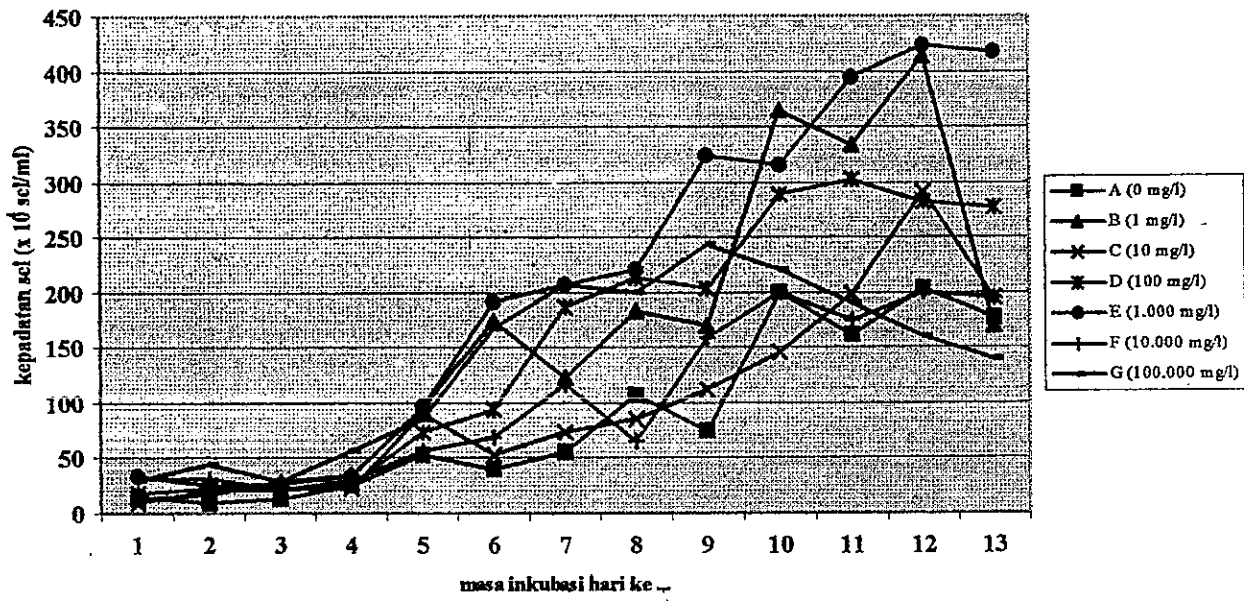
Dengan hasil ini maka kisaran konsentrasi yang akan dipergunakan sebagai batas konsentrasi pada penelitian utama adalah pada kisaran 100 – 1.000 mg/l.

a.2 Penelitian utama

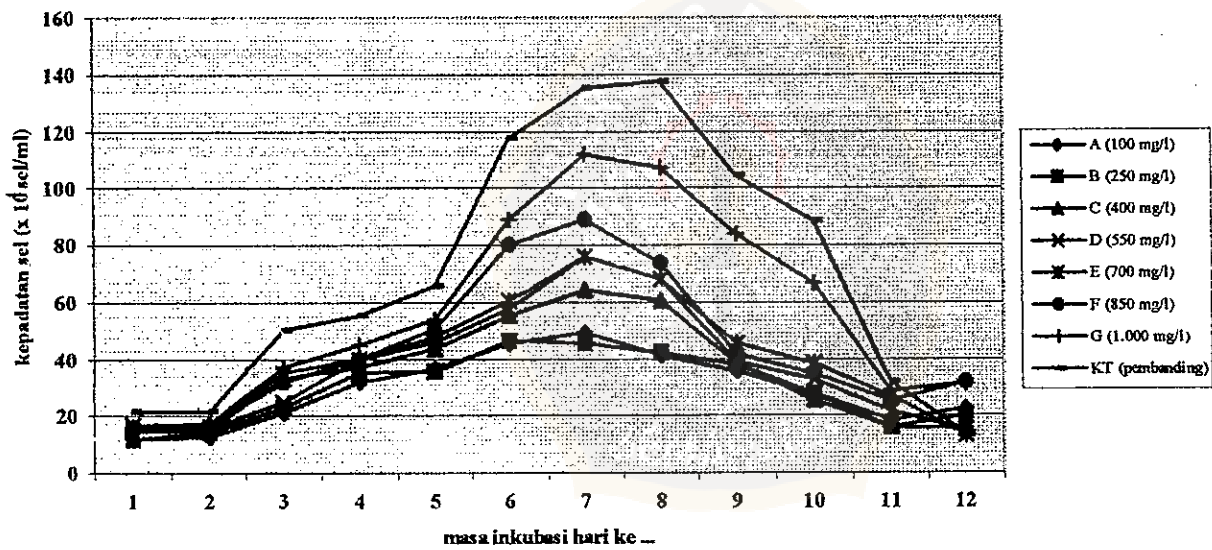
Setelah diperlakukan dengan konsentrasi 100 mg/l, 250 mg/l, 400 mg/l, 550 mg/l, 700 mg/l, 850 mg/l, dan 1.000 mg/l selama 12 hari dan masing-masing dengan 3 kali ulangan, didapat bahwa perlakuan G dengan konsentrasi 1.000 mg/l adalah perlakuan dengan pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. tertinggi dengan kepadatan rata-rata 1.120.000 sel/ml (Gambar 05, Lampiran 02). Dari semua perlakuan, fase adaptasi terjadi pada hari ke 1-2, fase eksponensial dimulai pada hari ke 3 hingga

puncak populasi pada hari ke 7, yang setelah itu mengalami penurunan kepadatan populasi pada hari ke 8. Data tersebut didukung dengan hasil ANOVA di hari ke7 dan uji wilayah berganda Duncan pada taraf uji 5 % yang menyatakan bahwa perlakuan G (1.000 mg/l) adalah perlakuan yang paling berbeda dari perlakuan yang lain (Lampiran 05). Kepadatan populasi perlakuan G (1.000 mg/l) masih dibawah kepadatan populasi Pembanding (KT) yang mencapai 1.376.700 sel/ml pada puncak populasi pada hari ke 8.

Pengukuran sifat fisik dan kimia dari dilakukan setiap 24 jam pada masing-masing bejana perlakuan dengan nilai DO berkisar antara 5,25 – 8,15 mg/l, intensitas cahaya sebesar 3100 lux, suhu antara 28-29,5 °C, salinitas antara 24-26 ‰, dan pH pada kisaran 7,6 – 8,2 (Lampiran 05). Sedangkan kandungan makronutrien yang terdeteksi dalam kascing *Lumbricus rubellus* adalah N_{total} , K_{total} sedangkan P_{total} , Mg_{total} , Ca_{total} tidak terdeteksi. Konsentrasi N_{total} kascing *Lumbricus rubellus* adalah 25 mg/l dari 1.000 mg/l larutan kascing yang dianalisisakan, K_{total} dan Fe berturut-turut sebesar 8,4239 mg/l dan 0,726 mg/l (Lampiran 06 dan 07).



Gambar 04. Pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. pada uji pendahuluan



Gambar 05. Pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. pada uji utama

BAB VI

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pendahuluan diketahui bahwa kepadatan populasi *Chlorella* sp. pada hari ke 1–3 relatif hampir sama pada semua bejana kultur penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa hari ke 1–3 merupakan fase adaptasi yaitu suatu fase penyesuaian diri dengan media kultur yang sudah dipupuk atau diberi nutrien. Kemudian mulai terjadi perbedaan kepadatan populasi setelah perlakuan pada hari ke 4, setelah itu pertumbuhan populasi pada masing-masing bejana mulai meningkat dan fluktuatif. Peningkatan kepadatan populasi *Chlorella* sp. pada perlakuan D (100 mg/l) terjadi sampai puncak populasi yaitu pada hari ke 11 yang kepadatan rata-ratanya sebesar 3.170.000 sel/ml. Tahap ini disebut sebagai fase eksponensial, yaitu terjadinya pembelahan sel yang semakin cepat akibat daya dukung lingkungan memenuhi syarat untuk pertumbuhan organisme.

Dari penelitian utama diperoleh bahwa kepadatan populasi *Chlorella* sp. pada perlakuan G (1.000 mg/l) adalah yang sangat berbeda dari perlakuan yang lain. Hal ini didukung pula oleh grafik (Gambar 05) dan dibuktikan pada ANOVA (Lampiran 04). Pada hari ke 1-2, kepadatan populasi *Chlorella* sp. adalah sama pada semua bejana kultur penelitian, sehingga fase ini disebut sebagai fase adaptasi. Mulai terjadi perbedaan kepadatan populasi sejak hari ke 3, meskipun kepadatan populasinya berbeda pada masing-masing perlakuan tapi populasinya terus meningkat sampai pada puncak pertumbuhan yaitu pada hari ke 7 dengan kepadatan rata-rata populasi pada perlakuan G (1.000 mg/l) sebesar 1.120.000

sel/ml. Setelah puncak populasi terlampaui, populasi mulai menurun disebabkan karena nutrisi pada air media terbatas dan populasi *Chlorella* sp. sudah terlalu padat sehingga melebihi daya dukung lingkungan. Namun populasi ini masih lebih rendah jika dibandingkan dengan Pembanding (KT) yang populasi rata-ratanya sebesar 1.376.700 sel/ml.

Kepadatan sel *Chlorella* sp. pada penelitian pendahuluan bersifat lebih fluktuatif dan populasinya lebih besar daripada hasil pada penelitian utama (Gambar 04 dan 05). Kepadatan populasi yang bersifat fluktuatif pada penelitian pendahuluan disebabkan pada kultur penelitian pendahuluan masih dijumpai adanya kontaminan yang berupa protozoa maupun bakteri yang berasal dari kascing *Lumbricus rubellus*. Adanya penggunaan Aqua Simba L pada penelitian pendahuluan berfungsi untuk mereduksi organisme yang tidak diinginkan. Namun ternyata dalam Aqua Simba L terdapat bakteri-bakteri probiotik hasil isolasi dari alam Indonesia yang justru mampu mengoptimalkan proses-proses biokimia perairan (Anonim, 1999). Disebutkan pula bahwa berdasarkan hasil uji coba laboratorium dan lapangan, manfaat Aqua Simba L adalah memperbaiki kualitas perairan dengan meningkatkan proses oksidasi sehingga dapat menurunkan senyawa toksik, meningkatkan proses dekomposisi sisa organik, dan mengontrol kepadatan bakteri patogen (Anonim, 1999).

Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hastutiningsih (1998) dengan media yang sama seperti pada Pembanding (KT), puncak populasi *Chlorella* sp. terjadi pada hari ke 7, dengan kepadatan rata-rata 2.400.000 sel/ml. Namun, puncak populasi perlakuan G (1.000 mg/l) pada penelitian utama terjadi

pada hari ke 7, dengan kepadatan rata-rata 1.120.000 sel/ml. Hasil ini dibawah dari hasil penelitian Hastutiningsih (1998), mungkin dikarenakan minimnya keberadaan mikronutrien yang terkandung dalam kascing *Lumbricus rubellus* sehingga metabolisme secara enzimatik tidak dapat optimal. Dalam penelitian ini, unsur mikronutrien yang terukur hanya Fe, sedangkan Zn dan Cu tak terdeteksi (Lampiran 06). Mikronutrien tersebut berperan dalam reaksi enzimatik seperti Fe sebagai enzim Fe-protein dalam reaksi redoks, Zn sebagai koenzim karbonik anhidrase yang mengkatalis reaksi hidrolisis CO₂ (Imamura, 1981), dan Cu berperan sebagai koenzim sitokrom anhidrase dan superoksida dismutase (Takahashi, 1973).

Kandungan makronutrien yang terdeteksi dalam kascing *Lumbricus rubellus* adalah N_{total}, K_{total} sedangkan P_{total}, Mg_{total}, Ca_{total} tidak terdeteksi. Kandungan N_{total} kascing *Lumbricus rubellus* adalah 25 mg/l dari 1.000 mg/l larutan kascing yang dianalisis, K_{total} dan Fe berturut-turut sebesar 8,4239 mg/l atau 0,84 % dan 0,726 mg/l atau 0,07 %. Hal ini berarti persentase N_{total} sebesar 2,5 % terdapat pada kascing *Lumbricus rubellus*, yang hasilnya lebih tinggi dari N_{total} kascing yang nilainya hanya 1,182 % (Indriani, 1999b), namun konsentrasi K_{total} dan Fe kascing *Lumbricus rubellus* lebih kecil. Perbedaan ini wajar karena komposisi kandungan kascing yang dihasilkan tergantung pada jenis cacing yang digunakan dan komposisi bahan organik yang ditambahkan seperti kotoran ternak sapi, kerbau, kambing, maupun dedaunan dan serasah.

Dinyatakan oleh Setyamidjaya (1986) bahwa N dalam ZA atau (NH₄)₂ SO₄ sebesar 21 %, N dalam urea atau CO(NH₂)₂ sebesar 46 %, dan P₂O₅ dalam TSP

sebesar 16 %. Jika dikonversikan, dengan besarnya pupuk yang digunakan dalam Pembanding (KT), maka dalam 80 mg/l ZA terdapat N sebesar 21 %-nya yaitu 16,8 mg/l dan 9,2 mg/l N dari 20 mg/l urea. Sehingga N_{total} yang ada pada air media Pembanding (KT) sebesar 26 mg/l (Hastuti, 1988). Jadi secara kuantitas, kandungan N_{total} pada kascing *Lumbricus rubellus* sebanding dengan jumlah N_{total} pada pupuk anorganik yang diperlakukan pada Pembanding (KT). Akan tetapi, populasi pada Pembanding (KT) ternyata lebih tinggi daripada perlakuan, karena pada Pembanding (KT) terdapat EDTA (*chelating agent*) yang penting untuk mensuplai cadangan logam selama pertumbuhan algae dan juga berfungsi untuk mencegah toksisitas oleh logam (Oh-Hama and Miyachi, 1988 dalam Borowitzka and Borowitzka, 1988). Puncak populasi terjadi pada perlakuan G (1.000 mg/l) sebanding dengan fase eksponensial Pembanding (KT) pada hari ke 7, sehingga kemungkinan populasi G masih dapat ditingkatkan jika ditambahkan EDTA.

Data kepadatan populasi dari awal hingga akhir penelitian didukung pula oleh pengukuran sifat fisik dan kimia dari air media yang digunakan untuk kultur. Pengukuran kandungan oksigen terlarut adalah berkisar antara 5,25 – 8,15 mg/l. Nilai tersebut masih berada pada tingkat yang normal untuk produktivitas biota air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fox (1983) yang menyebutkan bahwa kadar O_2 terlarut 3,0 – 5,0 ppm kurang produktif, sedang 5 – 7 ppm produktivitasnya tinggi dan diatas 7 ppm adalah sangat tinggi produktivitasnya. Peningkatan kandungan oksigen lebih disebabkan karena terdapat suplai oksigen yang besar dari hasil fotosintesis dan aerasi. Nilai DO yang terukur pada puncak populasi

adalah yang tertinggi (Lampiran 05), dimana pada saat itu terjadi peningkatan fotosintesis yang disebabkan oleh metabolisme sel-sel *Chlorella* sp. pada kultur.

Menurut Oh-Hama dan Miyachi (1992), proses fotosintesis dari *Chlorella* sp. membutuhkan intensitas cahaya sebesar 3000 – 30.000 lux, sedang intensitas cahaya hasil pengukuran adalah sebesar 3100 lux (Lampiran 05). Nilai ini masih berada pada kisaran intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh *Chlorella* sp., meskipun pada batas minimal.

Suhu dari hasil pengukuran adalah antara 28-29,5 °C (Lampiran 05), nilai ini masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp.. Sutamiharja (1975) menyebutkan bahwa *Chlorella* sp. dapat hidup baik pada media kultur di dalam laboratorium dengan suhu 20–30 °C. Semakin bertambahnya suhu, maka salinitas atau kadar garam juga akan meningkat. Salinitas merupakan hal yang sangat penting bagi *Chlorella* sp. laut terutama dalam mempertahankan keseimbangan osmotik organisme tersebut ‰ dengan keadaan sekelilingnya. Pengukuran salinitas berkisar antara 24-26 yang masih ideal bagi fitoplankton laut yang menurut Sachlan (1980) adalah antara 25 – 35 ‰. Nilai pH hasil pengukuran adalah dalam kisaran 7,6 – 8,2 (Lampiran 05). Kisaran ini masih dapat ditoleransi oleh *Chlorella* sp. karena pH yang maksimal untuk *Chlorella* sp. adalah antara 7-8.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. dengan nutrisi kascing *Lumbricus rubellus* terdiri dari :
 - a. Fase adaptasi terjadi pada hari ke 1-2
 - b. Fase eksponensial dimulai pada hari ke 3 hingga puncak populasi pada hari ke 7
 - c. Fase pertumbuhan diperlambat dimulai pada hari ke 8
2. Perlakuan G dengan konsentrasi larutan kascing *Lumbricus rubellus* 1.000 mg/l adalah yang paling optimal dengan kepadatan sel *Chlorella* sp. 1.120.000 sel/ml.

7.2 Saran

1. Pemanenan *Chlorella* sp. dengan media larutan kascing *Lumbricus rubellus* dapat dilakukan pada hari ke 7 dengan masa inkubasi 12 hari.
2. Dalam air media larutan kascing *Lumbricus rubellus* perlu ditambahkan zat tambahan seperti EDTA dengan tujuan untuk mendukung metabolisme enzimatik dari populasi *Chlorella* sp.

3. Perlu dilakukan suatu penelitian lanjutan untuk meneliti kandungan Larutan kascing *Lumbricus rubellus* dalam media air laut di akhir penelitian sehingga dapat diduga konsumsi nutrien oleh *Chlorella* sp.
4. Perlu diujikan pengaruh Aqua Simba L. terhadap kepadatan populasi *Chlorella* sp. dalam kultur.



DAFTAR PUSTAKA

- Adisukrisno, S. 1980. Pedoman Pembenuhan Udang Galah. Direktorat Jenderal Perikanan. BBAP. jepara.
- Anonim. 1999. Aqua Simba L (laut). PT. Rekayasa Sumber Daya Hayati. Bandung.
- Bold, H. C. and J. Wynne. 1985. Introduction to The Algae. Prentice Hall. Inc. Engewood Cliffs. New Jersey.
- Burlew, L. S. 1976. Current Status of The Large Scale Culture From Laboratory of Pilot Plant. Caregie Inst. Of Washington Publ. 600. Washington DC.
- Critchley 1982. *Chlorella*. In Borowitzka and Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Australia.
- Erlina, A. dan Hastuti, W. 1986. Kultur Plankton. Balai Budidaya Air Payau. Jepara.
- Fogg, J. M. 1975. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Winsconsin Press. London.
- Fong, J. and Hewitt, P. 1999. Worm Composting Basics. Canadian Journal of Soil Science Vol 9 number 9 at <http://www.yahoo.com>.
- Fox, J. M. 1983. Intensive Algal Culture Techniques In : Mc Vey, J. P. and J. R. More (editor). CRC Handbook of Marine Culture Series, vol 1. Crustacean Aqua Culture. CRC Press Inc. Boca Rotan, Florida.
- Genter, R. B. 1996. Biotechnology of Inorganic Chemical Stress to Algae In Stevenson, J. R. (ed). Algae Ecology : Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press. California.
- Hastuti, W. 1988. Penyediaan Makanan Alami di Pembenuhan. Balai Budidaya Air Payau. jepara.

- Hastutiningsih, T. 1998. Kemampuan *Chlorella* sp. dalam Menurunkan Logam Seng (Zn) Air Laut pada Skala Laboratorium. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro. Semarang.
- Heryanto, E. 1996. Rancangan Percobaan pada Bidang Pertanian. PT. Trubus Agriwidya. Ungaran.
- Imamura. 1981. In Borowitzka and Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Australia.
- Indriani, Y. H. 1999(a). Membuat Kompos Secara Kilat. Majalah Trubus edisi Oktober 1999. Jakarta.
- Indriani, Y. H. 1999(b). Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Johnson, S. 1996. Composting System . Canadian Journal of Soil Science at http://www.indra.com/~topsoil/Compost_Systems.html
- Kendar. 1998. Pengaruh Air Laut dari Berbagai Lokasi di Perairan Jepara Sebagai Sumber Nutrien dalam Media Kultur Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kennish, J. M. 1992, Ecology of Estuaries : Anthropogenic Effects, Marine Science Series. CRC Press. London.
- Krauss. 1979. In Borowitzka and Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Australia.
- Kusrinah. 2001. Penurunan Logam Berat Kadmium (Cd) Air Laut oleh *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro. Semarang.
- Martosudarmo, B. dan Sabarudin, S. 1980. Makanan Hidup Larva Udang Penaid. Dirjen Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.

- McNaughton dan L. Wolf. 1990. Ekologi Umum edisi 2. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Metzler. 1977. *In* Borowitzka and Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Australia.
- Mujiman, A. 1984. Makanan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Odum, Eugene, E. 1998. Dasar-dasar Ekologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Oh-Hama, T, and S, Miyachi. 1988. *Chlorella*. *In* Borowitzka and Borowitzka 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Australia.
- Oh-Hama, T, and S, Miyachi. 1992. Microalgae Biotechnology. Scientific Publishing. New York.
- Prasetyohadi, T. 1997. Penurunan Kadar Logam Berat Cu pada Air Laut Setelah Pemberian Alga *Chlorella* sp.. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro. Semarang.
- Round, F. E. 1981. The Biology of The Algae. Edward Arnold. London.
- Sachlan. 1980. Planktonologi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Setyamidjaya, D. 1986. Pupuk dan Pemupukan. CV. Simplex. Jakarta.
- Sianipar, P. dan Sutomo. 1987. Budidaya Plankton dan Peranannya Dalam Perikanan. Puslitbang Oceanologi LIPI. Jakarta.
- Snow. 1998. Experimental Evidence for Casting's Effectiveness. Worm Digest's Online Articles <http://www.yahoo.com>. California.
- Suseno, D. 1976. Ganggang *Chlorella* Sebagai Bahan Pangan di Masa Mendatang. Warta Pertanian VI : 40. Departemen Pertanian. Jakarta.

- Sutamiharja, T. M. 1975. Penerapan *Chlorella* sp. dan Ganggang Lain Sebagai Penambah Bahan Makanan di Indonesia. Buletin Biokimia, Dep. Biokimia IPB. Bogor.
- Sverdrup. 1961 dalam Kendar. 1998. The Ocean, Their Physics, Chemistry and General Biology. Printed Hall Inc. Charles E. Title Company. Tokyo.
- Takahashi. 1973. In Borowitzka and Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Australia.
- Vashista, G. S. 1984. Botany for Degree Students Algae. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi.
- Volensky. 1979. Algal Products of Algae. Plenum Press. New York and London.
- Welch, E. B. and Likens. 1993. Ecological Effects of Waste Water. Cambridge University Press. Cambridge.



LAMPIRAN



Lampiran 01. Kepadatan Populasi *Chlorella* sp. Selama Penelitian Pendahuluan ($\times 10^4$ sel/ml)

perlakuan hari ke	A (0 mg/l) rerata	B (1 mg/l) rerata	C (10 mg/l) rerata	D (100 mg/l) rerata	E (1.000 mg/l) rerata	F (10.000mg/l) rerata	G (100.000 mg/l) rerata
1	15.00	13.33	10.00	18.33	33.33	31.67	30.00
2	10.00	16.67	20.00	23.33	25.00	31.67	45.00
3	13.33	28.33	21.67	21.67	26.67	21.67	28.33
4	25.00	35.00	23.33	26.67	33.33	30.00	56.67
5	53.33	95.00	90.00	73.33	96.67	56.67	85.00
6	40.00	175.00	53.33	93.33	191.67	68.33	166.67
7	36.67	81.67	73.33	186.67	206.67	116.67	206.67
8	71.67	121.67	56.67	213.33	220.00	43.33	200.00
9	50.00	113.33	111.67	203.33	323.33	158.33	243.33
10	200.00	365.00	145.00	288.33	315.00	200.00	220.00
11	161.67	333.33	198.33	301.67	395.00	175.00	190.00
12	203.33	413.33	291.67	281.67	423.33	200.00	160.00
13	176.67	113.33	195.00	276.67	278.33	130.00	140.00

Lampiran 02. Kepadatan Populasi *Chlorella* sp. Selama Penelitian Utama ($\times 10^4$ sel/ml)

perlakuan hari ke	A (100 mg/l) rerata	B (250 mg/l) rerata	C (400 mg/l) rerata	D (550 mg/l) rerata	E (700 mg/l) rerata	F (850mg/l) rerata	G (1000 mg/l) rerata	KT (pembanding) rerata
1	11.67	11.67	14.67	16.67	15.67	15.33	16.33	21.67
2	12.67	14.00	15.00	15.33	16.33	16.33	17.33	21.67
3	21.00	23.00	33.00	25.00	35.00	32.00	37.00	50.00
4	31.67	35.00	37.00	40.00	40.00	40.00	45.00	55.00
5	36.33	35.33	43.33	45.67	47.67	50.67	54.00	65.67
6	45.33	46.33	55.00	57.33	60.33	80.00	89.00	117.67
7	49.33	45.33	64.00	76.00	75.67	88.67	112.00	135.00
8	41.00	42.33	60.33	67.67	68.00	73.67	107.33	137.67
9	35.67	37.67	38.33	38.67	45.33	41.67	83.67	104.33
10	27.67	27.67	25.33	32.67	38.33	34.67	66.33	87.33
11	18.33	16.00	16.00	21.67	26.67	25.33	28.67	31.67
12	22.67	20.33	15.67	15.00	13.00	32.00	31.33	13.33



Lampiran 03. Data Perlakuan, Tabel ANOVA (5 %) dan Uji Duncan pada puncak populasi hari ke 8 Penelitian Pendahuluan

Data Perlakuan

Observasi (Ulangan)	PERLAKUAN							total
	A	B	C	D	E	F	G	
	65	120	70	195	275	40	180	
	75	115	45	195	150	45	200	
	75	130	55	250	235	45	220	
total	215	365	170	640	660	130	600	2780
rata-rata	107.5	182.5	85	213.333	220	65	200	153.3333

Analisis ANOVA dengan Excel 2000

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	215	71.66667	33.33333
Column 2	3	365	121.6667	58.33333
Column 3	3	170	56.66667	158.3333
Column 4	3	640	213.3333	1008.333
Column 5	3	660	220	4075
Column 6	3	130	43.33333	8.333333
Column 7	3	600	200	400

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	108797.6	6	18132.94	22.10692	2.19E-06	2.847727
Within Groups	11483.33	14	820.2381			
Total	120281	20				

Uji Duncan pada Data Perlakuan

hari ke 8		81.47577	85.50922	87.92929	89.54268	90.61826	91.15606	
	F	65	85	107.5	182.5	200	213.333	220
	F	0	20	42.5	117.5*	135*	148.333*	155*
	C	85	0	22.5	97.5*	115*	128.333*	135*
	A	107.5		0	75	92.5*	105.833*	112.5*
	B	182.5			0	17.5	30.833	37.5
	G	200				0	13.333	20
	D	213.3333					0	6.6666667
	E	220						0

Ket : * berbeda nyata

p	2	3	4	5	6	7
rp	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39
Rp=rp.Sy	81.475768	85.509222	87.929294	89.542676	90.618263	91.156057
Sy	26.889692					

Lampiran 04. Data Perlakuan, Tabel ANOVA (5 %) dan Uji Duncan pada puncak populasi hari ke 7 Penelitian Utama

Data Perlakuan

Observasi (Ulangan)	PERLAKUAN							total
	A	B	C	D	E	F	G	
	49	46	64	75	75	89	111	
	50	45	63	76	76	88	112	
49	45	65	77	76	89	113		
total	148	136	192	228	227	266	336	1533
rata-rata	49.3333	45.3333	64	76	75.6667	88.6667	112	73

Analisis ANOVA dengan Excel 2000

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	148	49.33333	0.333333
Column 2	3	136	45.33333	0.333333
Column 3	3	192	64	1
Column 4	3	228	76	1
Column 5	3	227	75.66667	0.333333
Column 6	3	266	88.66667	0.333333
Column 7	3	336	112	1

Tabel ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	9567.333	6	1594.556	2575.821	1.79E-20	2.847727
Within Groups	8.666667	14	0.619048			
Total	9576	20				

Uji Duncan pada Data Perlakuan

hari ke 7		B	A	C	E	D	F	G
	rerata	45.33333	49.33333	64	75.66667	76	88.66667*	112
B	45.33333	0	4*	18.667*	30.333*	30.667*	43.333*	66.667**
A	49.33333		0	14.667*	26.333*	26.667*	39.333*	62.667**
C	64			0	11.667*	12*	24.667*	48**
E	75.66667				0	0.3333333	13*	36.333**
D	76					0	12.667*	36**
F	88.66667						0	23.333**
G	112							0

Ket : * berbeda nyata ; ** sangat berbeda

p	2	3	4	5	6	7
rp	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39
Rp=rp.Sy	1.376398	1.4445365	1.4854196	1.512675	1.5308453	1.5399304
Sy	0.4542568					

Lampiran 05. Kisaran Hasil Pengukuran Faktor Fisik Kimia Air Media

Tahap penelitian	Kisaran nilai pengukuran				
	pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Intensitas cahaya (lux)
Uji Pendahuluan	7,6-8,3	5-7,6	28-30	24-26	3100
Uji Utama	7,6-8,2	5,25-8,15	28-29,5	24-26	3100





BALAI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN

JALAN POLOWIJAN NO. 11, TELP. (0274) 376288, FAX. 384637, YOGYAKARTA 55133

Lampiran 06 : Hasil analisis pengukuran kandungan larutan kascing *Lumbricus rubellus* (BTKL Yogyakarta)

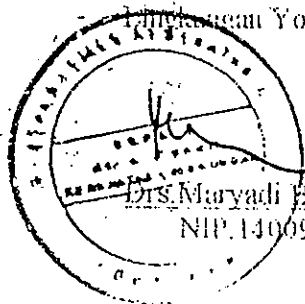
PEMERIKSAAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA

Jenis sampel : Larutan
Asal sampel :
Dikirim oleh : Andika Yudha Permana, Mhs.Fak.Biologi UNDIP Semarang.
Diambil oleh : Andika Yudha Permana Mhs.Fak.Biologi UNDIP Semarang
Tgl.Pengambilan/penerimaan. 24-6-2001/25-6-2001
No.lab. : 5921 F
5921 F : Sampel Larutan Kascing

Parameter	Satuan	Hasil analisa
		5921 F
P. Total	mg/l	td
K Total	mg/l	8,1239
Mg Total	mg/l	td
Zn	mg/l	td
Ca Total	mg/l	td
Cu	mg/l	td
Fe	mg/l	0,726

Yogyakarta, 17 Juli 2001

Mengetahui
Kepala Balai Teknik Kesehatan
Lingkungan Yogyakarta



Dis. Maryadi Broto Suwandi MS
NIP.140093408

Koordinator Lab.Kimia Fisika
Zat Padat dan Cair

Ir. Sigit Bernowo
NIP.140129859



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN R. I.
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI DAN PERDAGANGAN
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
 LABORATORIUM PENGUJIAN LIMBAH DAN LINGKUNGAN DAN ANEKA KOMODITI
 Jl. Ki Mangunsarkoro No..6, Telp. (024) 8316315, Fax. 8414811, Tromol Pos 829
 SEMARANG - 50136

Lampiran 07 : Hasil analisis pengukuran kandungan larutan kascing *Lumbricus rubellus* (BPPI Semarang)

F.13/01/01

Halaman : 1 dari 1
 Page :

LAPORAN PENGUJIAN
REPORT OF ANALYSIS

Nomor Contol / Sample Number : 856. 2001 / BA. 252

Jenis contoh / Material : Larutan Casting

Cap/Kode / Merk/Code : ..

Parameter / Parameters : ---

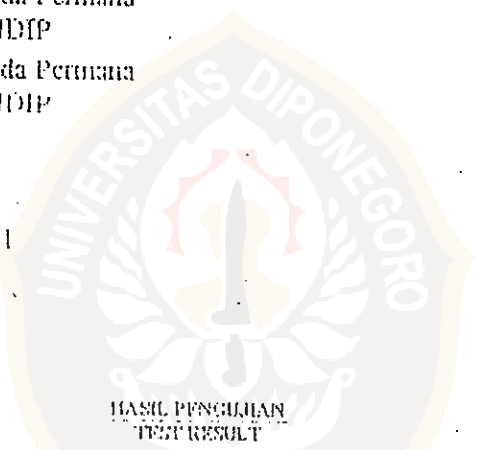
Asal Contol / Sample's origin : Andika Yuda Permama
 Biologi UNDIP

Dibuat Untuk / Executed for : Andika Yuda Permama
 Biologi UNDIP

Tgl. Pengambilan Contol / Sample taken on : ..

Tgl. Penerimaan Contol / Sample received on : 28 Juli 2001

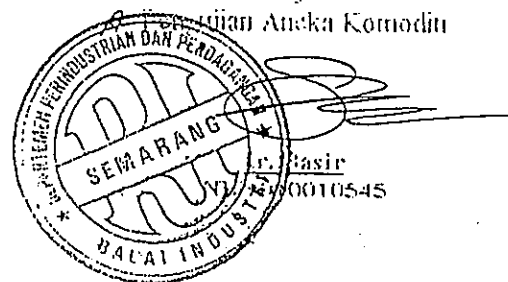
Kemasan / Packing : ..



HASIL PENGUJIAN
 TEST RESULT

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1.	Total N	mg/g	25	Makro Kjeldahl / Kjeltoc

Semarang, 12 Juli 2001
 A. n. Manajer Teknik
 Pengujian Aneka Komoditi



It is prohibited to copy/and/or to publish all/partly of this report without permission of Semarang Institute for Industrial Research and Development. This test result refers to the tested sample only.