

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK CAIR LIMBAH BREM DENGAN DOSIS
YANG BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN *Chaetoceros gracillis***

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh:

SEPTALIA SUSIANA R

NIM. 105080113111009



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK CAIR LIMBAH BREM DENGAN
DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN *Chaetoceros gracillis***

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh:

SEPTALIA SUSIANA R

NIM. 105080113111009



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK AIR LIMBAH BREM DENGAN DOSIS
YANG BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN *Chaetoceros gracillis***

Oleh :

SEPTALIA SUSIANA R

NIM. 105080113111009

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 21 April 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Ir. Supriatna, M.Si)
NIP. 1964515 199003 1 003
Tanggal: _____

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

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(Ir. Herwati Umi S, MS)
NIP. 19520402 198003 2 001
Tanggal: _____

(Ir. Putut Widjanarko,MP)
NIP. 19540101 198303 1 006
Tanggal: _____

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP.19620805 198603 2 001
Tanggal: _____

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga 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 kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Mei 2015
Mahasiswa

Septalia Susiana R
Nim 105080113111009

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Limbah Cair Brem dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chaetoceros gracillis***. Tak lupa penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada”

1. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang telah memberikan pelayanan sehingga Praktek Kerja Lapang ini dapat berjalan lancar.
2. Ibu Prof.Dr.Ir. Endang Yuli H, MS dan Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP sebagai pembimbing, yang dengan kebaikkan hati memotivasi dan membimbing dalam penyelesaian laporan ini.
3. Bapak Ir. Supriatna, M.Si dan Ibu Ir. Herwati Umi S, MS selaku penguji yang telah memberikan saran untuk memperbaiki laporan ini.
4. Kepada kedua orang tua, mama dan papa serta adik yang selalu memberikan dukungan serta doa tanpa pamrih.
5. Kepada mas Setiyo Ari Andriawan selaku Calon Suamiku yang selalu menemani dan memberi semangat dalam menyelesaikan laporan ini. Kamu istimewa Sayang 😊
6. Sahabat seperjuangan saidah shoviyah, Lenny, Alfiani, Rr, Roland mas dika yang selalu ada memberi bantuan dan memotivasi untuk dapat menyelesaikan laporan ini.
7. Sahabat Huru Haraku Juma’ati dan Puput yang selalu menghibur ketika emosi telah memuncak dan memeberi pinjaman dana ketika print sudah mulai ngadat. Hahaha..
8. Bapak dan Ibu Laboran yang banyak membantu melancarkan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Malang, 25 Juli 2013

Penulis

RINGKASAN

Septalia Susiana R. Skripsi. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Brem dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. (Dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H, MS.** dan **Ir. Putut Widjanarko, MP.**)

Seiring dengan perkembangan zaman, semakin banyak industri pangan yang bersaing untuk memenuhi kebutuhan konsumennya dengan cara memberikan hasil atau produk yang terbaik. Selain memberikan manfaat, industri dalam bidang pangan seperti halnya industri brem tersebut juga memberikan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi karena adanya pengolahan limbah yang kurang baik sehingga dapat membahayakan kesehatan bagi masyarakat yang berada di sekitar lokasi industri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan limbah industri brem sebagai alternatif penggunaan pupuk organik cair dalam upaya meningkatkan kelimpahan *Chaetoceros gracillis*.

Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Tersarang dengan 5 perlakuan serta 3 kali ulangan. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemberian Limbah cair industri brem sebagai pupuk organik cair terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. Dengan pemberian dosis yang berbeda berdasarkan kandungan N yang diperlukan plankton secara optimal yaitu : A (0,5 mg/l), B (1 mg/l), C (1,5 mg/l), D (2 mg/l). Penggunaan dosis dengan nilai (0,5 mg/l), (1 mg/l), (1,5 mg/l), (2 mg/l) ini mengacu pada penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelumnya. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui dosis terbaik yang akan digunakan pada saat penelitian inti. Penggunaan dosis dengan nilai (0,5 mg/l), (1 mg/l), (1,5 mg/l), (2 mg/l) ini mengacu pada penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelumnya. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui dosis terbaik yang akan digunakan pada saat penelitian inti.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil dua macam sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil terdiri dari kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. serta parameter kualitas air yang meliputi pH, suhu, DO, salinitas, nitrat, pospat.

Hasil penelitian diperoleh sebagai berikut bahwa jumlah kelimpahan tertinggi selama penelitian adalah pada perlakuan D= 1675,2 sel/ml (pemberian dosis 2,0 ml/L) diikuti oleh perlakuan C= 1664,5 sel/ml (pemberian dosis 1,5 ml/L), kemudian perlakuan B= 1361,1 sel/ml (1,0 ml/l), perlakuan A= 1135,7 sel/ml (0,5 ml/l) dan kemudian control = 989,1 sel/ml (tanpa pemberian limbah). Dari hasil juga dapat diketahui bahwa pemberian dosis yang sesuai dengan pertumbuhan *Chaetoceros gracillis* menghasilkan kelimpahan yang tinggi pula.

Dari hasil uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair dari limbah brem berpengaruh nyata terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. Hal ini dapat dilihat dari F hitung (257,4499) > Ftabel 5% (3,56) > 1% (2,48), berarti H1 diterima yang artinya diduga dengan pemberian pupuk organik limbah cair brem dengan pemberian dosis yang berbeda mempengaruhi perbedaan pertumbuhan *Chaetoceros gracillis*

Kisaran parameter kualitas air pada media percobaan yaitu suhu (28,0 30,9 °C), pH (7,03-8,45), DO (6,04-7,23 ppm), salinitas (30-34 ppt), nitrat (0,50-1,21 ppm), dan fosfat (0,26-1,00 ppm) hasil yang diperoleh dapat dikatakan masih dalam kondisi yang baik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Brem Dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chaetoceros gracillis*.” ini dapat terselesaikan. Laporan Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Dalam penyusunan laporan ini kami menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan tepatan, oleh sebab itu segala kritik dan saran yang membangun penulis diterima dengan senang hati.

Semoga laporan ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi yang membacanya. Amin.

Malang, Juni 2014

Penulis,

Septalia Susiana R

DAFTAR ISI

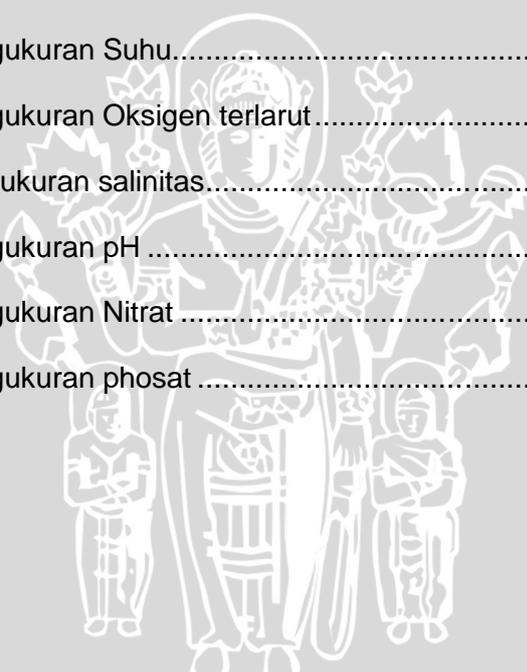
JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINILITAS.....	vi
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesa.....	5
1.5 Kegunaan.....	5
1.6 Tempat dan Waktu.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Klasifikasi <i>Chaetoceros gracillis</i>	6
2.2 Reproduksi <i>Chaetoceros gracillis</i>	7
2.3 Pertumbuhan <i>Chaetoceros gracillis</i>	8
2.4 Kegunaan <i>Chaetoceros gracillis</i>	10
2.5 Silika	10
2.6 Limbah Industri.....	11
2.7 Ampas Brem	12
2.8 Proses Pembuatan Brem	13
2.9 Pemupukan.....	14
2.10 Pupuk organik	15
2.11 Parameter Kualitas Air	16
2.11.1 Salinitas.....	17
2.11.2 pH.....	17
2.11.3 Suhu.....	18
2.11.4 DO.....	18
2.11.5 Phospat	19
2.11.6 Nitrat.....	19
3. MATERI DAN METODE.....	20
3.1 Materi penelitian.....	20
3.2 Metode penelitian.....	20
3.3 Alat dan Bahan.....	21
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.5 Rancangan Penelitian	21
3.6 Prosedur Penelitian	23
3.6.1 Sterilisasi Air Laut.....	25
3.6.2 Persiapan Penelitian.....	25

3.6.3 Pelaksanaan Penelitian	26
3.7 Pengukuran dan Parameter Kualitas Air	28
3.7.1 Salinitas	28
3.7.2 pH	28
3.7.3 Suhu	29
3.7.4 DO	29
3.7.5 Phospat.....	30
3.7.6 Nitrat	31
3.8 Analisa Data	32
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Kelimpahan <i>Chaetoceros gracillis</i>	34
4.2 Parameter Kualitas Air	39
4.3 Pembahasan Umum.....	46
5. PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN	51



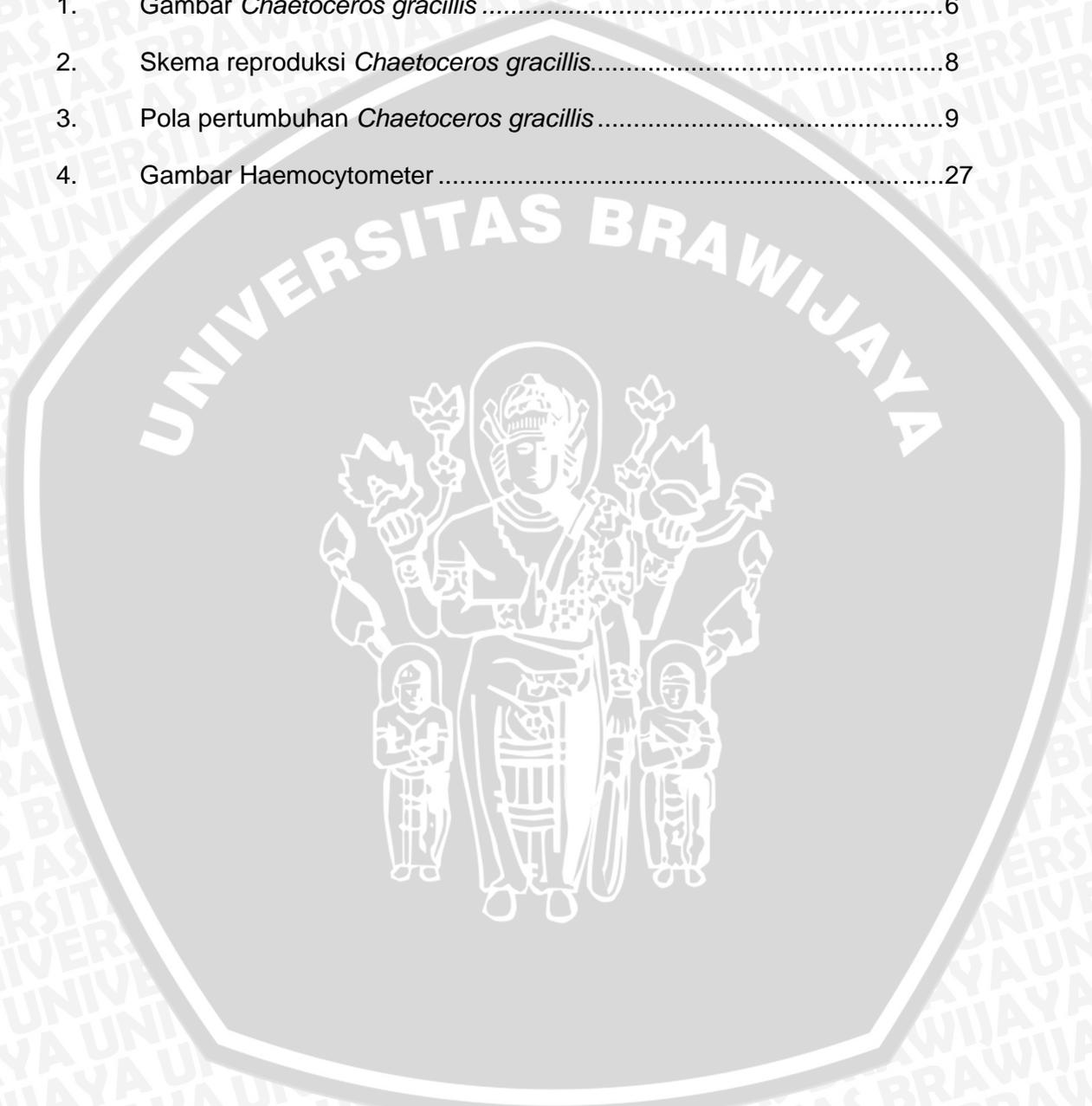
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil analisa uji N, P, K, C	12
2. Hasil uji peroksimat	13
3. Perlakuan dosis limbah cair	23
4. Analisa Ragam	32
5. Kelimpahan rata-rata	34
6. Daftar analisa	35
7. Uji BNT	35
8. Data Hasil pengukuran Suhu	40
9. Data Hasil pengukuran Oksigen terlarut	41
10. Data hasil pengukuran salinitas	42
11. Data Hasil pengukuran pH	43
12. Data Hasil pengukuran Nitrat	44
13. Data Hasil pengukuran phosat	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar <i>Chaetoceros gracillis</i>	6
2. Skema reproduksi <i>Chaetoceros gracillis</i>	8
3. Pola pertumbuhan <i>Chaetoceros gracillis</i>	9
4. Gambar Haemocytometer	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
5. Hasil pengukuran Suhu.....	52
6. Hasil pengukuran DO.....	53
7. Hasil pengukuran Salinitas.....	53
8. Hasil pengukuran pH.....	54
9. Hasil pengukuran Nitrat.....	55
10. Hasil pengukuran fosfat.....	55
11. Alat dan Bahan yang digunakan.....	56
12. Hasil Perhitungan kelimpahan Plankton.....	57
13. Perhitungan Perhitungan.....	58



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, semakin banyak industri pangan yang bersaing untuk memenuhi kebutuhan konsumennya dengan cara memberikan hasil atau produk yang terbaik. Selain memberikan manfaat, industri dalam bidang pangan seperti halnya industri brem tersebut juga memberikan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi karena adanya pengolahan limbah yang kurang baik sehingga dapat membahayakan kesehatan bagi masyarakat yang berada di sekitar lokasi industri.

Penanganan, pencegahan, dan pemanfaatan limbah industri perlu digalakkan, agar limbah tidak menyebabkan polusi udara serta tidak ramah lingkungan dapat diatasi dengan baik. Hal yang terpenting dalam penanganan, pencegahan, dan pemanfaatan limbah tersebut mempunyai prinsip menangani masalah limbah tanpa menimbulkan masalah limbah baru yang berdampak negatif pada lingkungan (Yuliana dan Fitri, 2009).

Pada dasarnya kegiatan suatu industri adalah mengolah masukan (input) menjadi keluaran (output). Keluaran yang dihasilkan suatu industri adalah berupa produk yang diinginkan beserta limbah. Limbah dapat bernilai ekonomis jika diperlakukan dengan cara-cara tertentu sehingga dapat dimanfaatkan dalam hal tertentu seperti penggunaan limbah sebagai pupuk. Limbah ini dikeluarkan melalui media udara, air dan tanah yang merupakan komponen ekosistem alam.

Limbah merupakan buangan atau sesuatu yang tidak terpakai, dapat berbentuk cair, gas dan padat. Limbah yang dikeluarkan oleh suatu industri tidak semuanya merugikan tetapi limbah ini juga bermanfaat bilamana diperlakukan pengelolaan secara tepat. Dilihat dari kandungan limbah dapat digunakan

sebagai sumber unsur hara sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan fitoplankton. Limbah cair industri brem merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan. Industri brem banyak mengandung bahan organik dan padatan terlarut. Limbah brem adalah salah satu limbah produksi yang memiliki kandungan organik tinggi, karena dalam limbah brem terdapat unsur hara makro dan mikro, sehingga limbah brem memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik.

Brem padat adalah salah satu makanan hasil fermentasi yang banyak diusahakan di daerah Madiun Jawa Timur. Brem padat adalah salah satu bentuk fermentasi dari beras ketan oleh khamir yang dikeraskan. Brem padat kaya akan kalori dan merupakan makanan khas yang mudah hancur saat dimakan. Kandungan brem padat terbanyak adalah gula, pati terlarut dan asam laktat (Armeinachevana, 2012). Selanjutnya dikutip dari artikel Suara Fraksi Kabupaten Madiun (2012), bahwa selama ini dari ampas brem hanya untuk pakan ternak dimana nilai ekonomisnya minim sehingga warga Madiun berinisiatif untuk mengolah limbah brem sebagai bahan pembuatan bioetanol dan pupuk organik sehingga dengan hal tersebut mampu meningkatkan nilai ekonomis dari limbah brem dan mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah brem secara sembarangan oleh masyarakat.

Pupuk organik sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik dan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan (Simanungkalit et al, 2006).

Mikroalga merupakan sumber daya hasil perairan yang mempunyai manfaat cukup besar, diantaranya memiliki kandungan PUFA yang tinggi dan

juga mempunyai komponen aktif. Mikroalga sering dimanfaatkan sebagai sumber makanan bagi beberapa jenis larva udang dan beberapa spesies ikan. Salah satu mikroalga yang berpotensi untuk dikembangkan adalah *Chaetoceros sp.* *Chaetoceros sp* adalah jenis mikroalga yang banyak terdapat di perairan Indonesia, sehingga menjadi salah satu potensi yang bisa dikembangkan. Selama ini *Chaetoceros sp* sering dimanfaatkan untuk pakan karena kandungan protein, karbohidrat, dan asam lemaknya yang cukup tinggi untuk pertumbuhan larva (Sutomo, 2005).

Chaetoceros sp adalah salah satu spesies diatom. Diatom (kelas Bacillariophyceae) berbentuk uniseluler, walaupun demikian terdapat berbagai spesies yang berkelompok dan membentuk koloni seperti rantai. Sel diatom tertutup oleh dinding sel yang terbuat dari silikat, bahan yang keras seperti gelas. Diatom sangat penting di perairan terbuka, berperan sebagai produsen utama di daerah beriklim sedang dan kutub (Castro dan Huber, 2007). Salah satu spesies dari *Chaetoceros* yaitu *Chaetoceros gracilis* yang juga disebut sebagai *golden-brown mikroalgae* karena kandungan pigmen dalam tubuhnya lebih banyak pigmen kuning daripada pigmen hijau. Apabila pada perairan tertentu populasi mikroalga ini padat, maka perairan tersebut akan terlihat berwarna coklat muda (Ermayanti, 2011).

Untuk menyediakan unsur hara melalui pemupukan untuk penelitian ini digunakan limbah dari ampas brem karena ampas brem memiliki kandungan unsur hara N= 28,38 ppm, P= 8,77 ppm, C= 0,029 % dan Si 0,75 %. Unsur hara yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan *Chaetoceros sp* diantaranya adalah seperti N, dan P yang dapat meningkatkan kenaikan jumlah sel, Kandungan unsur kimia dalam ampas brem dapat memenuhi kebutuhan unsur makro dan mikro *Chaetoceros sp*. Oleh karena itu ketersediaan unsur hara yang ada pada pupuk organik yang berasal dari limbah ampas brem mendasari

dilakukan penelitian ini sehingga diharapkan dapat menjadi acuan bermanfaat bagi pengelolaan limbah industri sebagai pupuk organik yang baik dalam pembudidayaan *Chaetoceros* sp.

1.2 Rumusan Masalah

Perkembangan dunia industri tidak hanya memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat tetapi juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar akibat tidak terkelolanya limbah industri dengan baik. Dampak negatif itu salah satunya adalah pencemaran lingkungan. Ampas brem merupakan salah satu limbah industri yang pengelolaannya belum optimal, sebenarnya ampas brem memiliki kandungan bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik. Pupuk organik sendiri merupakan pupuk yang berasal dari alam yang memiliki kandungan unsur hara baik mikro maupun makro yang lengkap sehingga baik bagi pertumbuhan tanaman kelas tinggi maupun rendah seperti fitoplankton. *Chaetoceros* sp adalah salah satu jenis dari fitoplankton yang memiliki potensi yang tinggi untuk dikembangkan karena kandungan gizinya yang lengkap. Berdasarkan rumusan masalah diatas adanya pertanyaan sebagai berikut :

- Adakah pengaruh pemberian pupuk organik cair brem dengan dosis yang berbeda terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan limbah industri brem sebagai alternatif penggunaan pupuk organik cair dalam upaya meningkatkan kelimpahan *Chaetoceros gracillis*.

1.4 Hipotesa

H0 : Diduga pemberian pupuk organik limbah ampas brem dengan perbedaan dosis tidak menunjukkan perbedaan terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*

H1 : Diduga pemberian pupuk organik limbah ampas brem dengan perbedaan dosis menunjukkan perbedaan terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*

1.5 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini, diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut: dapat memberi informasi, menambah pengetahuan dan wawasan tentang pemanfaatan limbah cair industri brem sebagai pupuk organik cair. Sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan ataupun penelitian lebih lanjut tentang pengaruh limbah cair industri brem sebagai pupuk organik cair terhadap populasi *Chaetoceros gracillis*. Sebagai informasi dan referensi mengenai pemanfaatan limbah sebagai pupuk alami.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015 dengan melakukan eksperimen di Laboratorium Hidrobiologi serta laboratorium Nutrisi dan pakan alami ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Sedangkan Penelitian terhadap kandungan ampas brem dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi *Chaetoceros gracilis*

Menurut Bold & Wayne (1985) Klasifikasi *Chaetoceros gracilis* adalah sebagai berikut:

- Filum : Chrysophyta
- Kelas : Bacillariophyceae
- Ordo : Centricae
- Subordo : Biddulphioideae
- Famili : Chaetoceraceae
- Genus : *Chaetoceros*
- Spesies : *Chaetoceros gracilis*



Gambar 1. *Chaetoceros gracilis* (Dokumen Pribadi pembesaran 400x)

Chaetoceros gracilis merupakan jenis dari marga *Chaetoceros* dan termasuk divisi Bacillariophyta. Bacillariophyta biasa dikenal dengan nama diatom, mikroalga ini mudah dikenali karena selnya dilindungi semacam kapsul gelas dan tidak memiliki pergerakan yang jelas. Bagian yang hidup dari diatom tinggal di dalam kotak yang tersusun dari silikon oksida (SiO_2). Hidup dari *Chaetoceros gracilis* adalah uniseluler dan memiliki septa (Setiawati, 2009).

Chaetoceros gracilis merupakan salah satu anggota dari genus *Chaetoceros*, Secara morfologi merupakan diatom tunggal dengan bentuk sel sentries. Sel-selnya membentuk rantai atau koloni hingga panjangnya mencapai

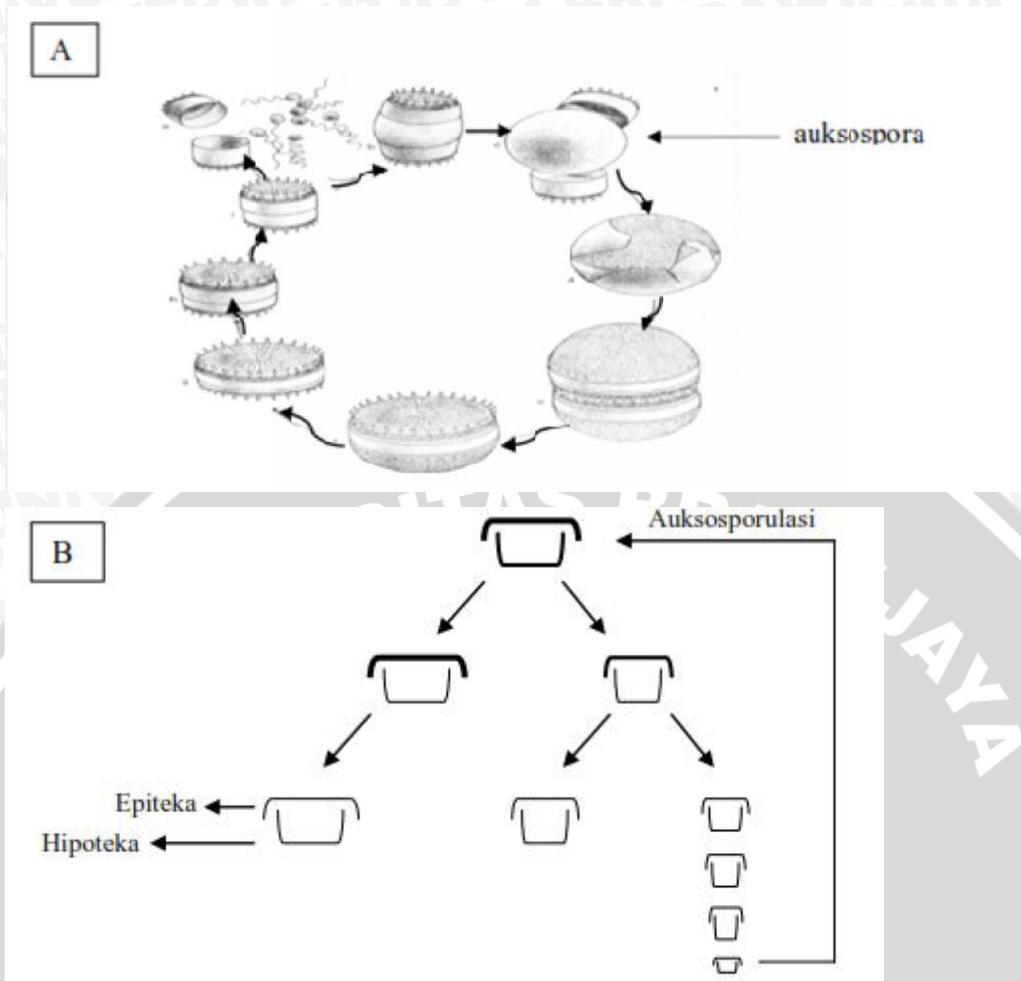
200 μm . *Chaetoceros* yang ditemukan di perairan Indonesia umumnya berukuran 3 - 30 μm , bentuk bulat berdiameter 4 – 6 μm atau berbentuk segi empat dengan ukuran 8-12 x 7-18 μm (Pratiwi, 2010).

Chaetoceros gracilis merupakan mikroalga yang memiliki dinding sel yang dibentuk dari silika. Karotenoid merupakan pigmen yang dominan pada *Chaetoceros gracilis*. Kisaran salinitas 17-30 ppt merupakan salinitas optimal untuk pertumbuhannya (Ermayanti, 2011). Temperatur yang cocok adalah 25 - 30°C, pada suhu 40°C masih dapat bertahan hidup namun tidak berkembang, sehingga *Chaetoceros gracilis* merupakan diatom yang bersifat eurytermal. Daerah penyebarannya meliputi muara sungai, pantai, dan laut pada daerah tropis dan subtropis (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.2 Reproduksi *Chaetoceros gracilis*

Reproduksi diatom dapat terjadi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual adalah reproduksi yang umum untuk diatom. Reproduksi aseksual terjadi melalui pembelahan sitoplasma dalam frustule, kemudian epiteka induk akan menghasilkan hipoteka yang baru dan hipoteka yang lama akan menjadi epiteka yang menghasilkan hipoteka baru pada anaknya dan seterusnya.

Reproduksi aseksual ini akan menghasilkan ukuran sel yang semakin kecil. Ketika ukurannya mencapai minimum, selanjutnya akan dikompensasi dengan tumbuhnya auksospora (expandable zygote cell) berukuran besar yang akan membelah dan menghasilkan sel baru berukuran besar. Pembentukan auksospora atau auksosporulasi merupakan bagian dari fase reproduksi seksual yakni melahirkan kembali ke ukuran semula (original size) melalui reproduksi seksual. Skema mekanisme reproduksi aseksual pada mikroalga dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :

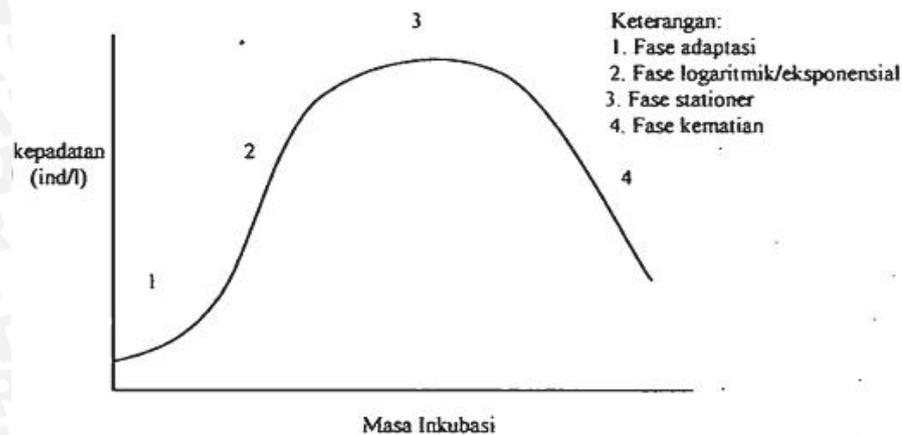


Gambar 2. Skema Reproduksi *Chaetoceros gracilisp* (Pratiwi, 2010)

Perkembangbiakan *Chaetoceros* pada umumnya dengan pembelahan sel. Sebuah sel induk akan terbelah menjadi dua sel anak. Sel anak yang mendapat bagian tutup kotak, besarnya akan sama seperti induknya. Sementara sel anak yang mendapat dasar kotak, akan lebih kecil dari sel induknya.

2.3 Pertumbuhan *Chaetoceros sp*

Pertumbuhan *Chaetoceros* dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Kurva pertumbuhan mikroalga disajikan pada Gambar 3. berikut :



Gambar 3. Pola pertumbuhan *Chaetoceros sp* (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

1. Fase Persiapan Pertumbuhan atau Adaptasi

Pada fase ini medium diinokulasikan dengan organisme. Kondisi pada awal biasanya berbeda dengan lingkungan sebelumnya. Organisme sering tidak mudah beradaptasi dengan lingkungan baru dan mungkin menjadi tidak nyaman. Selama pada fase adaptasi atau fase lag ini, kultur alga menyesuaikan diri terhadap kondisi, laju pertumbuhan lebih rendah dan akan meningkat dengan waktu kultivasi. Sel menjadi sensitif terhadap suhu atau perubahan lingkungan.

2. Fase Logaritmik atau Eksponensial

Fase ini diawali dengan pembelahan sel dan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal

3. Fase Stationer

Pertumbuhan mengalami penurunan dibandingkan dengan fase eksponensial. Laju reproduksi sama dengan laju kematian. Sehingga penambahan dan pengurangan jumlah sel relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan alga tersebut tetap.

4. Fase Kematian

Laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksinya. Jumlah sel pun menurun.

2.4 Kegunaan *Chaetoceros sp*

Mikrolaga *Chaetoceros gracilis* banyak digunakan untuk aktivitas budidaya laut yaitu sebagai pakan udang dan sebagai produsen primer di lingkungan perairan laut (Setiawati, 2009). Kelebihan lain dari mikroalga ini disamping pemeliharanya mudah juga memiliki nilai nutrisi yang tinggi. Menurut Suyono dan Haryadi (2006), *Chaetoceros sp.* adalah mikroalga yang memiliki potensi tinggi sebagai penghasil senyawa-senyawa kimia bernilai ekonomi tinggi seperti asam lemak omega.

Mikroalga ini memiliki banyak potensi dan manfaat, antara lain sebagai pakan alami larva udang (Kurniawati, 2006). Menurut Bang *et al.* (2004), *C.muelleri a.k.a C. gracilis* memiliki kandungan vitamin B2 dan vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikroalga laut lainnya. Selain itu juga memiliki kandungan n-3 (*High Unsaturated Fatty Acid*) HUFA yang tinggi dan sangat esensial untuk larva ikan laut. Manfaat lain yang dimiliki oleh mikroalga ini ialah berperan dalam pengendalian kualitas air.

2.5 Silika

Silikon (Si) merupakan salah satu unsur yang terdapat pada kerak bumi secara melimpah. Di alam silikon tidak ditemukan dalam bentuk element bebas, melainkan berikatan dengan oksigen dan elemen lain. Silikon banyak ditemukan dalam bentuk silika (SiO_2). Silika tidak larut dalam air maupun asam dan biasanya dalam bentuk koloid. Silika terdapat pada hampir semua batuan dan mudah mengalami pelapukan. Sumber alami silika adalah mineral kuarsa.

Silikon termasuk salah satu unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Beberapa alga terutama diatom (*Bacilliarophyta*), membutuhkan silika untuk pembentukan dinding sel. Biota perairan tawar misalnya sponge, membutuhkan silika untuk pembenukan spikul (Effendi, 2003).

Perairan tawar alami memiliki kandungan silika kurang dari 5 mg/l. Sungai dan danau memiliki kandungan silika 5 – 25 mg/l. Pada perairan payau dan laut kadar silika memiliki 1000-4000 mg/l (Cole,1988).

2.6 Limbah Industri

Menurut Undang-undang RI No.5 Tahun 1984 tentang perindustrian, industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan atau barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya. Industri merupakan salah satu penopang perekonomian daerah. Keberadaan industri di suatu wilayah dapat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat setempat. Namun akibat adanya proses industri, maka industri tersebut akan mengeluarkan hasil sampingan berupa limbah. Limbah apapun seharusnya tidak menjadi masalah jika dikelola dengan baik tetapi apabila karena berbagai keterbatasan maka limbah tersebut tidak dikelola maka cepat atau lambat tentu akan menimbulkan masalah seperti halnya limbah yang dihasilkan pada industri brem (Putero dan Dhani, 2008).

Limbah industri adalah bahan sisa yang dikeluarkan akibat proses industri. Dalam industri pengolahan hasil pertanian dihasilkan bahan berupa limbah padat atau cair. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa limbah industri hasil pertanian dapat digunakan sebagai pupuk organik yang dapat memperbaiki kesuburan dan produktivitas tanah serta perairan. Pupuk organik sangat berguna untuk memperbaiki sifat-sifat kimia, fisik, dan biologi tanah karena tidak hanya mengandung unsur hara makro tetapi juga mikro (Anwar dan Suganda, 2006). Komponen utama limbah padat adalah bahan organik, yang sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu alternatif pemanfaatannya yaitu dibuat sebagai pupuk organik (Rina et al., 2002).

2.7 Ampas Brem

Ampas sisa pengepresan tape ketan merupakan limbah dari pengolahan brem. Menurut Winarno (1993), limbah brem tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam pengolahan brem akan diperoleh sari tape (cairan tape) sebanyak 75% dari berat tape, sedangkan limbah ampasnya sebesar 25%. Hingga saat ini, limbah brem tersebut masih dimanfaatkan sebagai makanan ternak. Tetapi sebagian besar masih dibuang begitu saja sehingga bisa menimbulkan masalah pada lingkungan yaitu menimbulkan bau busuk (Su'1 et al, 2011).

Menurut Ulfa (1996), limbah brem masih mengandung pati dan gula. Beras ketan yang merupakan bahan baku dari pembuatan brem mempunyai kandungan pati cukup tinggi yang sebagian besar berupa amilopektin yang merupakan jenis pati yang memiliki struktur rantai bercabang, sehingga jika dimasak akan mempunyai tekstur yang lengket dan kenyal.

Sebagai bahan yang akan digunakan sebagai pupuk organik maka limbah cair industri brem harus diketahui terlebih dahulu kandungan N, P, K dan C berikut adalah hasil analisa N, P, K dan C yang dilakukan di laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang

Senyawa Kimia	Kadar	Satuan
N	28,38	Ppm
P	8,77	Ppm
K	0,045	%
C	0,029	%
SiO ₂	0,75	%

Tabel 1. Hasil analisa N,P,K,C

Analisis komposisi kimia yang terkandung dalam limbah cair brem bersarkan pengujian di laboratorium pengujian mutu dan keamanan pangan FTP Universitas Brawijaya sebagai berikut :

Parameter	Hasil	Satuan
Protein	0,59	%
Lemak	0,05	%
Air	97,09	%
Abu	0	%
Karbohidrat	1,77	%

Tabel 2. Hasil analisa uji proksimat

2.8 Proses Pembuatan Brem

Brem merupakan salah satu makanan tradisional hasil fermentasi yang banyak diusahakan di Indonesia. Sampai pada saat ini, umumnya bahan yang digunakan untuk membuat brem padat adalah beras ketan. Selain beras ketan banyak bahan pangan lainnya yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan brem padat, antara lain tape singkong, umbi talas dan jenis umbi-umbian lainnya yang dapat dijadikan tape terlebih dahulu (Novitasari, 2013). Proses pembuatan brem padat ada berbagai cara, tetapi pada prinsipnya proses tersebut dibagi dalam beberapa tahap, yaitu beras ketan dicuci dan dikukus, kemudian diberi ragi dan difermentasi sehingga diperoleh tape ketan. Selanjutnya tape dipres sehingga diperoleh sari tape kemudian dimasak dan dikeringkan sehingga dihasilkan brem (Su'1, et al., 2011).

Ada beberapa macam cara pembuatan brem padat. Pada fermentasi beras ketan menjadi tape, berlangsung aktivitas enzim yang dikeluarkan oleh kapang dan khamir. Enzim tersebut akan memecah karbohidrat menjadi gula. Gula yang terbentuk selanjutnya akan diubah menjadi alkohol dan karbondioksida (CO₂). Kombinasi alkohol dengan asam memberikan sensasi rasa tersendiri pada brem yang terbentuk (Armeinacheva, 2012). Fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi – reduksi didalam sistem biologi yang menghasilkan energi. Senyawa organik yang biasanya digunakan adalah karbohidrat dalam bentuk glukosa. Senyawa tersebut akan diubah oleh reaksi reduksi dengan katalis enzim menjadi suatu bentuk lain yang dapat dioksidasi menjadi asam.

2.9 Pemupukan

Pupuk merupakan suatu bahan yang diberikan sehingga dapat mengubah keadaan fisik, kimiawi, dan hayati dari tanah sehingga sesuai dengan tuntutan pemupukan. Pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil panen (Sarief, 1989), selanjutnya menurut Subarijanti (2005), pemupukan selain bermaksud menambahkan unsur-unsur hara untuk pertumbuhan alga sebagai pakan alami juga bermaksud agar dicapai kondisi media yang baik untuk pertumbuhan pakan alami secara maksimal. Keberhasilan pemupukan ini tentu saja tergantung kepada teknik pengelolannya baik tanah kolam, atau tambak maupun waktu dan dosis pupuk yang diberikan.

Menurut Sutedjo (2008), berdasarkan pembuatannya pupuk dibagi menjadi :

- Pupuk alam (organik), yaitu pupuk yang tidak dibuat dipabrik. Pupuk ini dicirikan dengan kelarutan unsur haranya yang rendah di dalam tanah. Biasanya penggunaan pupuk ini ditujukan untuk memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Meskipun unsur hara rendah, akan tetapi bila sifat fisik telah diperbaiki maka sifat kimianya pun bisa berubah.
- Pupuk buatan (pupuk anorganik), yaitu yang dibuat di pabrik. Umumnya kandungan unsur hara dan kelarutannya tinggi. Berguna untuk memperbaiki sifat kimia tanah.

2.10 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan hasil akhir dan atau hasil antara dari perubahan atau peruraian bagian dari sisa-sisa tanaman dan hewan. Misalnya bungkil, guano, tepung tulang dan sebagainya. Karena pupuk organik berasal

dari bahan organik yang mengandung segala macam unsur maka pupuk ini pun mengandung hampir semua unsur (baik makro maupun mikro). Hanya saja, ketersediaan unsur tersebut biasanya dalam jumlah yang sedikit. Menurut (Murbandono, 2010) pupuk organik diantaranya ditandai dengan ciri-ciri :

- Nitrogen terdapat dalam bentuk persenyawaan organik sehingga mudah dihisap tanaman.
- Tidak meninggalkan sisa asam anorganik didalam tanah.
- Mempunyai kadar persenyawaan C organik yang tinggi, misalnya hidrat arang.

Pupuk organik dalam bentuk yang telah dikomposkan ataupun segar berperan penting dalam perbaikan sifat kimia, fisika, dan biologi tanah serta sebagai sumber nutrisi tanaman. Secara umum kandungan nutrisi hara dalam pupuk organik tergolong rendah dan agak lambat tersedia, sehingga diperlukan dalam jumlah cukup banyak. Namun, pupuk organik yang telah dikomposkan dapat menyediakan hara dalam waktu yang lebih cepat dibandingkan dalam bentuk segar, karena selama proses pengomposan telah terjadi proses dekomposisi yang dilakukan oleh beberapa macam mikroba, baik dalam kondisi aerob maupun anaerob. Sumber bahan kompos antara lain berasal dari limbah organik seperti sisa-sisa tanaman (jerami, batang, dahan), sampah rumah tangga, kotoran ternak (sapi, kambing, ayam), arang sekam, dan abu dapur (Deptan, 2006).

2.11 Parameter Kualitas Air

Di dalam studi ekologi, pengukuran faktor lingkungan abiotik perlu dilakukan karena mempunyai pengaruh terhadap keberadaan dan kepadatan populasi organisme di dalamnya. Menurut Suin (2002), faktor lingkungan abiotik secara garis besar dapat dibagi atas faktor fisika, kimia dan biologi.

2.11.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan organisme karena dapat mempengaruhi metabolisme. Perubahan suhu yang terjadi secara mendadak dapat menyebabkan kematian bagi organisme perairan. Suhu perairan dapat mengalami perubahan sesuai dengan musim, letak lintang suatu wilayah, ketinggian dari permukaan laut, letak tempat terhadap garis edar matahari, waktu pengukuran dan kedalaman air (Silalahi, 2010). Kenaikan suhu dapat menyebabkan proses metabolisme menjadi meningkat dan jumlah konsumsi oksigen akan semakin cepat. Pada kondisi seperti ini organisme akuatik seringkali tidak mampu memenuhi kadar oksigen terlarut untuk keperluan proses metabolisme dan respirasi (Effendi, 2003).

Suhu berpengaruh langsung terhadap organisme akuatik seperti tumbuhan dan hewan, selain itu suhu secara tidak langsung juga mempengaruhi kelarutan CO_2 yang digunakan untuk fotosintesis dan kelarutan O_2 yang digunakan untuk respirasi (Silalahi, 2010). Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Selain itu, peningkatan suhu air juga mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air seperti O_2 , CO_2 , N_2 , dan CH_4 (Haslam, 1995).

2.11.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut di dalam perairan atau dalam bahasa Inggris disebut *Dissolved Oxygen* (DO), merupakan faktor penting di dalam perairan. Sumber oksigen terlarut dalam air dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novotanty, 1994).

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh organisme perairan untuk respirasi. Ketersediaan oksigen terlarut di perairan dapat menjadi faktor pembatas

bagi beberapa organisme seperti plankton, ikan, udang dan dekomposer. Oksigen yang berada di dasar perairan cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan kandungan oksigen yang berada di bagian atas perairan. Faktor pembatas kepekatan oksigen terlarut bergantung kepada: suhu, kehadiran tanaman fotosintesis, tingkat penetrasi cahaya, tingkat kekerasan aliran air, dan jumlah bahan organik yang diuraikan dalam air seperti sampah, ganggang mati dan limbah industri (Reisya dan Nurhidayati, 2013).

2.11.3 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut (Kordi dan Tancung, 2007). Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromide dan iodide digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil (‰) (Effendi, 2003). Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas, akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Biota yang hidup di air asin maupun air tawar harus mampu menyesuaikan diri terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya (Kordi dan Tancung, 2007). Menurut Effendi (2003), nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5‰, perairan payau antara 0,5‰–30‰, dan perairan laut 30‰–40‰.

2.11.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan gambaran ion H yang terdapat di dalam perairan, dan terbagi menjadi 3 kriteria yaitu asam, netral dan basa. Derajat keasaman atau pH memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan di perairan. Organisme akuatik dapat hidup pada perairan dengan nilai pH netral

dengan kisaran toleransi antara asam lemah dan basa lemah (Silalahi, 2010). Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH=7 adalah netral, pH<7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH>7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003). pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik umumnya berkisar antara 7-8,5. Kondisi perairan yang sangat asam maupun sangat basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik (Barus, 1996).

2.11.5 Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi (Effendi, 2003).

Kisaran nitrat yang diperoleh dalam kisaran normal untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut beberapa peneliti, Kadar N di perairan sangat kecil, umumnya kurang dari 5 mg/l dengan batas minimal untuk pertumbuhan alga adalah 0,35 mg/l dan nitrogen tidak menjadi faktor pembatas bagi algae pada umumnya, misalnya untuk jenis diatome dan cyanophyta (Subarijanti, 2005).

2.11.6 Orthofosfat

Fosfor merupakan salah satu nutrisi utama yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Fosfor tidak terdapat secara bebas di alam. Fosfor ditemukan sebagai fosfat dalam beberapa mineral, tanaman dan merupakan unsur pokok dari protoplasma. Fosfor terdapat dalam air sebagai ortofosfat. Sumber fosfor alami dalam air berasal dari pelepasan mineral-mineral dan biji-bijian (Bausch, 1974).

Fosfor diperairan terbagi menjadi tiga bentuk, yaitu Orthoposfat, Metaphosfat dan Polyphosfat. Namun hanya Orthoposfat yang dapat dimanfaatkan oleh algae. Fosfor merupakan unsur esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan algae. Kadar Fosfat pada perairan alami berkisar antara 0,005-0,02 mg/l. Kadar fosfor total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/l, berdasarkan kadar ortofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi 3 yaitu : Oligotrofik dengan kadar fosfat 0,003 mg/l - 0,001 mg/l, Mesotrofik dengan kadar fosfat 0,01 mg/l - 0,02 mg/l, Eutrofik dengan kadar fosfat 0,031 mg/l - 0,1 mg/l (Efendi, 2003). Jadi pengukuran fosfat pada media kultur termasuk golongan eutrofik sehingga *Chaetoceros gracilis* bisa tumbuh.

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah penggunaan pupuk organik yaitu pupuk yang berasal dari ampas brem terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. Serta analisa kualitas air sebagai parameter pendukung *Chaetoceros gracillis*. Analisa tersebut terdiri dari parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas. Parameter kimia yang meliputi derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), nitrat, dan fosfat. Parameter biologi yaitu perhitungan kelimpahan.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Tersarang dengan 5 perlakuan serta 3 kali ulangan. Rancangan Acak Lengkap Pola Tersarang adalah rancangan percobaan dengan materi homogen.

Menurut Hanafiah (2008), percobaan adalah suatu tindakan coba-coba "trial" yang dirancang untuk menguji "validity" dari hipotesis yang diajukan. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemeberian Limbah cair industri brem sebagai pupuk organik cair terhadap kelimpahan *Chlaetocerosgracillis*. Dengan pemberian dosis yang berbeda berdasarkan kandungan N yang dibutuhkan plankton secara optimal yaitu : A (0,5 mg/l), B (1 mg/l), C (1,5 mg/l), D (2 mg/l). Selanjutnya diberi perlakuan dengan menggunakan bakteri EM4 sebagai bakteri pengurai bahan organik menjadi anorganik yang selanjutnya bisa dimanfaatkan fitoplankton.

Penggunaan dosis dengan nilai (0,5 mg/l), (1 mg/l), (1,5 mg/l), (2 mg/l) ini mengacu pada penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelumnya. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui dosis terbaik yang akan digunakan

pada saat penelitian inti dan apakah dosis yang telah di tentukan ini dapat memicu kelimpahan plankton, khususnya kelimpahan dari *Chaetoceros gracillis*.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil dua macam sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil terdiri dari kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. serta parameter kualitas air yang meliputi pH, suhu, DO, salinitas, nitrat, pospat. Pada penelitian tersebut pengambilan data kualitas air dilakukan setiap 2 hari sekali sebanyak 4 kali selama 8 hari pengamatan. Sedangkan data sekunder yang diambil terdiri dari informasi-informasi yang diperoleh dari jurnal, internet, buku-buku serta laporan penelitian lainnya.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Lampiran 10.

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, pada bulan Januari 2015. Limbah brem yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari industri brem daerah Madiun, Jawa Timur.

3.5 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan pola tersarang, karena dalam penelitian ini semua kondisi baik bahan, media maupun lingkungannya dibuat sehomogen mungkin (Hanafiah, 2008). percobaan adalah suatu tindakan coba-coba "*trial*" yang dirancang untuk menguji

“*validity*” dari hipotesis yang diajukan. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemeberian Limbah cair industri brem sebagai pupuk organik cair terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*.

Untuk mengetahui pengaruh terhadap pertumbuhan *Chaetoceros gracillis* setelah di beri perlakuan dengan pupuk organik cair dari industri brem. Menggunakan rancangan bersarang maka untuk membandingkan dan mendapati perlakuan terbaik dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Model linear rancangan acak lengkap tersarang adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j(i) + \epsilon_{k(ij)} \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,a \\ j=1,2,\dots,b \\ k=1,2,\dots,c \end{array}$$

Dimana :

- Y_{ijk} : nilai pengamatan level ke- j yang bersarang dalam level ke-l pada ulangan ke-k
- μ : rata-rata
- G_i : efek perlakuan ke i
- $T_j(i)$: efek waktu j yang ada dalam perlakuan i
- $\epsilon_{(ij)k}$: galat percobaan untuk ulangan ke-k pada faktor B level ke-j yang bersarang pada faktor A level ke-i.

Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut distribusi F disebut juga sebagai uji F. Dimana bila F hitung < F tabel 5 % tidak ada perbedaan nyata = non-significant different sehingga H_0 diterima pada taraf uji 5%. Bila F hitung > F tabel 5% terdapat perbedaan nyata = significant different sehingga H_1 diterima pada taraf uji 5%. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) (Hanafiah, 2008), untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh terbesar.

Tabel 3. Perlakuan (Konsentrasi Limbah Cair Brem)

Perlakuan dan Ulangan			Konsentrasi (mg/l)
1	2	3	0
1	2	3	0,5
1	2	3	1
1	2	3	1,5
1	2	3	2

Keterangan :

K adalah tanpa pemberian limbah cair brem

A adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair brem 0,5 mg/l

B adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair brem 1mg/l

C adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair brem 1,5 mg/l

D adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair brem 2 mg/l

1,2, dan 3 adalah ulangan.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur dari penelitian ini meliputi penelitian pendahuluan kemudian pengambilan ampas brem hingga pembuatan pupuk cair ampas brem, sterilisasi alat, sterilisasi air laut sebagai media kultur, pengukuran dan analisa parameter kualitas air, teknik kultur *Chaetoceros gracilis*, pengamatan dan perhitungan kelimpahan *Chaetoceros gracilis*.

- **Pengambilan Ampas Brem**

Ampas brem diperoleh dari industri brem yang banyak terdapat di daerah Madiun Jawa Timur. Ampas brem yang diambil untuk pembuatan pupuk organik berbentuk padatan dimana biasanya warga menggunakannya sebagai pakan

ternak. Pengambilan ampas brem sebagai pupuk ini disebabkan kandungan bahan organiknya yang masih tinggi.

- **Pembuatan Pupuk Cair dari Ampas Brem**

Ampas brem yang bersifat padat penggunaan secara langsung ke perairan akan mempengaruhi keadaan media sehingga perlu dilakukan perubahan ampas brem menjadi pupuk cair. Berikut ini adalah tahapan pembuatan pupuk cair dari ampas brem:

- Menyiapkan ampas brem yang akan dibuat sebagai pupuk cair.
- Menghaluskan ampas brem sampai halus dan tidak terdapat gumpalan.
- Melarutkan dengan menggunakan aquadest dengan perbandingan 1:2
- Mengaduk larutan sampai tercampur seluruhnya.
- Menyaring larutan aquadest dan ampas brem dengan tujuan memisahkan larutan dengan endapan ampas brem.
- Diberi bakteri pengurai EM 4 yang bertujuan untuk proses mineralisasi bahan organik menjadi anorganik, kemudian di diamkan selama 3 hari.
- Selanjutnya siap digunakan sebagai pupuk.

- **Steriliasi Alat**

Langkah-langkah yang dilakukan pada sterilisasi alat antara lain (Putri, 2011) :

- Alat dan bahan yang akan disterilisasikan dibungkus dengan koran, kemudian diikat dengan benang,
- Air secukupnya dituang ke dalam *autoclave*, kemudian alat yang telah dibungkus dimasukan ke dalam *autoclave* dan ditutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang,

- Kompor pemanas dinyalakan, setelah beberapa saat manometer akan menunjukkan angka 1 atm, jika terjadi kelebihan tekanan buka kran udara hingga manometer menunjukkan angka 1 atm kembali,
- Keadaan tekanan uap jenuh dapat terjadi berulang kali sampai suhu 121 C dan manometer menunjukkan 1 atm, keadaan ini dipertahankan ± 15 menit,
- Kompor dimatikan dan ditunggu beberapa saat sampai termometer dan manometer menunjukkan angka 0 (nol), kemudian buka kran uap lalu buka penutup *autoclave* dengan cara zig zag,
- Alat dan bahan yang sudah disterilkan diambil dan disimpan.

3.6.1 Sterilisasi Air Laut sebagai Media Kultur

Langkah-langkah yang dilakukan pada sterilisasi air laut sebagai media kultur antara lain (Wulandari,2011) :

- Menuangkan air laut ke dalam panci
- Meletakan panci berisi air laut ke atas kompor
- Air laut direbus sampai mendidih
- Air laut yang sudah direbus, lalu disaring dengan menggunakan plankton net yang sudah disterilisasi agar tidak ada kotoran pada media kultur
- Air laut yang sudah steril disimpan dan digunakan untuk pengkulturan.

3.6.2 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan Penunjang Lainnya

Menyiapkan 15 toples dan peralatan penunjang lainnya yang sudah disterilisasi.

b. Persiapan Media *Chaetoceros gracillis*

1. Menyiapkan 15 toples yang telah steril

2. Menyiapkan media untuk kultur *Chaetoceros graciliis*. menggunakan volume 5 liter air laut
3. Memasukan pupuk Limbah Cair Brem sesuai perlakuan dan diaerasi sampai tercampur rata
4. Memasukkan bibit *Chaetoceros graciliis*. Dengan kepadatan 2×10^3 sel/ml

c. Persiaan Bibit *Chaetoceros graciliis*

Bibit *Chaetoceros graciliis* yang diambil dari stok dihitung kepadatan tebarnya dengan rumus menurut Kurniasih (2001) :

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan :
N1 : Kepadatan awal
V1 : Volume stok awal
N2 : Kepadatan kultur yang dihendaki
V2: Volume kultur yang dihendaki

d. Memasukkan *Chaetoceros graciliis*sp kedalam bak percobaan

Bibit *Chaetoceros graciliis*. yang diperoleh dari BPAP Situbondo kemudian dimasukkan ke dalam toples-toples percobaan yang telah disterilisasi dan diisi oleh air laut. dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menyiapkan bibit *Chaetoceros graciliis*. yang diambil dari kultur murni budidaya pakan alami di BBAP Situbondo.
- Menyiapkan stok kultur murni *Chaetoceros graciliis* sebanyak 3 liter.
- Memasukan stok kultur *Chaetoceros graciliis* sebanyak yg di inginkan ke dalam masing-masing toples, dimana banyaknya penebaran bibit *Chaetoceros graciliis*. disesuaikan dengan metode kultur di BBAP Situbondo.

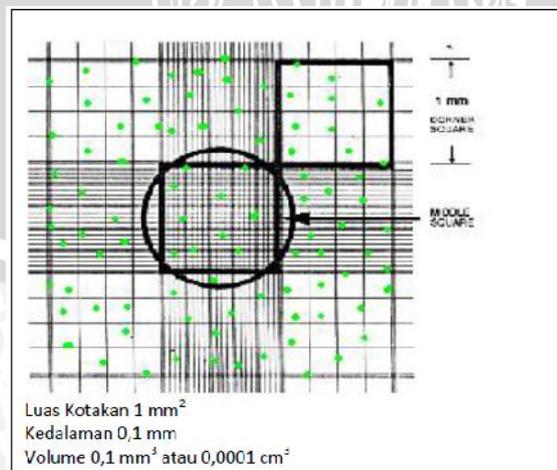
3.6.3 Pelaksanaan Penelitian

1. Meletakkan secara acak masing-masing toples sesuai perlakuan
2. Memasukan media air laut ke setiap toples

3. Menambahkan limbah cair brem kesetiap toples dengan dosis yang sudah ditentukan. Proses selanjutnya diberi aerasi selama 24 jam.
4. Setelah media diaerasi selama 24 jam, dilakukan penebaran bibit *Chaetoceros gracillis* dengan kepadatan 2×10^3 sel/ml dari perhitungan $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$
5. Mengamati pertumbuhan mikroalga dimulai dari hari pertama penebaran
6. Mengamati parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, fosfat
7. Menghitung kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. Selama 2 hari sekali

➤ **Mengamati pertumbuhan *Chaetoceros gracillis*.**

Perhitungan kepadatan *Chaetoceros gracilis* dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan *Chaetoceros gracilis* selama pelaksanaan penelitian yaitu 8 hari. Perhitungan kepadatan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler, haemocytometer dan handtally counter sebagai alat bantu untuk mencatat jumlah kelimpahan *Chaetoceros gracilis*. Berikut adalah gambar 4 dari haemocytometer.



Gambar 4. Haemocytometer (Google image, 2015).

Haemocytometer merupakan suatu alat yang berbahan gelas yang dibagi menjadi kotak-kotak pada dua tempat bidang pandang. Kotak tersebut berbentuk bujur sangkar dengan sisi 1 mm dan tinggi 0,1 mm, sehingga bila ditutup dengan gelas penutup volume ruangan yang terdapat di atas bidang garis adalah 10^{-4} ml. Kotak bujur sangkar dengan sisi 1 ml tersebut, dibagi lagi menjadi 25 buah kotak bujur sangkar, yang masing-masing dibagi lagi menjadi 16 kotak bujur sangkar yang lebih kecil.

Untuk menghitung nilai kepadatan dari *Chaetoceros gracilis* yang diperoleh, digunakan rumus seperti yang digunakan di Balai Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, yaitu sebagai berikut (Ekawati, 2005)

$$N \text{ sel/ml} = \frac{\text{Jumlah Total Sel}}{\text{Jumlah Kotak yang Dihitung}} \times 10^4$$

Dimana : 10^4 = nilai konstanta

3.7 Pengukuran dan Analisa Parameter Kualitas Air

Keberhasilan kultur plankton sangat ditentukan oleh beberapa faktor fisika, kimia, biologi, dan lingkungan. Faktor-faktor ini meliputi salinitas media kultur, suhu, pH, DO, dan bibit unggul (Putri, 2011).

3.7.1 Salinitas

Menurut Effendi (2003), langkah-langkah untuk mengukur salinitas adalah sebagai berikut :

- Membuka penutup refraktometer dan menetesinya dengan aquades serta menstandarkannya agar garis biru berhimpit dengan angka nol.
- Membersihkan kaca obyek refraktometer dan menetes air sampel secukupnya kemudian dilihat nilai salinitasnya.

3.7.2 pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter tipe KL-03 (II) Waterproof Pen dengan prosedur pengukuran pH menurut Suprpto (2011), sebagai berikut:

- Melakukan kalibrasi pH meter dengan menggunakan larutan buffer atau dengan menggunakan aquades
- Memasukkan pH meter ke dalam air sampel selama ± 2 menit
- Menekan tombol "HOLD" yang terdapat pada pH meter untuk menghentikan angka yang muncul pada pH meter dan mencatat hasilnya.

3.7.3 Suhu

Pengukuran suhu menggunakan alat yaitu termometer raksa (Hg), berdasarkan (SNI,2006), pengukuran suhu dilakukan dengan cara:

- Memasukkan Thermometer Hg ke dalam perairan dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa di dalam Thermometer Hg menunjukkan skala tertentu.
- Mencatat skala yang ditunjukkan oleh thermometer Hg dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.
- Membaca skala pada Thermometer Hg saat masih berada di dalam perairan dan jangan sampai tangan menyentuh bagian tubuh Thermometer.

3.7.4. Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran DO menggunakan alat DO meter tipe Lutron DO-5510. Menurut (SNI,2006), petunjuk pemakaian DO meter tersebut, prosedur pengukuran DO yaitu:

- Membilas probe dengan deionised atau air suling sebelum digunakan agar kotoran atau debu yang menempel pada ujung probe hilang. Langkah lain

untuk mengkalibrasi alat ini sebelum digunakan adalah direndam pada air kran selama 30 menit terlebih dahulu

- Menyalakan DO meter dengan nilai DO terletak pada bagian atas layar sedangkan indikator suhu terletak pada bagian pojok kanan bawah pada layar alat ini
- Mencilupkan probenya pada sampel perlakuan penelitian dan dibiarkan sampai beberapa saat hingga nilai yang tertera pada layar stabil dengan catatan yaitu ketika kita mencelupkan probe pada sampel, ujung probe harus tercelup semua dan jangan sampai ada gelembung karena dapat menyebabkan kesalahan dalam pembacaan
- Membaca nilai yang tertera pada layar alat ini ketika sudah dirasa stabil dan akan muncul kata "READY", dan sampel perlakuan penelitian sudah bisa dibaca nilainya
- Menekan tombol "HOLD" untuk mengunci nilai DO yang telah terbaca dan menekan tombol "HOLD" kembali untuk melepaskan kuncinya
- Jika ingin menentukan nilai suhu secara langsung menggunakan alat ini juga dapat dilihat di bagian kiri bawah pada layar DO meter.

3.7.5 Phospat

Pengukuran Phospat berdasarkan (SNI,2006), dilakukan dengan cara:

- Diukur dan dituangkan air samper ke dalam Erlenmeyer sebanyak 25 ml
- Ditambahkan 1 ml ammonium molybdate dan dikocok hingga homogeny
- Ditambahkan 3 tetes SnCl_2 dan dihomogenkan
- Masukkan ke dalam cuvet dan dianalisa dengan spektrofotometer sebagai nilai y dan kadar ortofosfatnya dihitung dengan menggunakan rumus $y = a+bx$ dan kemudian didapatkan hasil.

3.7.6 Nitrat

Pengukuran nitrat berdasarkan (SNI,2006), dilakukan dengan cara:

- Disaring air sampel sebanyak 25 ml dan masukkan ke dalam cawan porselin.
- Lalu uapkan di atas hot plate sampai kering (terbentuk kerak)
- Ditunggu hingga dingin dan kemudian ditambahkan 0,5 Asam Fenol

Disulfonik dan diaduk dengan spatula sampai kerak larut

- Tambahkan aquadest sebanyak 2,5 ml
- Tambahkan NH_4OH sampai terbentuk warna
- Masukkan dalam cuvet dan menganalisa di spektrofotometer sebagai nilai y dan nilai nitratnya dihitung dengan menggunakan rumus $y = a+bx$

3.7.7 Kelimpahan

Perhitungan kelimpahan *Chaetoceros gracilis* menggunakan alat haemocytometer. Langkah-langkah yang dilakukan pada perhitungan kelimpahan *Chaetoceros gracilis* antara lain:

- Sampel diteteskan pada haemocytometer
- Kemudian diletakan di atas meja mikroskop
- Diamati dan dihitung jumlah sel menggunakan *handtally counter*

Rostini (2007), menyebutkan bahwa ruang hitung dalam suatu haemocytometer mempunyai dimensi sebagai berikut : kedalaman 0,1mm dan panjang 1 mm serta lebar 1 mm (volume $0,0001 \text{ cm}^3$). Luas ruang hitung adalah 1 mm^2 yang terbagi dalam 400 kotak yang masing-masing luasnya $0,0025 \text{ mm}^2$.

Perhitungan dapat dilakukan dalam 400 kotak atau dalam beberapa kotak yang dipilih secara acak.

Pada penelitian dalam menghitung jumlah sel *Chaetoceros gracilis* dalam sel/ml dengan menggunakan rumus Ekawati (2005) yaitu :

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{\text{JumlahTotalSel}}{\text{JumlahKotakYangDihitung}} \times 10^4$$

,Dimana : 10^4 = nilai konstanta

3.8 Analisis Data

Analisis yang digunakan di dalam penelitian ini bertahap menggunakan rancangan acak lengkap tersarang dengan menggunakan uji anova. Uji anova bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah Brem terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracilis*. Bila hasil dari pengujian Anova tersebut berpengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNT. Uji BNT ini dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana saja yang memiliki perbedaan. Berikut tabel analisis ragam untuk Rancangan Tersarang dengan perlakuan dasar Acak Lengkap pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisa ragam untuk desain Rancangan Eksperimen Tersarang

SK	b	D	K	T	hit	F	
						tabel	
						%	%
Perlakuan	-1	a					
Waktu dalam perlakuan	(b-1)	a					
Galat	b(n-1)	a					
Total	bn - 1	A					

Jika dari tabel sidik ragam didapatkan hasil perlakuan yaitu bila F hitung < F tabel 5% tidak ada perbedaan nyata = non-significant different H0 diterima

pada taraf uji 5%. Bila $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ ada perbedaan nyata = significant different, H_1 diterima pada taraf uji 5 %. Bila $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$ ada perbedaan sangat nyata = highly signification different.

H_1 diterima pada taraf uji 1%. Sedangkan untuk uji beda nyata terkecil (BNT) menurut Hanafiah (2002) adalah sebagai berikut:

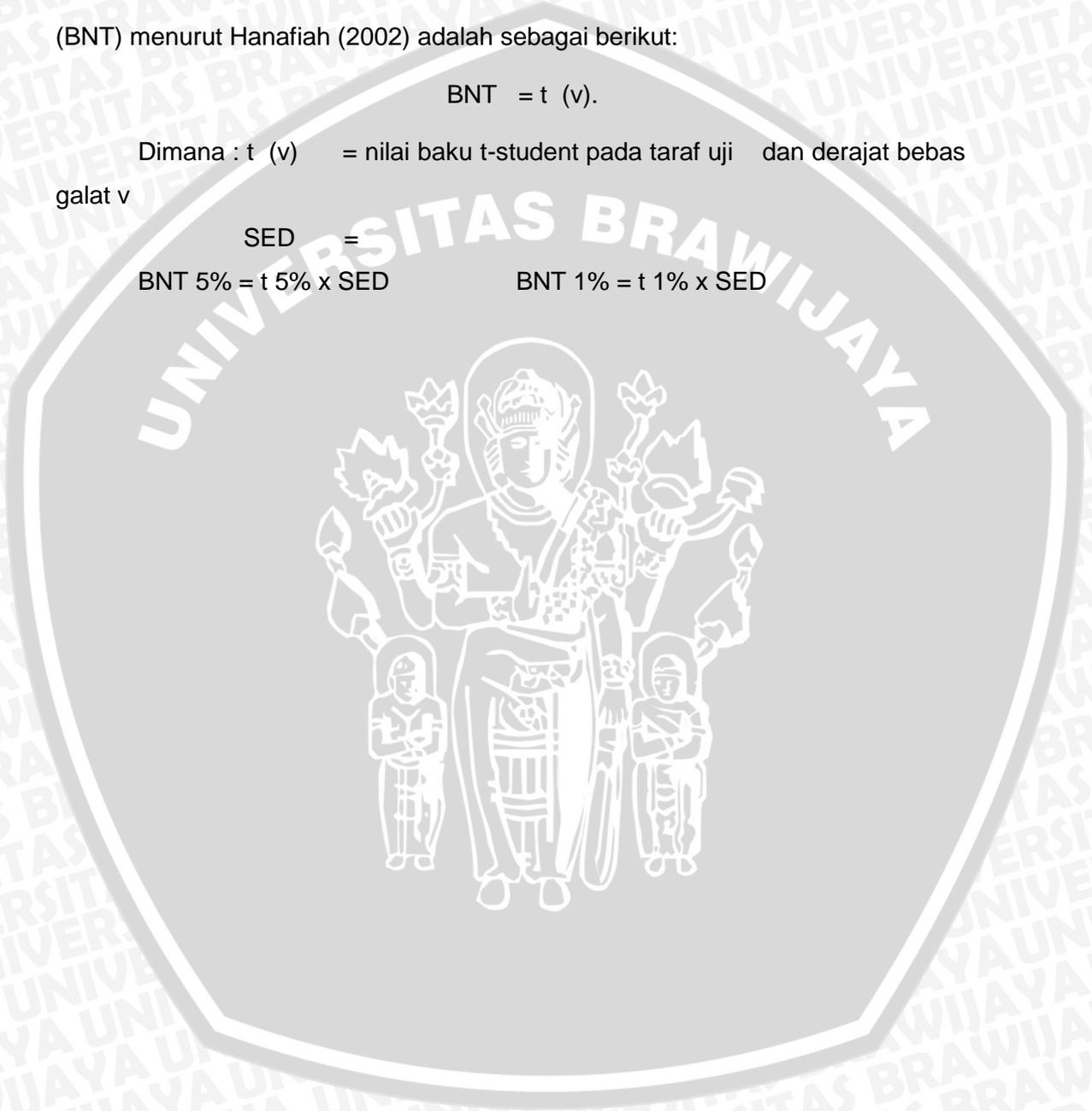
$$BNT = t(v).$$

Dimana : $t(v)$ = nilai baku t-student pada taraf uji dan derajat bebas galat v

$$SED =$$

$$BNT 5\% = t 5\% \times SED$$

$$BNT 1\% = t 1\% \times SED$$



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelimpahan *Chaetoceros gracillis*

Perhitungan kepadatan *Chaetoceros gracilis* dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan *Chaetoceros gracilis* selama pelaksanaan penelitian yang dilakukan selama 8 hari. Perhitungan kelimpahan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler, haemocytometer dan handtally counter sebagai alat bantu untuk mencatat jumlah kepadatan *Chaetoceros gracilis*.

Hasil perhitungan kelimpahan *Chaetoceros gracilis* yang diperoleh selama penelitian dengan waktu 8 hari dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5. Kelimpahan rata-rata *Chaetoceros gracillis* yang diberi pupuk organik cair limbah brem

Perlakuan		Lama Hari (ind/ml) x 10 ³								total
		0	1	2	3	4	5	6	7	
K1	2	20,2	29,2	36,3	40	44,6	50,6	55,8	51,2	329,9
K2	2	19	29,6	32,6	38,8	45,8	52,2	54,8	50,8	325,6
K3	2	18,8	32,2	36,8	40,6	44,2	51,6	56,2	51,2	333,6
Jumlah	6	58	91	105,7	119,4	134,6	154,4	166,8	153,2	989,1
A1	2	26,4	31,4	38,2	45,3	51,4	57,2	65,6	55,4	372,9
A2	2	28,8	32,2	36,2	46,6	52,4	59,2	68,6	54,2	380,2
A3	2	24,4	33,8	36,8	46,2	54,8	59,4	69,4	55,8	382,6
Jumlah	6	79,6	97,4	111,2	138,1	158,6	175,8	203,6	165,4	1135,7
B1	2	31,2	34,4	40,2	51,4	61,2	74,2	85,8	64,4	444,8
B2	2	33,2	36,2	43,2	55,4	64,2	72,6	83,2	71,4	461,4
B3	2	31,6	36,4	44,6	56,8	63,4	72,2	81,2	66,7	454,9
Jumlah	6	96	107	128	163,6	188,8	219	250,2	202,5	1361,1
C1	2	34,2	37,8	51,2	62,4	78,4	86,2	119,2	73,4	544,8
C2	2	34,8	37,4	54,6	68,4	75,4	91,2	101,6	98,4	563,8
C3	2	36,4	38,2	54,6	66,2	83,4	84,2	107,4	83,6	556
Jumlah	6	105,4	113,4	160,4	197	237,2	261,6	328,2	255,4	1664,6
D1	2	36,4	38,2	4,6	8,2	7,4	8,4	20,2	4,2	579,6
D2	2	34,2	40,6	6,4	66,2	8,4	2,4	115,4	89,2	564,8
D3	2	36,2	38,6	58,2	62,2	4,6	89,4	8,2	1,4	530,8
Jumlah	6	106,8	117,4	179,2	196,6	230,4	260,2	33,8	244,8	1675,2

Kultur yang dilakukan selama 8 hari dengan penambahan limbah cair dari ampas brem sebagai sumber utama nutrisi memberikan hasil kelimpahan yang berbeda-beda pada tiap perlakuan. Berdasarkan hasil dari kelimpahan *Chaetoceros gracillis* yang ada pada tabel di atas dilakukan perhitungan uji F untuk mengetahui pengaruh limbah cair brem terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis* dengan dosis yang berbeda didapatkan hasil pada tabel 6

Tabel 6. Daftar Analisa Ragam Kelimpahan *Chaetoceros gracillis*

SK	DB	JK	KT	FHIT	1%	5%
Perlakuan	4	14069,58	3517,39	257,4499	3,56	2,48
Waktu dalam perlakuan	40	83450,9	2086,27	152,7013	1,85	1,54
Galat	90	1229,62	13,6624			
Total	134	98.750,1				

Hasil analisa keragaman pada Tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair dari limbah brem dengan dosis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang nyata terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. Demikian juga waktu dalam perlakuan menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang nyata terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. sehingga perlu dilanjutkan uji BNT pada Tabel 7.

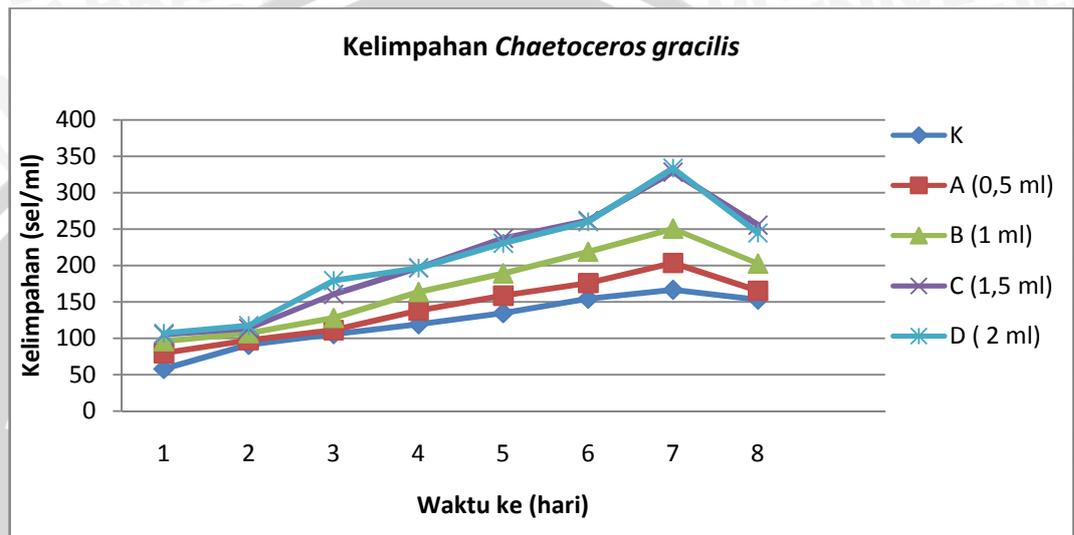
Tabel 7. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Rerata	Notasi
K = 36,63	a
A = 42,06	a
B = 50,41	b
C = 61,65	c
D = 62,04	c

Hasil dari uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan K sama dengan perlakuan A, Perlakuan D (2 mg/l) sama dengan perlakuan C (1,5 mg/l). Dan perlakuan B berbeda dari perlakuan lainnya. Perlakuan K menunjukkan

kelimpahan yang paling rendah disebabkan karena tidak ada unsur hara dan perlakuan D (2 mg/l) menunjukkan kelimpahan yang paling tinggi disebabkan adanya penambahan unsur hara dari limbah Brem.

Pengaruh waktu pengamatan terhadap kelimpahan sebagai akibat adanya perlakuan dapat disajikan pada gambar grafik 1 dibawah ini :



Grafik 1 kelimpahan *Chaetoceros gracillis* dari waktu ke waktu

Data yang diperoleh selama penelitian hampir menunjukkan pola yang sama. *Chaetoceros gracillis* mengalami empat fase selama kultivasi, yaitu fase adaptasi, eksponensial, stasioner dan kematian. Berdasarkan gambar grafik dapat dilihat bahwa kelimpahan tertinggi selama penelitian adalah pada perlakuan D (pemberian dosis 2,0 mg/l) diikuti oleh perlakuan C (pemberian dosis 1,5 mg/l), kemudian perlakuan B (1,0 mg/l), perlakuan A (0,5 mg/l) dan kemudian kontrol (tanpa pemberian limbah).

Fase adaptasi ditunjukkan dari pengamatan hari ke-1 dan ke-2, dapat dilihat bahwa pertumbuhan sel meningkat secara perlahan. Selama pada fase adaptasi atau fase lag ini, kultur alga menyesuaikan diri terhadap kondisi, laju pertumbuhan rendah dan akan meningkat dengan waktu kultivasi (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pada fase logaritmik atau eksponensial adalah fase dimana

pembelahan sel dan laju pertumbuhan sampai pada puncaknya. Pada hari Ke-3 hingga hari Ke-7 terjadi peningkatan kelimpahan yang cukup pesat, karena pada masa itu *C. gracilis* mengalami masa pertumbuhan. Pada perlakuan kontrol tidak menunjukkan peningkatan kelimpahan yang significant dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena tidak adanya masukan nutrient baik unsur hara mikro maupun unsur hara makro dimana dalam penelitian ini pasokan nutrien berasal dari pupuk organik cair limbah brem.

Setelah mengalami fase eksponensial, pertumbuhan alga akan mengalami fase penurunan populasi, hal ini terjadi pada seluruh perlakuan. Penyebab penurunan jumlah populasi diakibatkan karena nutrisi yang terkandung pada media tidak mencukupi kebutuhan untuk hidup alga. Hal ini juga dijelaskan oleh Widyaningsih (2008), dalam penelitiannya, bahwa perbedaan nilai kelimpahan diakibatkan oleh perbedaan keberadaan kandungan nutrient pada media kultur. Pada pengamatan hari ke-8, pada perlakuan A (0,5 mg/l), B (1,0 mg/l), C (1,5 mg/l) D (2,0 mg/l) grafik populasi terus menunjukkan penurunan jumlah populasi dan pada perlakuan Kontrol (0 mg/l) grafik penurunan terjadi pada hari ke-7. Fase penurunan jumlah populasi atau fase kematian, diakibatkan oleh semakin menurunnya jumlah nutrisi pada media perlakuan. Nutrisi yang ada pada media sudah tidak dapat memenuhi kebutuhan *Chaetoceros gracillis* untuk tumbuh. Sehingga, grafik populasi mengalami penurunan pada akhir pengamatan. Hal ini berarti ketersediaan nutrisi pada media kultur dalam jumlah tertentu mutlak diperlukan. Cornelius (1999), menyatakan bahwa salah satu penyebab kelimpahan fitoplankton menurun karena kurangnya nutrisi dalam perairan.

Oleh karena itu pemanenan sebaiknya dilakukan antara hari ke 6 dan ke 7, pada saat itu diestimasikan dapat diperoleh pertumbuhan maksimal. Pada hari ke-8 mulai mengalami penurunan. Disarankan supaya tidak terjadi penurunan

populasi diberikan pemupukan ulang atau juga dikenal dengan istilah peremajaan. Pemupukan ulang dalam satu periode kultur dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada kultur ke-2 sampai ke-4. Pupuk yang digunakan sama seperti pupuk yang digunakan pada awal pemupukan dengan dosis setengahnya. Pemanenan awal untuk *C. gracilis* sebaiknya dilakukan sebelum kematian yaitu pada hari ke-5 dan ke-6 (BPBAP, 2013).

Chaetoceros gracillis mampu memanfaatkan nutrisi yang ada di dalam limbah cair dari ampas brem. Dari grafik 1 juga dapat diketahui bahwa pemberian dosis yang sesuai dengan pertumbuhan *Chaetoceros gracillis* menghasilkan kelimpahan yang tinggi pula. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Pamukas (2011) yang menyatakan bahwa nutrisi yang didapat dari pemberian pupuk dengan dosis yang lebih tinggi akan mampu meningkatkan kelimpahan fitoplankton dalam wadah, kemudian perubahan parameter fisika kimia pada air merupakan faktor yang mengakibatkan kelimpahan fitoplankton pada tiap-tiap perlakuan tidak sama.

Nutrisi pada media kultur yang masih tersedia dan pertumbuhan sel akan dipengaruhi oleh ketersediaan unsur utama dalam lingkungan kultur yaitu berupa C, H, O, N, P, K, S, Ca, Fe, Mg dan keberadaan unsur mikronutrien. Komponen vitamin yang ditambahkan bersamaan dengan pupuk diatom dapat mempercepat pertumbuhan sel. Selain itu, kondisi lingkungan juga berpengaruh terhadap perkembangan sel *C.gracilis* yang dikultur, yaitu suhu, cahaya, pH, dan konsentrasi nutrisi dalam media (Hermanto dkk, 2011).

Unsur yang paling penting dibutuhkan dalam kultur *Chaetoceros* sp adalah N, P dan Si. Nutrien utama yang paling dibutuhkan fitoplankton bagi pertumbuhan adalah nitrogen dalam bentuk nitrat (Nybakken 1988). Menurut Richmond (1986), kandungan nitrogen yang berlebih dapat menghambat proses biosintesis sel alga. Kandungan nutrisi P yang berlebih maupun kurang dapat

berdampak negatif padapertumbuhan sel. Konsentrasi P berlebih maka akan menghambat proses asimilasi senyawa P bagi pertumbuhan, bila konsentrasi P rendah akan mengganggu proses pembentukan ATP sehingga pertumbuhan sel terbatas. Diatom tidak bisa bertahan hidup dengan pasokan Si yang kurang karena silikat tidak hanya diperlukan dalam pembentukan dinding sel, tetapi juga diperlukan untuk sintesis asam deoksiribonukleat (Krichnavaruk *et al.*, 2005).

Media yang digunakan pada saat penelitian sangat berpengaruh terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. Semakin banyak nutrient yang tersedia, maka pertumbuhan fitoplankton juga akan meningkat. Hal ini disebabkan karena nutrient yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chaetoceros gracillis* tercukupi sehingga dapat digunakan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhannya.

Perbedaan kelimpahan *Chaetoceros gracillis* disebabkan karena pengaruh pemberian limbah cair Brem sebagai pupuk organik cair dengan dosis yang berbeda. Sehingga unsur hara atau nutrisi yang terkandung di setiap perlakuan juga berbeda pula. Keberadaan fitoplankton pada percobaan dapat didukung pertumbuhannya dengan pemupukan. Pupuk yang dapat digunakan diantaranya adalah pupuk organik. Menurut Sutejo (2002) pupuk organik juga dapat memperbesar populasi jasad renik di perairan. Menurut ACI Indonesia (2005) pupuk organik cair dapat memperbaiki standar kualitas air.

4.2 Parameter Kualitas Air

Faktor pendukung pertumbuhan fitoplankton selama kultur ialah kualitas air. Adapun parameter kualitas air yang diukur selama penelitian ini adalah : Suhu, DO (*Disolved Oksigen*), salinitas, derajat keasaman (pH), Nitrat dan orthofosfat.

4.2.1 Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas yang penting untuk kehidupan organisme, karena setiap organisme mempunyai kemampuan yang terbatas untuk mentolerir perubahan suhu yang terjadi pada lingkungannya. Organisme akan tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi suhu yang optimalnya. Kondisi dibawah atau diatas suhu optimal akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan organisme, Bahkan pada suhu yang ekstrim, organisme mungkin akan mengalami kematian (Wahyudi, 1999), selanjutnya Effendie (2003) berpendapat bahwa peningkatan suhu disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi.

Data hasil pengukuran suhu pada media *Chaetoceros gracillis*. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2. Sedangkan nilai suhu dapat dilihat pada tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8 . Hasil pengukuran suhu selama penelitian

Perlakuan	Kisaran suhu ($^{\circ}\text{C}$)
K	28,0 – 30,4
A	28,2 – 29,4
B	27,8 – 30,5
C	27,9 – 31,3
D	28,1 – 30,9

Hasil pengukuran suhu pada masing – masing perlakuan dapat dilihat dengan kisaran seperti tabel 5 diatas, pengukuran suhu terendah didapat dalam perlakuan B3 (1 ml) pada hari ke 2 dengan nilai $27,8^{\circ}\text{C}$ dan nilai tertinggi terdapat dalam perlakuan C2 (1,5 ml) dengan nilai $31,1^{\circ}\text{C}$ ini masih dalam kisaran suhu optimal dimana *Chaetoceros gracillis* masih dapat tumbuh dan

berkembang dengan baik pada lingkungannya yang diberi pupuk organik cair dari ampas brem tersebut.

Menurut Barus (2002), pola temperatur air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya. Namun hal ini tidak menjadi masalah, karena kisaran suhu selama kultur masih dalam batas optimal. Menurut Kawaroe (2012) *Chaetoceros* sp. dapat bertahan hidup pada suhu dengan kisaran 20 - 30°C (pertumbuhan terjadi secara normal), sedangkan suhu optimalnya adalah 25 - 30 °C (Kawaroe et al., 2010). Laju fotosintesis dipengaruhi oleh suhu, khususnya reaksi enzimatik. Perubahan temperatur dapat menyebabkan terjadinya proses perubahan kondisi kimia dan biologi perairan (Aunurohim dkk, 2009). Pada beberapa mikroalga, temperatur kultur di atas 32°C dapat menyebabkan letal, akan tetapi genus *Chaetoceros* sp masih dapat bertahan hidup pada suhu 40°C (Kinoshita, 2001).

4.2.2 Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran Oksigen Terlarut (DO) pada media *Chaetoceros graciliis*. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3. sedangkan nilai rata-rata pengukuran Oksigen Terlarut dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9 . Hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian

Perlakuan	Kisaran DO (mg/L)
K	6,14 - 7,12
A	6,29 – 7,03
B	6,29 – 6,71
C	6,04 – 7,18
D	6,15 – 7,23

Nilai kandungan oksigen terlarut terendah terletak pada perlakuan C2 (1,5 ml) pada pengukuran pertama (hari ke 2) dengan nilai kandungan oksigen

terlarut yakni sebesar 6,04 mg/l. sedangkan nilai kandungan oksigen terlarut tertinggi terletak pada perlakuan D (2 ml) pada pengukuran keempat (hari ke 8) dengan nilai kandungan oksigen terlarut yakni sebesar 7,23 mg/l.

Kenaikan DO diduga karena adanya hasil fotosintesis berupa oksigen terlarut dari *Chaetoceros gracilis*. Subarijanti (2005) dalam Pradana (2012) menjelaskan bahwa oksigen terlarut dalam perairan didapatkan dari hasil fotosintesis tumbuhan berklorofil.

Sementara penurunan DO diduga karena adanya proses dekomposisi yang membutuhkan oksigen untuk menguraikan sel-sel *Chaetoceros gracilis* yang telah mati setelah terhentinya fase eksponensial oleh mikroba aerob agar menghasilkan nutrien-nutrien yang dapat dimanfaatkan oleh *Chaetoceros gracilis*. Aerasi mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam kultur. Aerasi dapat meningkatkan oksigen dalam air dan mampu menguapkan senyawa atau bahan yang menyebabkan bau atau rasa yang tidak diinginkan oleh perairan. Pemberian aerasi akan memperpanjang fase pertumbuhan eksponensial algae karena aerasi mampu mencegah pengendapan mikroalga (Pradana, 2012).

4.2.3 Salinitas

Salinitas merupakan salah satu sifat kimia air yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan organisme air. Kisaran salinitas yang berubah-ubah dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Beberapa mikroalga dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang tinggi tetapi ada juga yang dapat tumbuh dalam kisaran salinitas rendah. Namun, hampir semua jenis mikroalga dapat tumbuh optimal pada salinitas sedikit dibawah habitat asal. (Fachrullah, 2011).

Hasil pengukuran salinitas pada media *Chaetoceros gracillis* selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 4 sedangkan nilai rata-rata pengukuran salinitas dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10 . Hasil pengukuran rata – rata salinitas selama penelitian

Perlakuan	Kisaran salinitas (%)
K	30 – 34
A	30 – 34
B	30 – 34
C	30 – 34
D	30 – 34

Dilihat dari tabel pada pengamatan 1 (hari ke 2) masing - masing perlakuan, nilai salinitas sebesar 30 ppt dan mengalami kenaikan pada pengamatan ke-4 (hari ke 8) menjadi 34 ppt. Hal ini bisa terjadi karena adanya adanya proses penguapan. Pradana (2012) menyebutkan penyebab naiknya dan turunnya salinitas diakibatkan adanya proses penguapan dan pengembunan karena iklim yang berubah. Salinitas yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada kadar salinitas yang digunakan oleh Balai Pengembangan Budidaya Air Payau Situbondo dalam mengkultur *Chaetoceros gracillis*, karena *Chaetoceros gracillis* yang digunakan diambil dari sana dengan menggunakan salinitas sebesar 30 ppt.

4.2.4 pH

Hasil pengukuran pH pada media *Chaetoceros gracillis* selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 5. Sedangkan hasil rata – rata pengukuran pH selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 . Hasil rata-rata pengukuran oksigen terlarut selama penelitian

Perlakuan	Kisaran pH
K	7,28 – 8,40
A	7,26 – 8,45
B	7,12 – 8,36
C	7,15 – 8,32
D	7,03 – 8,35

Hasil penelitian pengukuran derajat keasaman (pH) pada media kultur *Chaetoceros gracillis* terhadap pupuk organik ampas brem dengan dosis yang berbeda berkisar 7,03 – 8,45. Nilai pH ini masih berada pada kisaran pH yang optimal untuk kelangsungan pertumbuhan *Chaetoceros gracilis*. Menurut Jusadi (2003) menjelaskan bahwa fitoplankton dapat mentolerir pH dari 7-9. Menurut Efendi (2003), hampir sebagian besar biota akuatik menyukai nilai pH sekitar 7-8.

Kondisi pH yang mengalami perubahan seperti ini bisa terjadi karena adanya proses penguraian bahan organik. Arisa (2013), menyebutkan bahwa jika bahan organik di perairan mengalami penurunan karena adanya proses penguraian maka akan meningkatkan nilai pH, sebaliknya jika bahan organik tinggi maka pH akan turun.

4.2.5 Nitrat

Berikut adalah hasil pengukuran nitrat dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan hasil rata – rata penelitian pengukuran nitrat dapat dilihat pada Tabel 12 berikut :

Tabel 12. Hasil pengukuran nitrat selama penelitian

Perlakuan	Kisaran nitrat
K	0,50 – 1,01
A	0,51 – 1,03
B	0,55 – 1,12
C	0,59 – 1,18
D	0,71– 1,21

Pengukuran nitrat pada kultur *Chaetoceros gracilis* didapatkan hasil yang fluktuatif berkisar antara 0,50 - 1,21 mg/l. Menurut beberapa peneliti, Kadar N di perairan sangat kecil, umumnya kurang dari 5 mg/l dengan batas minimal untuk pertumbuhan alga adalah 0,35 mg/l dan nitrogen tidak menjadi faktor pembatas bagi algae pada umumnya, misalnya untuk jenis diatome dan cyanophyta (Subarijanti, 2005).

Pengamatan yang dilakukan selama penelitian menunjukkan bahwa kandungan nitrat mengalami penurunan. Penurunan ini dapat terjadi karena nitrat dimanfaatkan oleh *Chaetoceros gracilis* dan terjadinya peningkatan nitrat bisa disebabkan karena terjadinya proses perombakan sel-sel yang telah mati menjadi nutrien-nutrien yang dapat dimanfaatkan kembali oleh *Chaetoceros gracilis*. Handajani (2006) menyebutkan besarnya kandungan nitrat pada perlakuan dikarenakan kepadatan *Chaetoceros gracilis* yang tinggi, sehingga pada saat pengukuran kualitas air, *Chaetoceros gracilis* mengalami kematian kemudian terurai menjadi nitrat.

Cholik (1986) menyatakan bahwa algae yang telah mati akan mengalami proses dekomposisi dan membusuk. Terjadinya pembusukan oleh bakteri tersebut akan meningkatkan kadar amonia (NH_3) di dalam air. Kemudian Subarijanti (2005) menyatakan bahwa amonia dalam bentuk anion bersifat racun dan sangat berbahaya bagi semua kehidupan, namun dalam keadaan aerob di dalam air akan berubah menjadi amonium (NH_4) dengan reaksi sebagai berikut :



Kemudian terjadi proses nitrifikasi yang dibantu oleh bakteri nitrosomonas maka NH_4OH akan berubah menjadi nitrit. Selanjutnya bakteri nitrobacter akan membentuk nitrit menjadi nitrat yang sangat berguna bagi kehidupan. Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan digunakan sebagai nutrien utama untuk pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat merupakan

sumber nitrogen dalam air laut maupun air tawar. Bentuk lain dari senyawa ini adalah amonia, nitrit dan komponen organik (Effendi,2003).

4.2.6 Pospat

Berikut adalah hasil pengukuran pospat dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan hasil rata – rata penelitian pengukuran nitrat dapat dilihat pada Tabel 13 berikut :

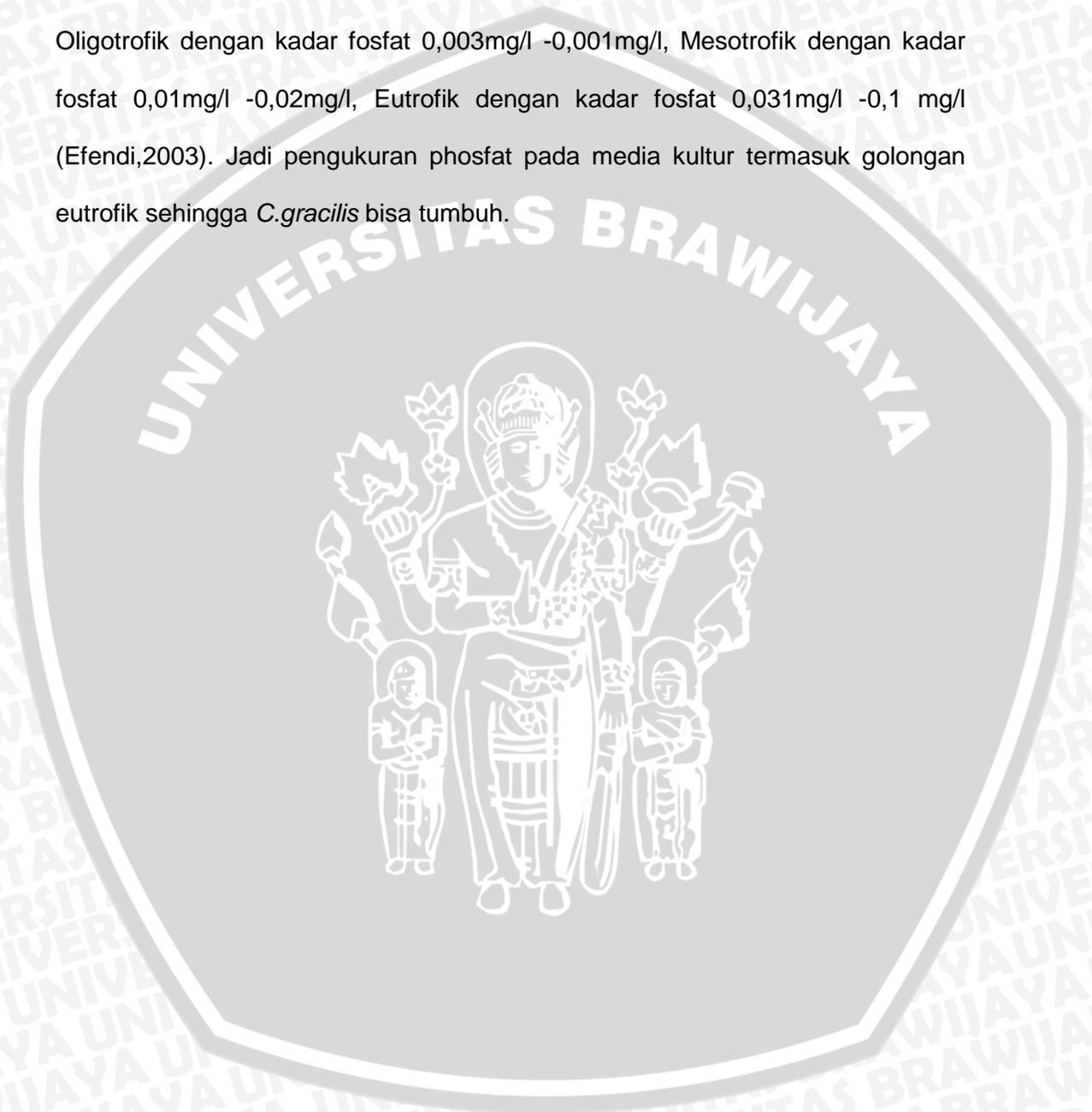
Tabel 13 . Hasil kisaran pengukuran pospat selama penelitian

Perlakuan	Kisaran pospat
K	0,26 – 0,62
A	0,30 – 0,74
B	0,33 – 0,77
C	0,35 – 0,97
D	0,45 – 1,00

Pengukuran pospat pada kultur *Chaetoceros gracilis* didapatkan hasil yang fluktuatif berkisar antara 0,26 – 1,00 mg/l. Pada awal pengamatan pada perlakuan yang diberi perlakuan pupuk organik dari ampas Brem memiliki kadar fosfat yang tinggi hal ini disebabkan karena kebanyakan limbah yang berasal dari industri mempunyai kadar orthofosfat yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Ginting (2011) yang menyatakan bahwa selain sumber alami, senyawa fosfat juga dapat bersumber dari faktor antropogenik yang antara lain berasal dari limbah rumah tangga seperti detergen, limbah pertanian (pupuk), limbah perikanan dan limbah industri. Pada pengamatan berikutnya hingga akhir, kandungan ortofosfat cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh menurunnya aktivitas penguraian yang mengakibatkan penurunan bahan organik yang ada pada tiap perlakuan.

Fosfor diperairan terbagi menjadi tiga bentuk, yaitu Orthoposfat, Metaphosfat dan Polyphosfat. Namun hanya Orthoposfat yang dapat

dimanfaatkan oleh algae. Fosfor merupakan unsur esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan algae. Kadar Fosfat pada perairan alami berkisar antara 0,005-0,02 mg/l. Kadar fosfor total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/l, berdasarkan kadar ortofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi 3 yaitu : Oligotrofik dengan kadar fosfat 0,003mg/l -0,001mg/l, Mesotrofik dengan kadar fosfat 0,01mg/l -0,02mg/l, Eutrofik dengan kadar fosfat 0,031mg/l -0,1 mg/l (Efendi,2003). Jadi pengukuran phosfat pada media kultur termasuk golongan eutrofik sehingga *C.gracilis* bisa tumbuh.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pemberian perlakuan pupuk organik dari limbah ampas brem dengan dosis yang berbeda menunjukkan perbedaan kelimpahan pada *Chaetoceros gracillis* dengan analisis ragam F hitung $(257,4499) > F$ tabel 1% $(3,56) > F$ tabel 5% $(2,48)$.
- Dari uji BNT menunjukkan bahwa kelimpahan *Chaetoceros gracillis* pada semua perlakuan pupuk menunjukkan perbedaan secara nyata terhadap kelimpahan *Chaetoceros gracillis*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut :

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui dosis optimum penggunaan limbah ampas brem dalam penerapan sebagai pupuk organik dalam kultur fitoplankton.
- Perlu dilakukan penerapan penggunaan ampas brem sebagai pupuk organik untuk mengurangi pencemaran limbah industri brem di sekitar lingkungan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI-Indonesia. 2005. Super ACI khusus Pertanian. <http://www.aci-indonesia.co.id/indoproduk.html>. diakses tanggal 4 april 2014.
- Anwar, E.K dan H.Suganda. 2006. Pupuk Limbah Industri. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Bogor
- Armeinachevana. 2012. Brem (Mikropangan). [http:// BREM \(mikropangan\) armeinachevana.html](http://BREM(mikropangan)armeinachevana.html). diakses 24 Desember 2013
- Balai Pengembangan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo. 2013. Produksi Pakan Alami. Departemen Perikanan dan Kelautan. Situbondo.
- Bang D, Son T, Ninh B. 2004. A comparison of yield and quality of the Rotifer (*Brachionus plicatilis*-L strain) fed different diets under aquaculture conditions. *Asian Fish Sci* 17:357-363
- Barus, Sinagar, dan Tarigan. 2002. Produktivitas primer fitoplankton dan hubungannya dengan faktor fisik kimia air diperairan parapat, danau Jurusan Biologi Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Bold HC, Wayne MJ. 1985. *Introduction to the Algae Structure and Reproduction*. USA: Prentice hall, Inc.
- Castro, P. dan M. E. Huber. 2007. *Marine Biology*. New York: MacGraw-Hill Higher Education. New York. 460 h.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Ekawati, A.W. 2005. *Budidaya Makanan Alami*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Ermayanti, 2011. *Komponen kimia Chaetoceros gracilis yang dikultivasi di outdoor menggunakan media pupuk NISP*. Departemen teknologi hasil perairan fakultas perikanan dan kelautan Bogor 2011
- Fachrullah, Muhammad Rezza. 2011. *Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis Chlorella sp dan Nannochloropsis sp. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka*. Skripsi. Bogor: IPB: 102 hlm
- Fraksi Kabupaten Madiun. 2012. *Fraksi Respon BBM Alternatif dari Ampas Brem*. [http:// Fraksi Respons BBM Alternarif dari Ampas Brem.html](http://FraksiResponsBBMAlternatifdariAmpasBrem.html). diaksestanggal 2 Februari 2014
- Hanafiah, A. K. 2010. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Handajani, H dan Sri, D,h. 2002. *Budidaya Perairan*. UMM Press: Malang

Handajani, Hany. 2006. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga *Spirulina* sp. Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan-Perikanan. Universitas Muhammadiyah Malang

Haslam, S. M., 1995. River Pollution, an Ecological Perspective, Belhaven Press, London UK.

Herawati E.Y dan Kusriani. 2005. Planktonologi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya

Hermanto, Mochamad Bagus, Sumardi, La Choviya Hawa, Siti Masitha Fiqtinovri. 2011. Perancangan Bioreaktor Untuk Pembudidayaan Mikroalga. Jurnal Teknologi Pertanian Vol 12 No.3. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Isnansetyo Alim dan Kurniastuty (1995), Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton. Pakan Alam untuk pembenihan organism laut, Kanisius, Yogyakarta

Krichnavaruk, S., W. Loataweesup, S. Powtongsook and P. Pavasant. 2005. Growth Conditions and The Cultivation of *Chaetoceros calcitrans* Airlift Photobioreactor. Chemical Engineering Journal, 105 : 91–98.

Kordi, K dan Andi Baso Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. PT. Rhineka Cipta. Jakarta.

Kurniasih. 2001. Komposisi Nutrisi dan Pigmen *Spirulina platensis* Galur Lokal Ink Pada Berbagai Konsentrasi Nitrogen. Jurusan Kimia. FMIPA. IPB. Bogor.

Kurniawati, 2006. Peningkatan Produktivitas Kultur Diatom *Chaetoceros amami* Melalui Optimasi Rasio N:P:Si (Tesis). Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Novitasari 2013. Pembuatan Brem Padat. [http:// pembuatan brem padat.blogspot.com / 2013 / 12 / proses - pembuatan-brem-padat.html](http://pembuatanbrem padat.blogspot.com / 2013 / 12 / proses - pembuatan-brem-padat.html). diakses tanggal 25 april 2014 jam 7.18 WIB

Novotny, V. dan Olem, H., 1994. Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold, New York. 1054.

Pamukas, N A. 2011. Perkembangan kelimpahan fitoplankton dengan pemberian pupuk organik cair. Berkala perikanan terubuk. ISSN 0126-6265. Hlm. 79-90

Pratiwi, Alberta Rika. 2010. Kajian protein yang mengkatalis pembuatan silika dan asam lemak tak jenuh rantai panjang diatom laut *Chaetoceros gracilis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.

Putero, S,H dan Dhani, A. 2008. Peran Sertifikasi ISO 9000 dalam Pengelolaan Limbah Industri Kulit. Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. ISSN 1440-6086

Putri, 2011. Studi Morfologi Sel Mikroalga Laut. pada Kultur Murni In Vitro. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Malang : Universitas Brawijaya.

Reisya Amanatin Dwi dan Nurhidayati, 2013. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) dengan Pupuk Urea Terhadap Kadar Protein *Spirulina* sp. Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol.2 No.2(2337-3520). ITS Surabaya.

Richmond, A. 1986. CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Inc. Florida. pp. 199-244.

Rina, S; S. Purwati; H. Hardiani dan A. Surachman. 2002. Pengaruh kompos dari limbah lumpur IPAL industri kertas terhadap tanaman dan tanah. Prosidin Seminar Teknologi Selulosa. 24 oktober 2002. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa. Bandung

Rostini I. S. Pi. 2007. Kultur Fitoplankton *Chlorella* sp. Pada Skala Laboratorium. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Padjajaran. Bandung. Hal 33-36.

Rusdi, U.D.1992. Fermentasi Konsentrat Campuran Bungkil Biji Kapuk dan Onggok serta Implikasi efeknya terhadap pertumbuhan ayam broiler. Disertasi. Universitas Padjajaran. Bandung

Sarief, E.S. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung. 220 Hal.

Setiawati, M.D. 2009. Uji toksisitas dan timbal pada mikroalga *Chaetoceros gracilis*. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Insitut Pertanian Bogor.

Silalahi Juliana, 2010. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik Di Perairan Balige Danau Toba. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.

Simanungkalit. 2006. Organic Fertilizer and Biofertilizer. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Standar Nasional Indonesia. 1989. *Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air Edisi Akhir 2006*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Su'i, M; Suprihana; Sri, R.A. 2011. Pemanfaatan Limbah Brem Sebagai Bahan Untuk Pembuatan Dodol. Fakultas Pertanian. Universitas Widyagama : Malang

Suin, N. M., 2002. Metoda Ekologi. Universitas Andalas. Padang.

Suprpto. 2011. Metode Analisis Parameter Mutu Air untuk Budidaya Udang. Shrimp Clb Indonesia

Sutedjo, M,M. 2008. Pupuk dan Pemupukan. Rineka Cipta : Jakarta

Sutomo. 2005. Kultur tiga jenis mikroalga (*Tetraselmis* sp., *Chlorella* sp., dan *Chaetoceros gracilis*) dan pengaruh kepadatan awal terhadap pertumbuhan *Chaetoceros gracilis* di laboratorium. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* No. 37 : 43 – 58.

Suyono Eko Agus dan Winarto Haryadi. 2006. Optimasi Media untuk Produksi Biomasa Mikroalga *Chaetoceros* sp. dan Analisis Kandungan Asam Tak Jenuhnya. Seminar Nasional UGM. Fakultas Biologi UGM.

Ulfa, B. 1996. Studi Tentang Penambahan Tepung Ubi Kayu dan Jenis Gula Dalam Pembuatan Dodol Limbah Brem. SKRIPSI. Fakultas Pertanian. Universitas Widyagama : Malang.

Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1984 Tentang Perindustrian. Jakarta

Utomo N.B.P, Winarti dan A.Erlina, 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang Dikultur dengan Pupuk Inorganik (Urea, TSP dan ZA) dan Kotoran Ayam. *Jurnal Akuakultur Indonesia* Vol.4(1) Hal: 41-48.

Wahyudi, P.1999.Chlorella: Mikroalga Sumber Protein Sel Tunggal. *Jurnal Sains dan Teknologi* ,1(5): 35-41

Widianingsih, Ridho Ali, Hartati Retno dan Harmoko, 2008. Kandungan Nutrisi yang Dikultir Pada Media yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Kelautan* Vol.13 (3) No. 167-170. Universitas Dipenogoro. Semarang.

Winarno, F.G. 1993. Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Yuliana F dan Fitri N. 2009. Pembuatan Pupuk Organik (kompos) dari Arang Ampas Tebu dan Limbah Ternak. Fakultas Pertanian. Universitas Muria. Kudus

Zakiah, U. 1992. Pemupukan Tanah dan Air. Diklat Kuliah. Universitas Brawijaya: Malang

LAMPIRAN – LAMPIRAN

Lampiran 4. Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Perlakuan	Hasil pengamatan suhu ($^{\circ}\text{C}$) Hari ke-				
	0	2	4	6	
K1	28,8	28,0	29,8	29,5	31,1
K2	28,9	28,0	29,4	29,1	30,4
K3	28,0	28,3	29,7	29,5	30,2
A1	28,2	28,9	28,2	29,1	29,3
A2	29,0	28,3	28,2	29,3	29,4
A3	28,0	28,5	28,7	29,1	29,4
B1	28,0	28,0	28,8	30,5	30,3
B2	29,0	28,3	28,7	29,8	29,3
B3	29,0	27,8	29,0	30,3	29,3
C1	29,0	28,9	28,8	30,7	28,9
C2	28,1	28,7	28,5	31,3	29,0
C3	28,0	27,9	28,4	30,8	28,3
D1	28,5	28,9	28,9	30,6	28,3
D2	28,7	28,9	29,7	30,8	29,3
D3	29,0	28,1	29,9	30,9	29,1

Lampiran 5. Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/liter)

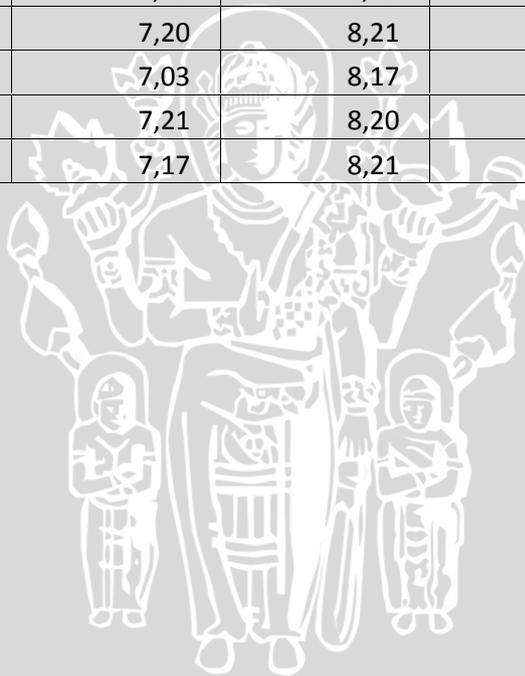
Perlakuan	Hasil pengamatan Oksigen Terlarut (mg/liter) Hari ke-				
	0	2	4	6	8
K1	6,60	6,14	6,37	6,59	7,24
K2	6,09	6,94	6,65	6,45	7,12
K3	6,20	6,30	6,25	6,47	7,10
A1	6,33	6,33	6,67	6,30	7,03
A2	6,16	6,48	6,41	6,96	6,53
A3	6,77	6,39	6,30	6,29	6,47
B1	6,86	6,37	6,30	6,53	6,71
B2	6,32	6,29	6,36	6,34	6,26
B3	6,49	6,38	6,40	6,20	6,68
C1	6,08	6,35	6,90	6,43	7,18
C2	6,12	6,04	6,15	6,24	6,10
C3	6,35	6,14	6,22	6,23	6,14
D1	6,32	6,67	6,33	6,32	7,16
D2	6,14	6,33	6,28	6,15	6,78
D3	6,08	6,21	6,59	6,60	7,23

Lampiran 6. Pengukuran Salinitas (ppt)

Perlakuan	Hasil pengamatan Salinitas (ppt) Hari ke-				
	0	2	4	6	8
K1	30	31	32	33	33
K2	30	31	32	33	34
K3	30	32	31	32	33
A1	30	31	32	32	32
A2	30	31	32	33	34
A3	30	31	32	33	33
B1	30	32	31	33	32
B2	30	32	32	33	34
B3	30	32	32	33	34
C1	30	32	31	33	34
C2	30	32	31	33	33
C3	30	31	31	33	33
D1	30	31	31	33	34
D2	30	31	31	33	33
D3	30	31	31	33	34

Lampiran 7. Pengukuran pH

Perlakuan	Hasil pengamatan pH Hari ke-				
	0	2	4	6	8
K1	7,97	7,28	8,09	8,32	8,21
K2	7,86	7,44	8,06	8,37	8,12
K3	7,77	7,35	8,21	8,40	8,18
A1	7,69	7,26	8,21	8,41	8,16
A2	7,45	7,37	8,02	8,45	8,21
A3	7,36	7,22	8,11	8,31	8,18
B1	7,02	7,16	8,12	8,34	8,11
B2	7,31	7,12	8,23	8,36	8,14
B3	7,12	7,20	8,23	8,30	8,20
C1	7,35	7,17	8,20	8,27	8,32
C2	7,78	7,15	8,29	8,20	8,22
C3	7,19	7,20	8,21	8,31	8,19
D1	7,06	7,03	8,17	8,27	8,15
D2	7,17	7,21	8,20	8,35	8,02
D3	7,98	7,17	8,21	8,32	8,11



Lampiran 8. Pengukuran Nitrat (mg/liter)

Perlakuan	Hasil pengamatan Nitrat (mg/liter)	
	1	8
Hari ke -		
K1	0,50	0,62
K2	0,72	0,97
K3	0,76	1,01
A1	0,51	0,95
A2	0,81	1,03
A3	0,79	0,91
B1	0,51	0,88
B2	0,55	0,78
B3	0,98	1,12
C1	0,88	0,72
C2	0,67	0,59
C3	0,66	1,08
D1	0,71	1,18
D2	0,68	1,21
D3	0,98	1,00

Lmpiran 9. Pengukuran Ortofosfat (mg/liter)

Perlakuan	Hasil pengamatan Ortofosfat (mg/liter)	
	1	8
Hari ke -		
K1	0,62	0,44
K2	0,55	0,46
K3	0,36	0,26
A1	0,74	0,51
A2	0,56	0,50
A3	0,62	0,30
B1	0,96	0,56
B2	0,78	0,33
B3	0,77	0,71
C1	0,97	0,31
C2	0,88	0,38
C3	0,53	0,35
D1	0,56	0,39
D2	0,46	0,32
D3	1,00	0,45

Lampiran10. Alat dan Bahan yang digunakan Penelitian

Alat	Bahan	Parameter	nit
Toples volume 5 L Haemocytometer Mikroskop Selang Aerator Aerator	Air Laut Aquadest Bibit <i>Chaetoceros sp.</i> Tissue Limbah cair brem	Kelimpahan <i>Chaetoceros sp</i>	nd/ml
DO Meter	Air dari media Tissue Aquadest	Oksigen Terlarut (DO)	g/L
pH Pen	Air dari media Tissue Aquadest	Derajat Keasaman (pH)	
Refraktometer	Air dari media Tissue Aquadest	Salinitas	pt
Cawan Porselen Spatula Pipet tetes Pipet volume Bola hisap Gelas ukur Cuvet Spektrofotometer Washing bottle Hot plate	Air dari media Asam fenol disulfonik Aquadest Larutan NH ₄ OH Kertas label	Nitrat	g/L
Beaker glass Pipet tetes Gelas ukur Spektrofotometer Cuvet	Air dari media Ammonium molybdate Larutan SnCl ₂ Kertas Label	Fosfat	g/L
Beaker glass Pipet tetes Gelas ukur Spektrofotometer Cuvet	Air dari media Ammonium molybdate Larutan SnCl ₂ Kertas Label	Fosfat	g/L

PERHITUNGAN

Kelimpahan *Chaetoceros gracillis*. (ind/ml)

Perlakuan	Lama Hari (ind/ml) x 10 ³	Lama Hari (ind/ml) x 10 ³								total
		0	1	2	3	4	5	6	7	
K1	2	20,2	29,2	36,3	40	44,6	50,6	55,8	51,2	329,9
K2	2	19	29,6	32,6	38,8	45,8	52,2	54,8	50,8	325,6
K3	2	18,8	32,2	36,8	40,6	44,2	51,6	56,2	51,2	333,6
Jumlah	6	58	91	105,7	119,4	134,6	154,4	166,8	153,2	989,1
A1	2	26,4	31,4	38,2	45,3	51,4	57,2	65,6	55,4	372,9
A2	2	28,8	32,2	36,2	46,6	52,4	59,2	68,6	54,2	380,2
A3	2	24,4	33,8	36,8	46,2	54,8	59,4	69,4	55,8	382,6
Jumlah	6	79,6	97,4	111,2	138,1	158,6	175,8	203,6	165,4	1135,7
B1	2	31,2	34,4	40,2	51,4	61,2	74,2	85,8	64,4	444,8
B2	2	33,2	36,2	43,2	55,4	64,2	72,6	83,2	71,4	461,4
B3	2	31,6	36,4	44,6	56,8	63,4	72,2	81,2	66,7	454,9
Jumlah	6	96	107	128	163,6	188,8	219	250,2	202,5	1361,1
C1	2	34,2	37,8	51,2	62,4	78,4	86,2	119,2	73,4	544,8
C2	2	34,8	37,4	54,6	68,4	75,4	91,2	101,6	98,4	563,8
C3	2	36,4	38,2	54,6	66,2	83,4	84,2	107,4	83,6	556
Jumlah	6	105,4	113,4	160,4	197	237,2	261,6	328,2	255,4	1664,6
D1	2	36,4	38,2	4,6	8,2	7,4	8,4	20,2	4,2	579,6
D2	2	34,2	40,6	6,4	66,2	8,4	2,4	115,4	89,2	564,8
D3	2	36,2	38,6	58,2	62,2	4,6	89,4	8,2	1,4	530,8
Jumlah	6	106,8	117,4	179,2	196,6	230,4	260,2	33,8	244,8	1675,2

$$FK = \frac{(989,1 + 1135,7 + 1361,1 + 1664,6 + 1675,2)^2}{135}$$

$$= 345.112,4$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(989,1)^2 + (1135,7)^2 + (1361,1)^2 + (1664,6)^2 + (1675,2)^2}{27} - FK$$

$$= 14.069,58$$

$$JK \text{ W dalam perlakuan} = \frac{(6 + 58^2 + \dots + 71,4^2 + 244,8^2)}{3} - \frac{(989,1^2 + 1135,7^2 + \dots + 1675,2^2)}{27}$$

$$= 83.450,9$$

$$JK \text{ Total} = 329,9^2 + 325,6^2 + \dots + 564,8^2 + 530,8^2 - FK$$

$$= 98.750,1$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JKT} - (\text{JKP} + \text{JKWP}) \\
 &= 98.750,1 - (14.069,58 + 83.450,9) \\
 &= 1.229,62
 \end{aligned}$$

Daftar Analisis Ragam Kelimpahan *Chaetoceros gracillis*

SK	DB	JK	KT	FHIT	1%	5%
Perlakuan	4	14069,58	3517,39	257,4499	3,56	2,47
Waktu dalam perlakuan	40	83450,9	2086,27	152,7013	1,85	1,54
Galat	90	1229,62	13,6624			
Total	134	98.750,1				

Perhitungan Beda Nyata Terkecil

• **Perlakuan**

$$\text{SED} = \frac{\sqrt{2 \times \text{kt galat}}}{\text{Ulangan}}$$

$$\text{SED} = \frac{\sqrt{2 \times 13,6624}}{3}$$

$$\text{SED} = 3,017$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t \ 5\% \times \text{SED} \\
 &= 1,99 \times 3,017 \\
 &= 6,003
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 1\% &= t \ 1\% \times \text{SED} \\
 &= 2,63 \times 3,017 \\
 &= 7,93
 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Rerata	K = 36,63	A = 42,06	B = 50,41	C = 61,65	D = 62,04	Notasi
K = 36,63	-	5,43	13,78	25,02	25,41	a
A = 42,06	-	-	8,35	19,59	19,98	a
B = 50,41	-	-	-	11,24	11,63	b
C = 61,65	-	-	-	-	0,39	c
D = 62,04	-	-	-	-	-	c

Dari data rasio C:N kandungan limbah industri brem maka dapat dihitung N yang d

ilepaskan dari limbah cair brem

$$\text{Massa Jenis} = 1,25 \text{ mg/ml}$$

$$C = 0,029 \% = 0,0003$$

$$N = 0,023 \% = 0,0002$$

$$1 \text{ L} \times 0,0003 = 0,3 \text{ ml} \quad \text{C Substrat}$$

$$1 \text{ L} \times 0,0002 = 0,2 \text{ ml} \quad \text{N Substrat}$$

$$0,3 \times 0,05 = 0,015 \quad \text{Berat kering bakteri}$$

$$0,015 : 0,5 = 0,03 \quad \text{Bakteri}$$

$$0,03 \times 0,1 = 0,003 \quad \text{Berat kering bakteri N}$$

$$0,2 - 0,003 = 0,19 \text{ ml/l} \quad \text{Nitrogen yang dilepas ke perairan}$$

$$\text{Dosis } 0,5 = \frac{0,5 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{\text{ml}}{1,25 \text{ L}} = 0,4 \text{ ml}$$

$$\text{Dosis } 1 = \frac{1 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{\text{ml}}{1,25 \text{ L}} = 0,8 \text{ ml}$$

$$\text{Dosis } 1,5 = \frac{1,5 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{\text{ml}}{1,25 \text{ L}} = 1,2 \text{ ml}$$

$$\text{Dosis } 2 = \frac{2 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{\text{ml}}{1,25 \text{ L}} = 1,6 \text{ ml}$$

Untuk dosis 0,5 mg/l limbah yang dibutuhkan $\frac{0,4 \text{ ml/l}}{0,19 \text{ ml/l}} \times 5 = 10,52 \text{ ml}$ limbah

Untuk dosis 1 mg/l limbah yang dibutuhkan $\frac{0,8 \text{ ml/l}}{0,19 \text{ ml/l}} \times 5 = 21,05 \text{ ml}$ limbah

Untuk dosis 1,5 mg/l limbah yang dibutuhkan $\frac{1,2 \text{ ml/l}}{0,19 \text{ ml/l}} \times 5 = 31,57 \text{ ml}$ limbah

Untuk dosis 2 mg/l limbah yang dibutuhkan $\frac{1,6 \text{ ml/l}}{0,19 \text{ ml/l}} \times 5 = 42,10 \text{ ml}$ limbah