

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ABU AMPAS TEBU (BAGASE)
TERHADAP PERTUMBUHAN *Chaetoceros* sp.**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

FITROH YULIA UTAMI

NIM. 115080100111004



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ABU AMPAS TEBU (BAGASE)
TERHADAP PERTUMBUHAN *Chaetoceros* sp.**

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 :

FITROH YULIA UTAMI

NIM. 115080100111004



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ABU AMPAS TEBU (BAGASE)
TERHADAP PERTUMBUHAN *Chaetoceros* sp.

Oleh:

FITROH YULIA UTAMI
NIM. 115080100111004

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 3 Juli 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK dekan No. : _____
Tanggal : _____

Menyetujui

Dosen Penguji I

(Ir. Putut Widjanarko, MP)

NIP. 19540101 198303 2 006

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Herwati Umi S., MS)

NIP.19520402 198003 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)

NIP. 19560417 198403 2 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS)

NIP. 19570704 198403 2 001

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr.Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805198603 2 001

Tanggal :

RINGKASAN

Fitroh Yulia Utami. Skripsi. Pengaruh Pemberian Pupuk Abu Ampas Tebu (Bagase) Terhadap Pertumbuhan *Chaetoceros* sp. (Dibawah bimbingan Ir. **Herwati Umi Subarijanti, MS.** dan **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS.**)

Perkembangan industri yang semakin pesat akan menyebabkan persaingan untuk memberikan produk terbaik yang akan memenuhi keinginan konsumen. Selain memberikan manfaat, industri dalam bidang pangan seperti industri gula juga memberikan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi karena adanya pengolahan limbah berupa abu ampas tebu yang kurang baik sehingga dapat membahayakan kesehatan bagi masyarakat yang berada di sekitar lokasi industri tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian abu ampas tebu terhadap kualitas air pada media kultur serta manfaatnya sebagai pupuk alternatif dalam upaya meningkatkan pertumbuhan *Chaetoceros* sp. 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 pemberiaan limbah abu ampas tebu sebagai pupuk terhadap pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Dengan pemberian dosis yang berbeda berdasarkan kandungan Silika (Si) yang diperlukan plankton khususnya diatom yaitu sebesar : A (0,25 mg/l), B (0,5 mg/l), C (0,75 mg/l), D (1 mg/l). Penggunaan dosis tersebut mengacu pada kebutuhan silika yang dibutuhkan oleh *Chaetoceros* sp berdasarkan penelitian yakni sebesar 0,5 mg/l. Data primer diambil dari kelimpahan *Chaetoceros* sp. serta parameter kualitas air yakni suhu, pH, salinitas, Oksigen terlarut (DO), nitrat, orthofosfat dan silika.

Hasil penelitian diperoleh sebagai berikut bahwa jumlah kelimpahan tertinggi selama penelitian adalah pada perlakuan D = 262,2 sel/ml (pemberian dosis 1 mg/l) diikuti oleh perlakuan C = 165,2 sel/ml (pemberian dosis 0,75 mg/l), kemudian perlakuan B = 138,4 sel/ml (pemberian dosis 0,5 mg/l), perlakuan A = 72,4 sel/ml (pemberian dosis 0,25 mg/l) dan kemudian kontrol = 60 sel/ml (tanpa pemberian pupuk).

Hasil uji F menunjukkan bahwa pemberian pupuk abu ampas tebu berpengaruh nyata terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. Hal ini dapat dilihat dari F hitung (379,5) > Ftabel 1% (3,45) > 5% (2,43), berarti H1 diterima yang artinya pemberian pupuk abu ampas tebu dengan pemberian dosis yang berbeda menghasilkan perbedaan pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Kisaran parameter kualitas air pada media percobaan yaitu suhu 27^o – 28,3^o C, pH 7,03 – 8,38, salinitas 32 – 35 ppt, DO 6,04 – 7,12 mg/l, nitrat 0,68 - 1,78 mg/l, orthofosfat 0,52 – 2,06 mg/l, dan silika 0,67 – 2,50 mg/l. kisaran kualitas air tersebut tergolong baik dan masih dapat ditolelir oleh *Chaetoceros* sp.

Kesimpulan yang dapat disampaikan adalah bahwa abu ampas tebu tidak mempengaruhi kualitas air pada media kultur. Hal ini terlihat dari kisaran kualitas air yang tergolong baik. Perbedaan pemberian dosis pada media kultur menyebabkan pertumbuhan yang berbeda pula. Semakin tinggi dosis yang diberikan maka kelimpahan juga semakin tinggi. Saran yang dapat disampaikan bahwa abu ampas tebu dapat digunakan sebagai pupuk untuk pertumbuhan *Chaetoceros* sp.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah - Nya saya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ABU AMPAS TEBU (BAGASE) TERHADAP PERTUMBUHAN *Chaetoceros* sp". Hasil penelitian ini diharapkan akan mampu memberikan masukan dalam upaya pengelolaan limbah agar lebih bermanfaat dan tidak mencemari lingkungan sekitar.

Penulis menyakini bahwa dalam pembuatan Laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan Laporan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Malang, 1 Juli 2015

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Laporan Skripsi yang berjudul “PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ABU AMPAS TEBU (BAGASE) TERHADAP PERTUMBUHAN *Chaetoceros* sp.”, tentunya tidak sedikit kendala yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari semua pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah meimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada saya.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi panutan.
3. Kepada Bapak Mardius, Ibu Nur Futicha, dan adek M. Abimanyu Firdaus yang tak pernah lelah memberikan dukungan serta doanya.
4. Ir. Herwati Umi S., MS dan Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas bimbingan serta nasehat yang telah diberikan.
5. Ir. Putut Widjanarko, MP dan Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku dosen penguji yang telah meluangkan banyak waktunya,
6. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
7. Teman seperjuangan Lili dan bu Qhot, serta indra, itak, ciprut, gatul, ringgar, lia, oki, eka, ami, rizka, ratri, debby terima kasih atas dukungannya.
8. Teman-teman ARM'11 yang telah membantu selama ini, terima kasih atas bantuan moril hingga Skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Mohon maaf jika ada kata - kata yang tidak berkenan, sekian dan terima kasih.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesa.....	5
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5
1.6 Waktu dan Tempat.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Industri	6
2.2 Abu Ampas Tebu	7
2.3 Pemupukan.....	8
2.4 Pupuk Organik	9
2.5 Klasifikasi dan Morfologi <i>Chaetoceros</i> sp.....	11
2.6 Pertumbuhan <i>Chaetoceros</i>	13
2.7 Parameter Kualitas Air	14
2.7.1 Suhu	14
2.7.2 Derajat Keasaman (pH)	14
2.7.3 Salinitas.....	15
2.7.4 Oksigen Terlarut (DO)	15
2.7.5 Nitrat.....	16
2.7.6 Orthofosfat.....	16
2.7.7 Silika.....	17
3. MATERI DAN METODE	
3.1 Materi Penelitian	18
3.1.1 Pengambilan Data Penelitian.....	18
3.1.1 Pengambilan Data Penelitian.....	19
3.2 Metode Penelitian	19
3.2.1 Pengambilan Data Penelitian.....	19
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.4 Rancangan Penelitian.....	20

3.5	Prosedur Penelitian.....	22
3.5.1	Sterilisasi Air Laut sebagai Media Kultur	23
3.5.2	Persiapan Penelitian	23
3.5.3	Pelaksanaan Penelitian	24
3.6	Pengukuran dan Analisa Parameter Kualitas Air.....	28
3.6.1	Suhu.....	28
3.6.2	Derajat Keasaman (pH)	29
3.6.3	Salinitas	29
3.6.4	Oksigen Terlarut (DO)	29
3.6.5	Nitrat.....	30
3.6.6	Orthofosfat.....	30
3.6.7	Silika.....	30
3.7	Analisa Data	32

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

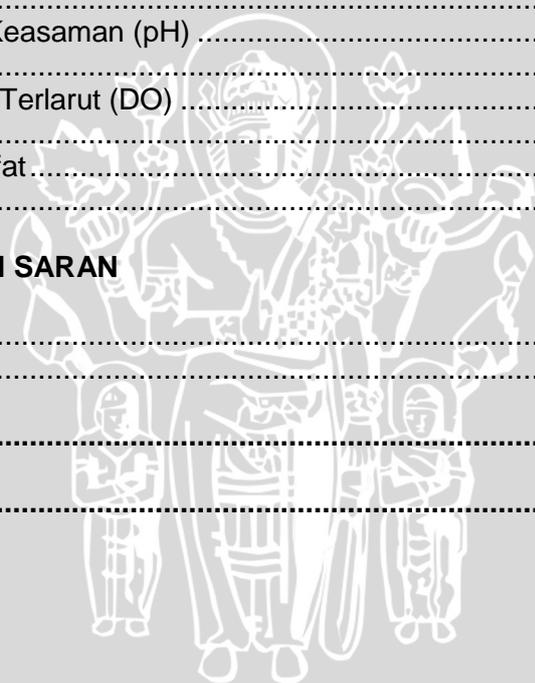
4.1	Kelimpahan <i>Chaetoceros</i> sp	34
4.2	Parameter Kualitas Air	40
4.2.1	Suhu.....	41
4.2.2	Derajat Keasaman (pH)	42
4.2.3	Salinitas	44
4.2.4	Oksigen Terlarut (DO)	45
4.2.5	Nitrat.....	48
4.2.6	Orthofosfat.....	50
4.2.7	Silika.....	52

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54

DAFTAR PUSTAKA.....	55
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	60
----------------------	-----------



DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Tabel Anova Rancangan Penelitian (RAL) Tersarang.....	21
2. Denah Rancangan Percobaan Acak Lengkap Tersarang	22
3. ANOVA Sidik Ragam Rancangan Acak Tersarang	33
4. Kelimpahan <i>Chaetoceros</i> sp.....	34
5. Daftar Analisis Sidik Ragam Kelimpahan <i>Chaetoceros</i> sp.	35
6. Uji BNT (Beda NyataTerkecil)	35
7. Rata – Rata Hasil Pengamatan Kualitas Air (Suhu,pH,Salinitas,dan DO) .	40
8. Rata – Rata Hasil Pengamatan Kualitas Air (Nitrat, Orthofosfat,Silika)	41



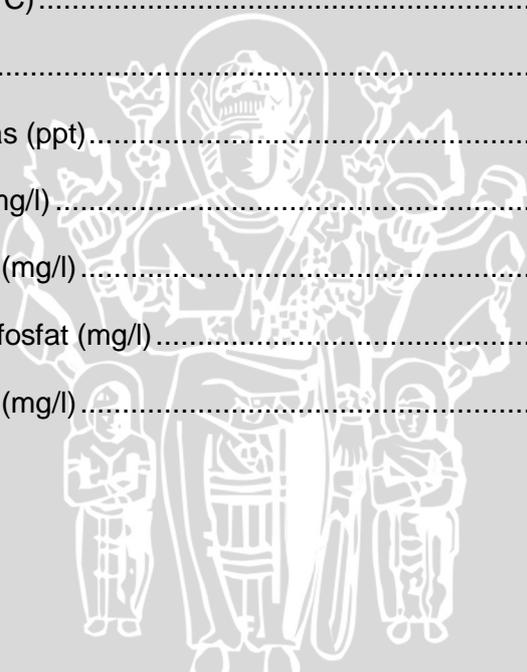
DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. <i>Chaetoceros</i> sp.....	12
2. Haemocytometer.....	26
3. Haemocytometer.....	26
4. Haemocytometer.....	27
5. Pertumbuhan <i>Chaetoceros</i> sp.....	37
6. Hasil Pengukuran Suhu.....	42
7. Hasil Pengukuran pH.....	44
8. Hasil Pengukuran Salinitas.....	45
9. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO).....	46
10. Hasil Pengukuran Nitrat.....	48
11. Hasil Pengukuran Orthofosfat.....	51
12. Hasil Pengukuran Silika.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Perhitungan Dosis yang Digunakan dalam Perairan	60
2. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	61
3. Perhitungan	62
4. Tabel Anova dan Uji BNT	64
5. Kelimpahan <i>Chaetoceros</i> sp dalam 10 ⁴ Selama Penelitian	65
6. RAL Tersarang Terhadap Kelimpahan <i>Chaetoceros</i> sp.....	66
7. Pengamatan Suhu (°C).....	67
8. Pengamatan pH.....	68
9. Pengamatan Salinitas (ppt).....	69
10. Pengamatan DO (mg/l).....	70
11. Pengamatan Nitrat (mg/l).....	71
12. Pengamatan Orthofosfat (mg/l).....	72
13. Pengamatan Silika (mg/l).....	73



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dewasa ini yang semakin meningkat akan memudahkan hidup masyarakat. Industri pangan bersaing untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Industri pabrik gula adalah salah satu industri besar yang ada di Jawa Timur. Selain menguntungkan karena dapat memenuhi kebutuhan konsumen, industri ini juga merugikan karena mengakibatkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi karena pengolahan limbah tidak dilakukan dengan baik sehingga dapat merusak lingkungan dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat.

Menurut Undang Undang tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup no 32 tahun 2009, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Penanganan, pencegahan, dan pemanfaatan limbah industri perlu digalakkan, agar limbah yang mengganggu dan 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).

Limbah merupakan buangan atau sesuatu yang tidak terpakai, dapat berbentuk cair, gas dan padat (Putra, 2011). Limbah yang dikeluarkan oleh suatu industri tidak semuanya merugikan tetapi limbah ini juga bermanfaat apabila dilakukan pengelolaan secara tepat. Dilihat dari kandungan limbah dapat digunakan sebagai sumber unsur hara sebagai sumber nutrisi bagi

pertumbuhan fitoplankton. Limbah industri gula merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan. Industri gula banyak mengandung bahan organik dan padatan terlarut. Limbah ampas tebu adalah salah satu limbah produksi yang memiliki kandungan organik tinggi, karena dalam limbah ampas tebu terdapat unsur hara makro dan mikro (Purnawan *et al*, 2012), sehingga limbah ampas tebu memiliki potensi untuk dijadikan pupuk.

Ampas tebu selama ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengolahan tebu. Abu hasil pembakaran ampas tebu yang tidak terkendali telah terbukti mengakibatkan masalah polusi udara sehingga perlu dipikirkan alternatif pemanfaatannya yang lebih berguna dan tanpa menyebabkan pencemaran lingkungan (Purnawan *et al*, 2012). Abu ampas tebu adalah limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik gula. Abu ampas tebu ini dihasilkan dari sisa pembakaran ampas tebu sebagai bahan bakar pada ketel uap yang dimanfaatkan untuk menjalankan alat berupa mesin penggilingan tebu.

Pupuk organik sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman 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, meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan (Simanungkalit, 2006). Pupuk merupakan suatu bahan yang diberikan sehingga dapat mengubah keadaan fisik, kimiawi, dan hayati dari tanah sehingga sesuai dengan tuntutan pemupukan (Sarief, 1989).

Pakan alami terutama mikroalga merupakan sumber protein, karbohidrat dan lemak. Menurut Indarmawan *et al.*, (2012) *Chaetoceros* sp. adalah salah satu pakan alami yang umum digunakan dalam marikultur karena memiliki kandungan protein yang tinggi dan mudah untuk dicerna. Penggunaan unsur

hara makro dan mikro dalam media kultur *Chaetoceros* sp. sangat penting untuk mendapatkan nilai produktivitas kultur yang tinggi serta kualitas biomassa yang baik sehingga kebutuhan *Chaetoceros* sp. dapat tercukupi untuk pakan alami.

Chaetoceros merupakan salah satu genus diatom penting dalam mikroalga laut, karena *Chaetoceros* merupakan genus terbesar dengan jumlah spesies sekitar 400. Secara ekologi genus ini juga berperan sebagai produsen primer serta merupakan makanan penting bagi biota lain, terutama udang (Setiawati,2009). *Chaetoceros* sp. adalah salah satu spesies diatom kelas Bacillariophyceae yang memiliki bentuk uniseluler, beberapa spesiesnya yang berkelompok membentuk koloni seperti rantai (Castro dan Huber, 2007). Sel diatom tertutup oleh dinding sel yang terbuat dari silikat, bahan yang keras seperti gelas. Diatom adalah pabrik fotosintesis yang efisien menghasilkan banyak makanan yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, dan oksigen sebagai hasil fotosintesisnya. Keberadaan diatom di perairan terbuka sangat penting, karena berperan sebagai produsen utama di daerah beriklim sedang dan kutub

Unsur hara untuk penelitian ini disediakan melalui pemupukan menggunakan limbah dari abu ampas tebu karena menurut asil analisa yang dilakukan di laboratorium FMIPA Universitas Brawijaya abu ampas tebu memiliki kandungan Silika sebesar 3,8 %. Terdapat beberapa unsur hara yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan *Chaetoceros* sp. yang ditumbuh kembangkan di dalamnya, diantaranya adalah seperti Silika yang dapat membantu pembentukan sel, Kandungan unsur kimia dalam abu ampas tebu dapat memenuhi kebutuhan unsur makro dan mikro *Chaetoceros* sp. Oleh karena itu ketersediaan unsur hara yang ada pada pupuk yang berasal dari abu ampas tebu mendasari dilakukan penelitian ini sehingga diharapkan dapat menjadi acuan bermanfaat bagi pengelolaan limbah industri sebagai pupuk yang baik dalam pembudidayaan *Chaetoceros* sp.

1.2 Rumusan Masalah

Perkembangan dunia industri tidak hanya memberikan manfaat yang baik tetapi juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar apabila limbah industri tidak dikelola dengan baik. Dampak negatifnya adalah pencemaran lingkungan. Abu ampas tebu merupakan salah satu limbah industri yang pengelolaannya belum optimal, sebenarnya abu ampas tebu memiliki kandungan bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk. Pemupukan dimaksudkan untuk menambah unsur hara untuk pertumbuhan alga sebagai pakan alami. *Chaetoceros sp* adalah salah satu jenis dari fitoplankton yang memiliki potensi yang tinggi untuk dikembangkan karena kandungan gizinya yang lengkap Triswanto (2011). Berdasarkan rumusan masalah diatas adanya pertanyaan sebagai berikut :

- Apakah abu ampas tebu dapat mempengaruhi kualitas air pada media kultur?
- Apakah abu ampas tebu dapat digunakan sebagai pupuk alternatif untuk menunjang pertumbuhan *Chaetoceros sp*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh pemberian abu ampas tebu terhadap kualitas air pada media kultur.
2. Mengetahui pengaruh pemberian abu ampas tebu dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chaetoceros sp*.

1.4 Hipotesis

H₀ : Diduga pemberian pupuk abu ampas tebu dengan dosis yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan terhadap kelimpahan *Chaetoceros sp*.

H1 : Diduga pemberian pupuk abu ampas tebu dengan dosis yang berbeda menunjukkan perbedaan terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp.

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memperluas kemampuan dan ketrampilan mahasiswa untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan limbah dari industri pabrik gula sebagai salah satu upaya alternatif bahan yang digunakan sebagai pupuk untuk budidaya plankton sebagai pakan alami.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2015 dengan melakukan eksperimen di laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang Sedangkan Penelitian terhadap kandungan abu ampas tebu di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 gula (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)

2.2 Abu Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan limbah pabrik gula yang banyak ditemukan dan dapat mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan. Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah diperas niranya dan telah melalui proses pembakaran pada ketel-ketel uap di mana ampas tebu ini digunakan sebagai bahan bakar pada ketel uap di pabrik gula. Ketel uap merupakan sumber pembangkit tenaga untuk menggerakkan alat penggilingan tebu (Rompas *et al.*, 2013).

Pembakaran ampas tebu (*bagase*) akan menghasilkan abu ampas tebu yang memiliki kandungan senyawa silika (SiO_2). Pozzolan adalah bahan tambahan yang berasal dari alam atau batuan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika. Pozzolan dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- Pozzolan alam: yaitu bahan alam yang merupakan sedimentasi dari abu atau larva gunung yang mengandung silika aktif.
- Pozzolan buatan: jenis ini merupakan sisa pembakaran dari tungku, maupun pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silika reaktif dengan proses pembakaran, seperti abu terbang (*Fly ash*), silika fume dan lain - lain (Tjokrodimuljo, 1996).

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum oicinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pembuatan gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagase*). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Ampas tebu selama ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengolahan tebu. Abu hasil pembakaran ampas tebu yang tidak terkendali telah terbukti mengakibatkan masalah polusi udara sehingga perlu dipikirkan alternatif

pemanfaatannya yang lebih berguna dan tanpa menyebabkan pencemaran lingkungan (Purnawan *et al.*, 2012).

2.3 Pemupukan

Menurut (Sarief, 1986), 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. 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 pengelolaannya baik tanah kolam, atau tambak maupun waktu dan dosis pupuk yang diberikan.

Pemupukan bertujuan mengganti unsur hara yang hilang dan menambah persediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan produksi dan mutu tanaman. Ketersediaan unsur hara yang lengkap dan berimbang yang dapat diserap oleh tanaman merupakan faktor yang menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman (Nyanjang *et al.*, 2003).

Terdapat dua jenis pupuk di pasaran yaitu pupuk anorganik dan organik. Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis dan merupakan hasil industri atau pabrik pembuat pupuk. Sedangkan pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat dibentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah

(Dewanto *et al.*, 2013). Berdasarkan asalnya pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk organik (pupuk alami) yang dikenal dengan pupuk kandang, pupuk hijau dan pupuk gambut. Sedangkan pupuk anorganik (pupuk buatan) merupakan semua jenis pupuk yang berasal dari bahan kimia anorganik dibagi menjadi dua berdasarkan kemurniannya, yaitu : pupuk anorganik teknis yang merupakan pupuk buatan, yaitu pupuk yang dibuat oleh pabrik dari bahan kimia anorganik seperti urea, NPK, dan TPS dan pupuk anorganik pro analisis (Amini dan Syamdi, 2005).

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.

2.4 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan hasil akhir perubahan atau penguraian dari bagian sisa-sisa tanaman, binatang atau buangan dari suatu industri makanan (disebut pupuk alam). Pupuk organik mengandung unsur utama yaitu nitrogen, phosphor serta kalium atau N,P,K yang tidak dapat digunakan secara langsung untuk tanah karena masih mengandung bahan-bahan kimia yang belum terproses. Pemberian pupuk organik juga dimaksudkan terutama untuk memperbaiki kondisi fisiknya selain untuk menambah unsur hara yang telah ada (Zakiyah, 1992). Pupuk organik mengandung bahan penting yang dapat

menciptakan kesuburan tanah baik fisik, kimia, dan biologis, dimana berfungsi sebagai pemantap agregat tanah disamping sebagai sumber hara penting tanah dan tanaman.

Definis pupuk di PP No. 8 tahun 2001 Bab 1 Pasal 1 yaitu, pupuk adalah bahan kimia atau organisme yang berperan dalam penyediaan unsur hara bagi keperluan tanaman secara langsung atau tidak langsung. Sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis, dan merupakan hasil industri atau pabrik pembuat pupuk. Pada PP No. 8 tahun 2001 tidak dijelaskan tentang definisi pupuk organik, namun definisi pupuk organik telah lebih dahulu tertuang pada Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) No. 02/Pert/HK.060/2/2006 yaitu, pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari 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, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Pupuk organik termasuk pupuk majemuk lengkap karena kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur dan mengandung unsur mikro. Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan kotoran manusia yang berbentuk padat (Wahyuni dan Jamil, 2008). Peluang penggunaan pupuk organik pada masa mendatang cukup besar. Hal ini dikarenakan oleh berbagai hal, antara lain: harga pupuk kimia semakin mahal akibat pengurangan subsidi pupuk oleh pemerintah, tingkat kesuburan tanah semakin menurun, kesadaran petani terhadap bahaya residu. pupuk kimia semakin tinggi dan adanya tren pertanian organik yang semakin tinggi (Musnamar, 2003).

2.5 Klasifikasi dan Morfologi *Chaetoceros* sp.

Chaetoceros sp. Termasuk diatom yang disebut *golden-brown algae* karena kandungan pigmen kuningnya lebih banyak daripada pigmen hijau. *Chaetoceros* sp. Adalah genus terbesar dari kelas Bacillariophyceae yang hidup diperairan dingin sampai panas. *Chaetoceros* sp. Termasuk plankton neritik yang mempunyai setae dan digunakan untuk membentuk filamen yang membuatnya terus melayang di permukaan air (Lee, 1970). Menurut Herlina (2010) *Chaetoceros* sp. merupakan fitoplankton sel tunggal dan dapat membentuk rantai menggunakan duri yang saling berhubungan dari sel yang berdekatan. Tubuh utama berbentuk selinder pipih. Jika dilihat dari samping mikroalgae ini berbentuk persegi dengan panjang 12-14 μm dan lebar 15-17 μm , dengan setae yang menonjol. Selnya dapat membentuk rantai sebanyak 10-20 sel dan mencapai panjang 200 μm . *Chaetoceros* adalah salah satu jenis diatom yang telah populer dan cocok untuk larva pada stadia awal. *Chaetoceros* juga merupakan salah satu jenis diatom yang cukup baik sebagai pakan larva udang.



Gambar 1. *Chaetoceros* sp. (Google image, 2015)

Menurut Bold & Wayne (1985) Klasifikasi *Chaetoceros* sp. adalah sebagai

berikut:

- Filum : Chrysophyta
- Kelas : Bacillariophyceae
- Ordo : Centricae
- Subordo : Biddulphioidae

Famili : Chaetoceraceae
Genus : Chaetoceros
Spesies : *Chaetoceros* sp.

Secara biologi *Chaetoceros* termasuk kelas diatom yang hidup pada lingkungan perairan laut, dimana pada bagian luarnya dibungkus oleh cangkang dari silikat dengan bentuk yang geometric beraturan. Jenis ini telah banyak diidentifikasi dan diklasifikasi berdasarkan ukuran, bentuk dan struktur silikat pada cangkangnya (Hourmant *et al.*, 2009). Suhu yang cocok adalah 25 -30°C, pada suhu 40°C masih dapat bertahan hidup namun tidak berkembang, sehingga *Chaetoceros* sp. merupakan diatom yang bersifat eurytermal. Daerah penyebarannya meliputi muara sungai, pantai, dan laut pada daerah tropis dan subtropis (Isnansetyo dan Kurniastuti, 1995).

Menurut Triswanto (2011) *Chaetoceros* sp. merupakan diatom sentrik yang soliter, spesies ini dapat dikultur secara masal pada air laut yang diperkaya dengan pupuk organik atau anorganik. *Chaetoceros* merupakan salah satu genus diatom penting dalam mikroalga laut, karena *Chaetoceros* merupakan genus terbesar dengan jumlah spesies sekitar 400. Secara ekologi genus ini juga berperan sebagai produsen primer serta merupakan makanan penting bagi biota lain terutama udang,

2.6 Pertumbuhan *Chaetoceros* sp.

Chaetoceros mengalami pertumbuhan selama hidupnya sebagaimana organisme lain. Pertumbuhan menurut Gardner *et al.*, (1991) didefinisikan sebagai pembelahan sel (peningkatan jumlah) dimana pertumbuhan ini memerlukan unsur hara makro dan mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Hal ini juga dinyatakan oleh Isnansetyo dan Kurniastuty (1995)

Pertumbuhan fitoplankton pada kultur dapat ditandai dengan bertambah banyaknya jumlah sel.

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. Pertumbuhan *Chaetoceros* sp. mengalami berbagai fase seperti pertumbuhan mikroalga pada umumnya. Fase pertama adalah fase lag, yaitu fase adaptasi. Pada fase ini populasi yang mengalami penurunan tingkat metabolisme karena fase inokulum yang tidak merata dan terjadi pada proses adaptasi terhadap media kultur. Fase kedua adalah fase eksponensial (logaritmik), yaitu fase percepatan pertumbuhan dan perbandingan konsentrasi komponen biokimia menjadi konstan. Fase ini ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan. Laju pertumbuhannya meningkat cepat dan selnya aktif berkembang biak (Fogg, 1975).

2.7 Parameter Kualitas Air Pendukung

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Diantaranya adalah suhu, pH, Oksigen terlarut (DO), salinitas, Nitrat, Orthofosfat, dan Silika dimana penjelasannya sebagai berikut :

2.7.1 Suhu

Suhu yang optimal untuk budidaya fitoplankton berkisar antara 20° – 24°C, walaupun hal ini dapat bervariasi dengan komposisi media budidaya. Umumnya spesies yang dibudidaya dari mikroalga toleran terhadap suhu 16° – 27°C. Suhu di bawah 16°C dapat menghambat pertumbuhan sedangkan suhu diatas 35°C bersifat mematikan untuk beberapa spesies (Ekawati, 2005). *Chaetoceros* sp. dapat dikatakan mempunyai kemampuan yang tinggi untuk

menyesuaikan diri dengan lingkungannya, hal itu terlihat dan habitatnya yang sangat luas.

2.7.2 Derajat Keasaman (pH)

Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme air, mempengaruhi ketersediaan unsur P dalam air dan mempengaruhi daya racun amoniak dan H_2S dalam air Subarijanti (2000). Selanjutnya menurut Handajani dan Sri (2002) pH air bagi hampir semua organisme air adalah 6,5 - 8. Air yang asam menghambat produksi plankton hal itu dikarena asimilasi fitolankton terhambat Jika pH air rendah akan menyebabkan timbulnya penyakit jamur (penyakit fungal).

Kisaran pH untuk budidaya alga antara 7 - 9, dengan kisaran pH yang optimal 8,2 - 8,7 kegagalan dalam budidaya alga dapat disebabkan oleh kegagalan dalam mempertahankan pH media budidaya. Hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan aerasi (Ekawati, 2005).

2.7.3 Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat di perairan, salinitas dinyatakan dalam satuan ppt dan dibedakan menjadi 3 yaitu perairan tawar kurang dari 0,5 ppt, perairan payau 0,5 ppt - 30 ppt dan air laut 30 ppt - 40 ppt (Effendi, 2003). Salah satu faktor yang menyebabkan salinitas rendah ialah akibat adanya input air dari luar badan perairan atau faktor suhu yang tinggi sehingga menyebabkan proses evaporasi menjadi ikut meningkat sehingga kadar salinitas perairan ikut berubah.

2.7.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan faktor penting bagi kehidupan makro dan mikro organisme perairan karena diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen

terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Effendi, 2003).

Kandungan oksigen terlarut merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang penting di dalam kehidupan ekosistem perairan terutama sekali dibutuhkan untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme air. Kelarutan oksigen di dalam air sangat dipengaruhi terutama oleh faktor suhu (Barus 2003 dalam Yaswar 2008).

2.7.5 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 diatom dan cyanophyta (Subarijanti, 2005).

2.7.6 Orthofosfat

Fosfor merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga karena berpengaruh terhadap tingkat produktivitas perairan dan berperan dalam transfer energi di dalam sel. Ortofosfat yang merupakan produk ionisasi dari asam ortofosfat adalah bentuk fosfor yang paling sederhana dan banyak ditemukan di perairan. Fosfat diadsorpsi oleh fitoplankton dan seterusnya masuk ke dalam rantai makanan (Idris, 2012).

Fosfor diperairan terbagi menjadi tiga bentuk, yaitu Orthofosfat, Metaphosfat dan Polyphosfat. Namun hanya Orthofosfat 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 ortofosfat 0,003 - 0,001 mg/l, Mesotrofik dengan kadar ortofosfat 0,01 - 0,02 mg/l, Eutrofik dengan kadar ortofosfat 0,031 - 0,1 mg/l (Effendi, 2003).

2.7.7 Silika

Silikon adalah salah satu unsur yang terdapat pada kerak bumi secara berlimpah. Silikon banyak ditemukan dalam bentuk silikat (SiO_2). Sumber utama SiO_2 adalah mineral kuarsa dan feldspar, sedangkan sumber antropogenik SiO_2 relatif sangat kecil. Silikon termasuk salah satu unsur yang esensial bagi makhluk hidup, salah satunya yaitu alga terutama diatom, membutuhkan SiO_2 untuk membentuk dinding sel. Pada perairan payau dan laut, kadar SiO_2 berkisar antara 10 - 40 mg/l (Effendi, 2003).

Silikat adalah nutrien yang sangat penting di laut. Tidak seperti nutrisi utama lainnya seperti PO_4 , NO_3 dan NH_4 , yang dibutuhkan oleh hampir semua

plankton laut. Silikat adalah unsur kimia penting bagi biota tertentu seperti diatom, radiolarian, silicoflagellates dan spons yang mengandung SiO_2 . Biota seperti diatom adalah salah satu produsen yang paling penting di laut. Estimasi menunjukkan bahwa diatom memberikan kontribusi lebih dari 40% dari seluruh produksi primer (Jinming 2010 *dalam* Idris 2012).



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah penggunaan pupuk yaitu pupuk yang berasal dari abu ampas tebu terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. Serta analisis kualitas air sebagai parameter pendukung *Chaetoceros* sp. Analisis tersebut terdiri dari parameter fisika yang meliputi suhu. Parameter kimia yang meliputi, derajat keasaman (pH), salinitas, oksigen terlarut (DO), nitrat, fosfat dan silika. Parameter biologi yaitu perhitungan kepadatan sel *Chaetoceros* sp.

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini antara lain :

- Toples volume 3,5 ml
- Haemocytometer
- Mikroskop
- Selang aerator
- Aerator
- DO Meter
- pH Pen
- Refraktometer
- Biuret
- Statif
- Erlenmeyer
- Beaker glass
- Pipet tetes
- Gelas ukur
- Washing bottle
- Cawan porselen
- Spatula
- Pipet volume
- Bola hisap
- Cuvet
- Rak tabung reaksi
- Spektofotometer
- Hot plate

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini antara lain :

- Air media *Chaetoceros* sp.
- Tisu
- Aquadest
- Asam fenol disulfonik
- NH_4OH
- Kertas label
- Ammonium Molybdate
- SnCl_2
- Abu ampas tebu
- NaCl
- HCl
- Air laut

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Tersarang. Menurut Hanafiah (2008), percobaan adalah suatu tindakan coba-coba "*trial*" yang dirancang untuk menguji "*validity*" dari hipotesis yang diajukan. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemberian limbah abu ampas tebu sebagai pupuk terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. Konsentrasi yang berbeda yaitu : A (0,25 mg/l), B (0,5 mg/l), C (0,75 mg/l), D (1 mg/l). Hal ini didapat berdasarkan kebutuhan silika yang dibutuhkan oleh diatom. Menurut Yuliana (2012) bila kandungan silikat lebih kecil dari 0,5 mg/l maka fitoplankton khususnya Diatom tidak dapat berkembang dengan baik. Hasil analisa yang diperoleh berdasarkan pengujian di Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA adalah dari 2,2 gr abu yang diujikan mengandung NO_3 sebesar 0,75 %, PO_4 sebesar 0,61 % dan Si sebesar 3,8 %. Maka perhitungan penentuan dosis dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2.1 Pengambilan Data Penelitian

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* sp. serta parameter kualitas air yang meliputi pH, suhu, DO, salinitas, cahaya, nitrat, fosfat dan silika. Pada penelitian tersebut pengambilan data dilakukan setiap hari selama 14 hari pengamatan. Sedangkan data sekunder yang diambil terdiri dari informasi-informasi yang diperoleh dari jurnal, internet, buku-buku serta laporan penelitian lainnya.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, pada bulan Maret 2015. Limbah abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari industri gula PT Pabrik Gula Candi Baru di Sidoarjo.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan RAL (rancangan acak lengkap) Tersarang. Rancangan Tersarang adalah suatu eksperimen dengan sifat bahwa taraf faktor yang satu tersarang dalam faktor lain, sehingga tidak akan ada interaksi antara dua faktor (Sudjana, 1994 dalam Damayanti, 2012). Rancangan Acak Lengkap Pola Tersarang adalah rancangan percobaan dengan materi homogen atau tanpa peubah pengganggu, terdiri dari dua peubah bebas atau faktor dalam klasifikasi tersarang yaitu Faktor A terdiri dari a taraf dan Faktor B terdiri dari b taraf yang tersarang (tergantung) dari pada Ai. Rancangan ini seolah-olah terdiri dari dua atau lebih Rancangan Acak Lengkap yang responsnya sama kemudian digabung menjadi satu model percobaan. Sastrosupadi (2000), menyatakan bahwa rancangan yang mirip dengan faktorial yaitu rancangan tersarang. Dalam percobaan yang perlakuannya merupakan kombinasi dua faktor atau lebih, misalnya faktor A dan B, adakalanya taraf atau tingkat dari faktor B mirip tetapi tidak identik (sama). Kombinasi perlakuan atau susunan perlakuan dalam keadaan ini mirip faktorial, tetapi bukan faktorial. Susunan perlakuan yang seperti

itu dinamakan taraf faktor B tersarang pada taraf faktor A. Menurut Hanafiah (2010), RAL adalah suatu rancangan yang cocok digunakan untuk kondisi lingkungan, alat, bahan dan media yang homogen. Kondisi ini hanya dapat dicapai di ruang-ruang terkontrol seperti dilaboratorium dan rumah kaca. Penelitian yang dilakukan yaitu dengan 3 kali ulangan dalam 5 kali perlakuan untuk mengetahui tingkat kevalitan data yang diambil.

Tabel 1. Tabel Anova Rancangan Penelitian RAL Tersarang

Dosis	Ulangan	Pengamatan hari ke-								Total
		0	2	4	6	8	10	12	14	
K	1	K ₁₀	K ₁₂	K ₁₄	K ₁₆	K ₁₈	K ₁₁₀	K ₁₁₂	K ₁₁₄	K ₁
	2	K ₂₀	K ₂₂	K ₂₄	K ₂₆	K ₂₈	K ₂₁₀	K ₂₁₂	K ₂₁₄	K ₂
	3	K ₃₀	K ₃₂	K ₃₄	K ₃₆	K ₃₈	K ₃₁₀	K ₃₁₂	K ₃₁₄	K ₃
Jumlah		K ₀	K ₂	K ₄	K ₆	K ₈	K ₁₀	K ₁₂	K ₁₄	K...
-										
-										
-										
D	1	D ₁₀	D ₁₂	D ₁₄	D ₁₆	D ₁₈	D ₁₁₀	D ₁₁₂	D ₁₁₄	D ₁
	2	D ₂₀	D ₂₂	D ₂₄	D ₂₆	D ₂₈	D ₂₁₀	D ₂₁₂	D ₂₁₄	D ₂
	3	D ₃₀	D ₃₂	D ₃₄	D ₃₆	D ₃₈	D ₃₁₀	D ₃₁₂	D ₃₁₄	D ₃
Jumlah		D ₀	D ₂	D ₄	D ₆	D ₈	D ₁₀	D ₁₂	D ₁₄	D...

Keterangan :

K₁₀= nilai pengamatan hari ke-0 yang bersarang dalam kontrol pada ulangan ke-1

D₃₁₄= nilai pengamatan hari ke-14 yang bersarang dalam pupuk dari abu ampas tebu pada ulangan ke-3.

Tabel 2. Denah Rancangan Percobaan Acak Lengkap Tersarang:

K1	A2	B1	D3	K3
C1	D1	A1	B2	D2
A3	C2	K2	C3	B3

Keterangan :

K adalah tanpa pemberian pupuk dari abu ampas tebu

A adalah perlakuan dengan dosis pupuk dari abu ampas tebu 0,25 mg/l

B adalah perlakuan dengan dosis pupuk dari ampas tebu 0,5 mg/l

C adalah perlakuan dengan dosis pupuk dari ampas tebu 0,75 mg/l

D adalah perlakuan dengan dosis pupuk dari ampas tebu 1 mg/l

1, 2, dan 3 adalah ulangan.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur dari penelitian ini meliputi pengambilan abu ampas tebu hingga pembuatan pupuk abu ampas tebu, sterilisasi alat, sterilisasi air laut sebagai media kultur, pengukuran dan analisa parameter kualitas air, teknik kultur *Chaetoceros* sp. pengamatan dan perhitungan kepadatan sel *Chaetoceros* sp.

- **Pengambilan Abu ampas tebu**

Abu ampas tebu diperoleh dari industri pabrik gula yang banyak terdapat di daerah Sidoarjo Jawa Timur. Abu ampas tebu yang diambil untuk pembuatan pupuk berbentuk padatan dimana biasanya tidak digunakan dan apabila dibiarkan akan dapat mencemari lingkungan.

- **Sterilisasi Alat**

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

- Membungkus alat dan bahan yang akan disterilisasikan dengan koran, kemudian diikat dengan benang,
- Menuangkan air secukupnya ke dalam *autoclave*, kemudian memasukkan alat yang telah dibungkus ke dalam *autoclave* dan ditutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang,
- Menyalakan kompor pemanas, 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,
- Matikan kompor dan tunggu beberapa saat sampai termometer dan manometer menunjukkan angka 0 (nol), kemudian buka kran uap lalu buka penutup *autoclave* dengan cara zig zag,
- Mengambil alat dan bahan yang sudah disterilkan dan disimpan.

3.5.1 Sterilisasi Air Laut sebagai Media Kultur

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

- Merebus air laut sampai mendidih
- Menyaring air laut yang sudah direbus dengan menggunakan plankton net yang sudah disterilisasi agar tidak ada kotoran pada media kultur
- Menyimpan air laut yang sudah steril untuk pengkulturan.

3.5.2 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan Penunjang Lainnya

Menyiapkan 15 toples dengan volume 10 liter dan peralatan penunjang lainnya yang sudah disterilisasi.

b. Persiapan Media *Chaetoceros* sp.

1. Menyiapkan 15 toples ukuran 10 liter yang telah steril
2. Menyiapkan media untuk kultur *Chaetoceros* sp. menggunakan volume 5 liter air laut
3. Memasukan pupuk abu ampas tebu sesuai perlakuan dan diaerasi sampai tercampur rata
4. Memasukkan bibit *Chaetoceros* sp. yang telah dihitung yakni dengan kepadatan 3×10^4 sel/ml (Suantika *et.al.*, 2009).

c. Persiapan Bibit *Chaetoceros* sp.

Bibit *Chaetoceros* sp. 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

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 abu ampas tebu 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* sp. dengan kepadatan 3×10^4 sel/ml yaitu 500 ml bibit dari perhitungan :

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

$$3 \times 10^5 \times V1 = 3 \times 10^4 \times 5000 \text{ ml}$$

$$V1 = 500 \text{ ml}$$

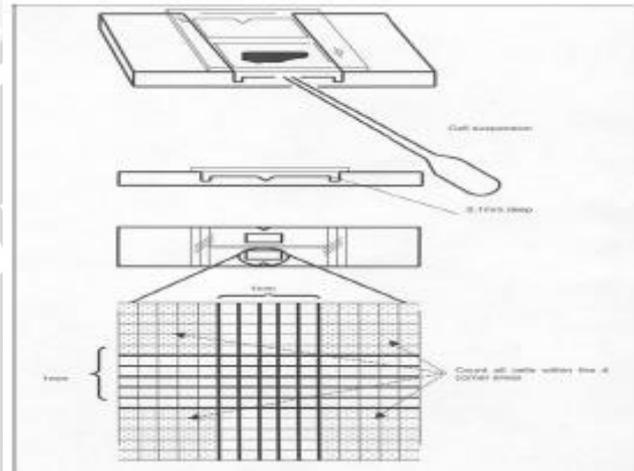
5. Mengamati pertumbuhan mikroalga dimulai dari hari pertama penebaran
6. Mengamati parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, phosfat
7. Menghitung kelimpahan *Chaetoceros* sp. Selama 2 hari sekali.

➤ **Mengamati pertumbuhan *Chaetoceros* sp.**

Perhitungan pertumbuhan *Chaetoceros* sp. dilakukan menggunakan haemocytometer. Menurut buku panduan praktikum budidaya makanan alami (2013), cara penggunaan alat Haemocytometer adalah sebagai berikut :

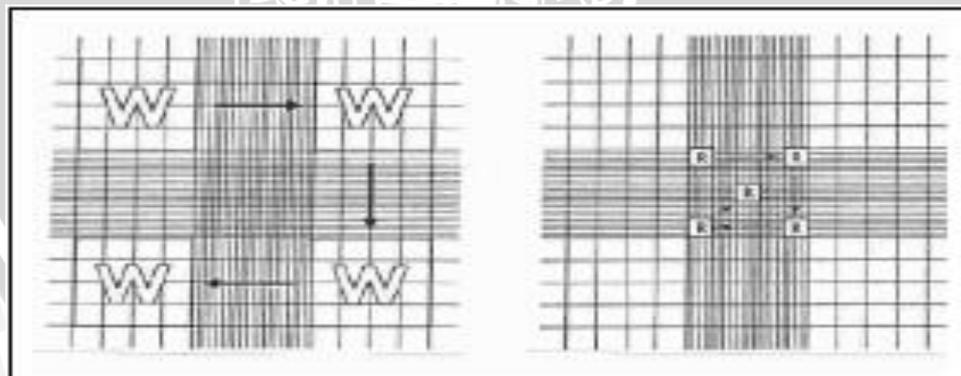
1. Menyiapkan haemocytometer yang akan digunakan
2. Membersihkan permukaan haemocytometer dan cover glass dengan menggunakan tissue kering
3. Menutup haemocytometer pada bagian tengah dengan menggunakan cover glass

4. Mengambil fitoplankton yang akan dihitung kepadatannya dengan menggunakan pipet tetes
5. Menambahkan lugol / formalin apabila algae bergerak aktif
6. Menuangkan kedalam haemocytometer secara hati-hati (jangan sampai berlebih) dan jangan sampai ada gelembung udara



Gambar 2. Haemocytometer (Google image, 2015)

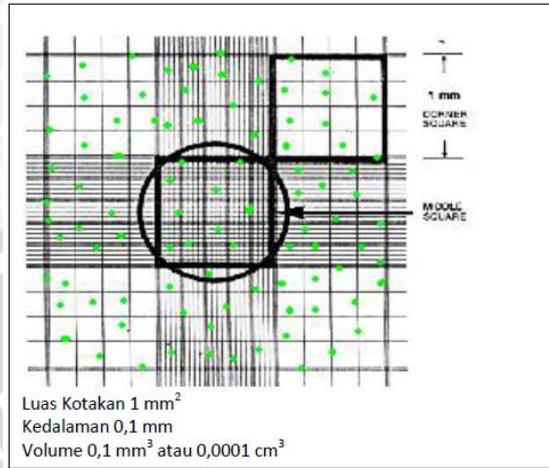
7. Meletakkan dan mengamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x
8. Membagi bidang pandang menjadi 4 bagian



Gambar 3. Haemocytometer (Google image, 2015)

9. Menghitung jumlah fitoplankton dari 4 bidang pandang tersebut

10. Perhitungan fitoplankton dilakukan HANYA pada fitoplankton yang berada dalam bidang pandang



Gambar 4. Haemocytometer (Google image, 2015)

11. Hitung jumlah total sel fitoplankton pada keempat bidang pandang kemudian di rata-rata dan dihitung sebagai (n)

Total kepadatan fitoplankton adalah : $n \times 10^4$ sel/ml.

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* sp. 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

Perhitungan pertumbuhan sel *Chaetoceros* sp. menggunakan alat haemocytometer. Langkah - langkah yang dilakukan pada perhitungan kepadatan sel *Chaetoceros* sp. 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.

3.6 Pengukuran dan Analisis Parameter Kualitas Air

Keberhasilan kultur plankton sangat ditentukan oleh beberapa faktor fisika, kimia, biologi, dan lingkungan. Faktor-faktor ini meliputi salinitas media kultur, suhu, derajat keasaman, oksigen terlarut, intensitas cahaya, aerasi, pupuk, makanan dan bibit unggul (Koniyo, 2011 dalam Putri, 2011). Pengukuran kualitas air pada media kultur ini menurut SNI (1990).

3.6.1 Suhu

Langkah-langkah untuk mengukur suhu adalah sebagai berikut :

- 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.

3.6.2 pH

- Menyiapkan pH paper atau pH pen.
- Menstandarisasi terlebih dahulu pH pen sebelum digunakan dengan aquades.
- Masukkan pH pen ke dalam air dan kemudian lihat angka pada layar pH pen.
Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH pen.

3.6.3 Salinitas

Menurut langkah - langkah untuk mengukur kadar karbondioksida terlarut 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.
- Dilihat nilai salinitas yang tertera pada skala refraktometer dan catat hasilnya.

3.6.4. Oksigen Terlarut (DO)

Cara untuk mengukur kadar DO yaitu sebagai berikut:

- Menyiapkan DO meter
- Menstandarisasi terlebih dahulu DO meter sebelum digunakan dengan aquades.
- Masukkan DO meter ke dalam air dan kemudian lihat angka pada layar DO meter. Setelah dipakai segera standarisasi kembali.

3.6.5 Nitrat

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer. Prosedur pengukuran nilai Nitrat sebagai berikut :

- Menyaring 100 ml air sampel dan menuangkan kedalam cawan porselen.
- Menguapkan di atas pemanas sampai kering.
- Menambahkan 2 ml asam fenol disulfonik, diaduk dengan pengaduk gelas dan diencerkan dengan 10 ml aquades.
- Menambahkan NH_4OH 1:1 (merupakan perbandingan antara konsentrasi NH_3 dan aquades masing-masing 1 ml) sampai terbentuk warna kuning.
- mengencerkan dengan aquades sampai 100 ml, lalu masukkan kedalam cuvet.
- Menghitung nilai nitrat dengan spektrofotometer.

3.6.6 Ortofospat

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer. Prosedur pengukuran nilai Orthofosfat sebagai berikut :

- Mengukur dan menuangkan 50 ml sampel ke dalam Erlenmeyer
- Menambahkan 2 ml ammonium molybdat dan dikocok
- Menambahkan 5 tetes SnCl_2 dan dikocok
- Menghitung nilai orthofosfat dengan spektrofotometer.

3.6.7 Silika (Simanullang, 2009)

Prosedur pengukuran silika adalah sebagai berikut :

A. Mengoperasikan Alat

- Menghidupkan alat dengan menghubungkan dengan sumber arus lalu ditekan tombol start (mulai) dan ditunggu sampai 100 % komplit.
- menekan tombol HARCH Program dan dipilih nomor program untuk silika dengan menekan nomor 3370 yang sudah ditentukan panjang gelombangnya secara otomatis yaitu 815 nm. Kemudian tekan tombol enter.

B. Menentukan Kadar Silika (SiO_2)

➤ Larutan Blanko

- Mendinginkan sampel air dari Multi Fuel Boiler (MFB).
- Mengambil 50 ml air sampel dengan gelas ukur 50 ml dan memasukkannya dalam Erlenmeyer.
- memasukkan 2 ml Ammonium Hepta Molybdate kedalam erlenmeyer yang berisi larutan blank.
- Mengocok larutan hingga homogen lalu tekan pengatur waktu dan ditunggu selama 4 menit. Lalu masukkan 2 ml oxalate 10 % kedalam erlenmeyer.
- Mengatur pengatur waktu selama 1 menit. Setelah pengatur waktu berbunyi lalu larutan blank dicek dengan spektrofotometer *DR 4000 model flowcell*.
- Masukkan larutan blank kedalam aliran cell, kemudian tekan Zero (nol).

➤ Larutan Sampel

- Mendinginkan sampel air dari *Multi Fuel Boiler (MFB)*.
- Mengukur 50 ml air sampel dengan gelas ukur 50 ml dan masukkan dalam Erlenmeyer.
- memasukkan 2 ml Ammonium Hepta Molybdate kedalam erlenmeyer yang berisi larutan blank..
- Mengocok larutan hingga homogen lalu tekan pengatur waktu dan ditunggu selama 4 menit. Lalu masukkan 2 ml oxalate 10 % kedalam erlenmeyer.
- Mengatur pengatur waktu selama 1 menit. Setelah pengatur waktu berbunyi lalu masukkan 2 ml reducing agent (reagen pereduksi) dalam Erlenmeyer.
- Menghomogenkan larutan dengan mengocok, lalu ditekan pengatur waktu dan ditunggu selama 4 menit. Kemudian mengecek larutan blank dengan spektrofotometer *DR 4000 model flowcell*.
- Mencatat hasil yang terbaca (ppb/1000)

3.7 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan cara statistik dengan analisa keragaman (ANOVA). Jika dari analisis keragaman (sidik ragam) diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (significant) atau sangat berbeda nyata (highly significant), maka untuk membandingkan nilai dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), untuk mengetahui perlakuan yang mana yang berbeda. Model statistik untuk percobaan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j(i) + \epsilon_{k(ij)}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, a \quad j = 1, 2, 3, \dots, b \quad \text{dan } k = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dimana :

- Y_{ijk} : Pengamatan Faktor A taraf ke-i, Faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k
- μ : Rataan Umum
- A_i : Pengaruh Faktor A pada taraf ke-i
- $B_j(i)$: Pengaruh Faktor B pada taraf ke-j pada A_i
- ϵ_{ijk} : Pengaruh galat Faktor A taraf ke-i, Faktor B taraf ke-j dan Ulangan ke-k

Berikut tabel analisis ragam untuk Rancangan Tersarang dengan perlakuan dasar Acak Lengkap.

Tabel 3. ANOVA Sidik Ragam Rancangan Acak Lengkap Tersarang

SK	Db	JK	KT	Fhitung
Perlakuan	a-1	$\sum_{i=1}^a \frac{y_i^2 \dots}{bn} - \frac{Y_{ijk}^2}{abn}$	JKp/Dbp	KTp/KTg
Waktu dalam perlakuan K (0 mg/5l)	(b-1)			
-				
Waktu dalam perlakuan D (1388,5 mg/5l)	(b-1)			
Waktu dalam perlakuan	a(b-1)	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2 \dots}{n} - \frac{y_i^2 \dots}{bn}$	JKw(p)/DbW(p)	KTw(p)/JKg
Galat	ab(n-1)	JKT-JKP-JKw(p)	JKg/Dbg	

Total	abn-1	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n$		
		$Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{ijk}^2}{abn}$		

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, H1 diterima pada taraf uji 5 %. Bila F hitung > F tabel 1% ada perbedaan sangat nyata (highly signification different). H1 diterima pada taraf uji 1%. Selanjutnya dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT).

$$SED = \sqrt{\frac{2KTG}{bn}}$$

BNT 5% = t tabel 5% DBG x SED
 BNT 1% = t tabel 1 % DBG x SED

Kesimpulan :

- Jika selisih ≤ BNT 5% maka non signifikan atau tidak berbeda nyata
- Jika BNT 5% < selisih < BNT 1% maka berbeda nyata
- Jika selisih ≥ BNT 1% maka berbeda sangat nyata

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelimpahan *Chaetoceros* sp.

Kelimpahan *Chaetoceros* sp. selama penelitian didapat hasil berikut :

Tabel 4. Kelimpahan *Chaetoceros* sp. x 10⁴ (sel/ml)

perlakuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K	18,6	21,8	28,8	35,8	43,4	54	66	60	51,6	42	31,3	24,6	16,4	11
A	20,4	26	30	37,8	47,4	59	79,6	72,4	64,2	52,4	41	32,6	22,2	15
B	22,2	31,8	38	43,6	59,2	79,4	149,8	138,4	108,2	86,8	70	58,2	35	14,2
C	23,4	35,8	52,6	67,6	122,6	157	173,2	165,2	136,8	117,4	91,8	75	48,2	19,6
D	27,6	44,6	58,5	101,6	154,4	211,4	276,8	262,2	184,4	134,4	98,2	76,6	52,8	24,2

Hasil perhitungan kelimpahan *Chaetoceros* sp. yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat secara keseluruhan pada Lampiran 2. Kultur dilakukan selama 14 hari dengan menambahkan limbah dari abu ampas tebu sebagai sumber silika yang digunakan untuk pembentukan sel pada diatom. Hal ini menyebabkan hasil kelimpahan yang berbeda-beda pada tiap perlakuan. Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan *Chaetoceros* sp. yang ada pada Lampiran 2 dilakukan perhitungan uji F untuk mengetahui pengaruh limbah abu ampas tebu terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. dengan dosis yang berbeda didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Daftar Analisis Sidik Ragam Kelimpahan *Chaetoceros* sp.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5-1=4	23612,81	5903,20	379,5**	2,43	3,45
Waktu dalam perlakuan	5(14-1)=65	54079,30	831,99	53,5**	1,4	1,61
waktu dalam K	(14-1)=13	1284,15	98,78	6,4**	1,79	2,25
Waktu dalam A	(14-1)=13	1780,46	136,96	8,8**	1,79	2,25
waktu dalam B	(14-1)=13	7596,68	584,36	37,6**	1,79	2,25
waktu dalam C	(14-1)=13	12408,78	954,52	61,4**	1,79	2,25
waktu dalam D	(14-1)=13	31009,21	2385,32	153,4**	1,79	2,25
Galat	5x14(3-1)=140	2177,46	15,55			

Total	(5x14x3)-1=209				
-------	----------------	--	--	--	--

** = berpengaruh sangat nyata

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian pupuk abu ampas tebu berpengaruh nyata terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. Hal ini dapat dilihat dari F hitung (379,5) > F_{tabel} 1% (3,45) > 5% (2,43), berarti H₁ diterima yang artinya diduga dengan pemberian pupuk abu ampas tebu dengan pemberian dosis yang berbeda mempengaruhi perbedaan pertumbuhan *Chaetoceros* sp., sehingga perlu dilanjutkan uji BNT. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 5.

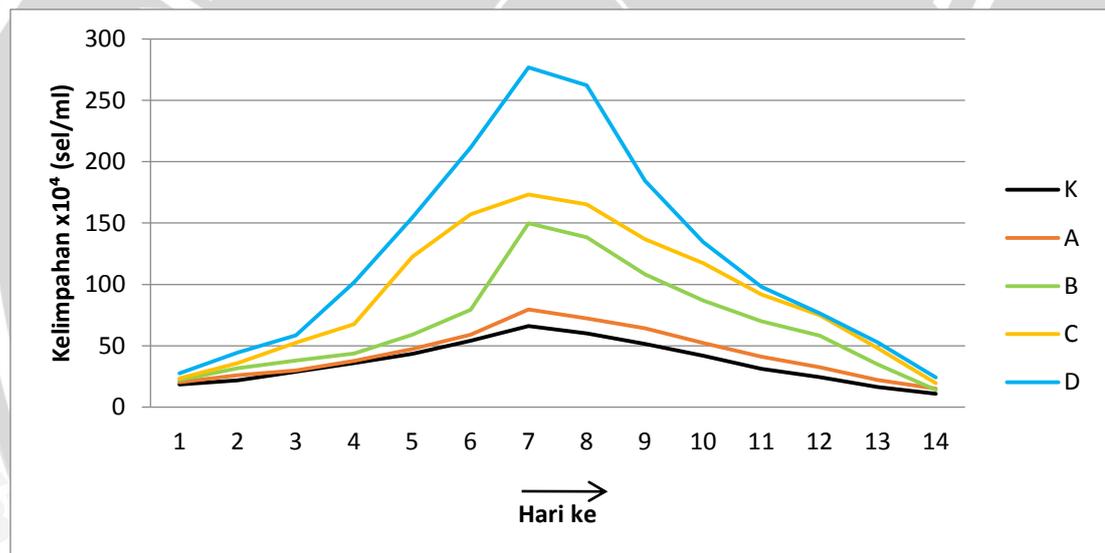
Tabel 6. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Perlakuan	Rata-rata	Notasi / kode
K	11,42	a
A	13,53	a
B	20,97	b
C	28,78	c
D	38,15	d
BNT 5 %	6,32	

Hasil dari uji BNT menunjukkan bahwa adanya perbedaan antar perlakuan. Perlakuan K memiliki kelimpahan yang paling rendah dikarenakan tidak ada penambahan unsur hara berupa abu ampas tebu seperti pada perlakuan yang lainnya. Sehingga tidak ada pasokan silika untuk pertumbuhan *Chaetoceros*. Perlakuan D menunjukkan kelimpahan yang paling tinggi dikarenakan adanya penambahan abu ampas tebu yang mengandung silika dengan dosis terbanyak. Jadi setiap perlakuan memiliki notasi yang berbeda dimulai dari perlakuan K (0 mg/l) dan perlakuan A (0,25 mg/l) dengan notasi a, perlakuan B (0,5 mg/l) dengan notasi b, dan perlakuan C (0,75 mg/l) dengan notasi c dan perlakuan D (1 mg/l) dengan notasi d. Persamaan notasi antara perlakuan K dan perlakuan A dapat disebabkan karena pasokan unsur hara berupa silika masih dibawah kebutuhan oleh diatom khususnya *Chaetoceros* sp. Media yang digunakan pada saat penelitian sangat berpengaruh terhadap

pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp. Semakin banyak nutrisi yang tersedia, maka pertumbuhan fitoplankton akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chaetoceros* sp. tercukupi sehingga dapat digunakan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhannya. Pengkayaan nutrisi yang terjadi secara alami dapat menambah jumlah populasi fitoplankton. Sama halnya dengan tanaman tingkat tinggi yang dalam hidup dan pertumbuhannya sangat memerlukan unsur hara (nutrisi) baik itu unsur hara makro maupun mikro (Subarijanti, 1990).

Pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Pertumbuhan *Chaetoceros* sp. yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda : Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Pertumbuhan *Chaetoceros* sp. pada Gambar 5 diatas menunjukkan pemberian pupuk dengan dosis berapapun memiliki pola yang hampir sama. Pupuk tersebut dimanfaatkan oleh *Chaetoceros* sp. untuk membentuk dinding sel. Semakin banyak pupuk yang diberikan maka semakin tinggi pula pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Fase pertumbuhan dimulai dari fase adaptasi. Pada fase ini *Chaetoceros* sp. mengalami adaptasi hingga hari ke empat. Dapat

dilihat bahwa populasi dari *Chaetoceros* sp. masih rendah. Hal ini wajar terjadi karena mikroalga perlu beradaptasi dengan media kultur. Setelah itu disusul dengan fase eksponensial. Fase ini merupakan fase dimana *Chaetoceros* sp. mengalami pertumbuhan pesat hingga hari ke tujuh.

Gambar 5 diatas dapat memperlihatkan bahwa perlakuan D mengalami fase eksponensial tertinggi. Hal ini dikarenakan pasokan silika yang diberikan pada perlakuan D merupakan pasokan tertinggi yaitu 1 mg/l. Pada perlakuan K, pertumbuhan antar fase satu dengan yang lain tidak terlalu berbeda dikarenakan tidak adanya pasokan pupuk yang dapat menunjang pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Dilanjutkan dengan fase stasioner hingga hari ke sembilan. Kemudian fase kematian yang terus menurun hingga hari ke 14. Pada seluruh perlakuan mengalami relief yang hampir sama. Akan tetapi jumlahnya berbeda. Hal ini menunjukkan besar kecilnya dosis pupuk pengganti silika yang diberikan kepada kultur *Chaetoceros* sp. mampu dimanfaatkan oleh mikroalga tersebut. sehingga fase pertumbuhannya pun relatif sama.

Mikroalga mengalami empat fase selama kultivasi, yaitu fase adaptasi, eksponensial, stasioner, dan kematian. Selama fase adaptasi atau fase lag, kultur alga menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan, sehingga laju pertumbuhan rendah dan akan meningkat seiring dengan waktu kultivasi berlangsung (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Data populasi diperoleh berdasarkan hasil rata – rata dari 3 kali ulangan pada tiap perlakuan. Grafik pertumbuhan populasi terus meningkat sepanjang hari hingga mencapai puncak pada hari ke-7 setelah itu grafik menurun secara perlahan. Penyebab penurunan jumlah populasi diakibatkan karena nutrisi yang terkandung pada media tidak mencukupi kebutuhan untuk hidup alga. Berdasarkan penelitian Utomo *et al.*, (2005) peningkatan populasi alga menyebabkan berkurangnya nutrisi dengan cepat sehingga terjadi penurunan

laju pertumbuhan. Kematian sel dapat disebabkan oleh berkurangnya nutrisi sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel. Banyaknya kematian sel yang dialami pada tiap perlakuan menyebabkan terjadinya akumulasi bahan organik.

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 yang sama dijelaskan oleh Widyaningsih (2008), dalam penelitiannya, bahwa perbedaan nilai kelimpahan diakibatkan oleh perbedaan keberadaan kandungan nutrient pada media kultur. Fase penurunan jumlah populasi atau fase kematian, diakibatkan oleh semakin menurunnya jumlah nutrisi pada media kultur. Nutrisi yang ada pada media sudah tidak dapat memenuhi kebutuhan *Chaetoceros* sp. untuk tumbuh. Sehingga, grafik populasi mengalami penurunan pada akhir pengamatan. Hal ini berarti ketersediaan nutrisi pada media kultur dalam jumlah tertentu mutlak diperlukan.

Chaetoceros sp. mampu memanfaatkan nutrisi khususnya silika yang ada di dalam limbah abu ampas tebu. Dari Gambar 3 juga dapat diketahui bahwa pemberian dosis yang sesuai dengan pertumbuhan *Chaetoceros* sp. menghasilkan kelimpahan yang tinggi pula. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Pamungkas (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.

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). 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).

4.2 Analisis Kualitas Air

Faktor pendukung pertumbuhan fitoplankton selama kultur adalah kualitas air. Adapun parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, Derajat keasaman (pH), salinitas, DO (Disolved Oksigen), Nitrat, Fosfat, Silika. Untuk rata – rata masing – masing parameter kualitas air, dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 7. Rata - rata hasil pengamatan kualitas air (Suhu,pH,Salinitas, dan DO)

Parameter	Perlakuan	Pengamatan Hari ke													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Suhu (°C)	K	27,83	27,93	27,73	27,77	27,77	27,73	27,73	27,67	27,6	27,53	27,67	27,73	27,63	27,63
	A	27,9	27,67	27,67	27,77	27,7	27,73	27,73	27,7	27,53	27,53	27,6	27,53	27,67	27,7
	B	27,77	27,6	27,7	27,8	27,9	27,77	27,77	27,87	27,77	27,83	27,7	27,8	27,87	27,8
	C	27,73	27,57	27,43	27,4	27,43	27,67	27,67	27,47	27,67	27,53	27,53	27,77	27,73	27,7
	D	27,37	27,3	27,53	27,43	27,3	27,4	27,33	27,4	27,5	27,47	27,47	27,47	27,5	27,5
pH	K	7,14	7,68	8,01	8,1	8,16	8,2	8,26	8,34	8,28	8,24	8,2	8,16	8,11	8,03
	A	7,09	7,62	8	8,13	8,17	8,23	8,34	8,38	8,34	8,28	8,23	8,2	8,16	8,1
	B	7,17	7,82	8,12	8,17	8,23	8,28	8,31	8,36	8,33	8,29	8,24	8,2	8,14	8,03
	C	7,14	7,7	8,07	8,16	8,21	8,24	8,29	8,33	8,32	8,27	8,24	8,2	8,16	8,06
	D	7,21	7,64	8,09	8,16	8,2	8,25	8,32	8,38	8,33	8,27	8,23	8,19	8,14	8,07
Salinitas (ppt)	K	32	32,67	33	34,33	34,67	34,67	34,67	34	34	34,67	34,33	34	34,33	34,67
	A	32	32,67	33	35	34,67	34,67	34,33	34,33	35	35	34,33	34,67	34,67	34
	B	32	32,33	33,67	34,33	34	34,67	34	34	34,67	35	34,33	34,67	34	34,67
	C	32	32,33	32,67	34,67	34,33	34,67	35	35	34,33	34,33	35	34,67	34,33	35
	D	32	32	33	34,33	34,67	34	34,33	34,67	34,67	34	34,67	34,33	34,33	35
DO (mg/l)	K	6,3	6,49	6,49	6,42	6,57	6,75	7,06	7,01	6,85	6,73	6,79	6,47	6,23	6,17
	A	6,33	6,54	6,42	6,63	6,34	6,53	6,77	6,75	6,58	6,64	6,6	6,7	6,57	6,47
	B	6,57	6,51	6,6	6,75	6,75	6,83	6,66	6,73	6,72	6,62	6,52	6,42	6,51	6,57
	C	6,34	6,55	6,56	6,53	6,37	6,47	6,56	6,62	6,4	6,47	6,71	6,62	6,62	6,64
	D	6,4	6,64	6,66	6,63	6,61	6,58	6,66	6,59	6,72	6,6	6,56	6,51	6,5	6,36

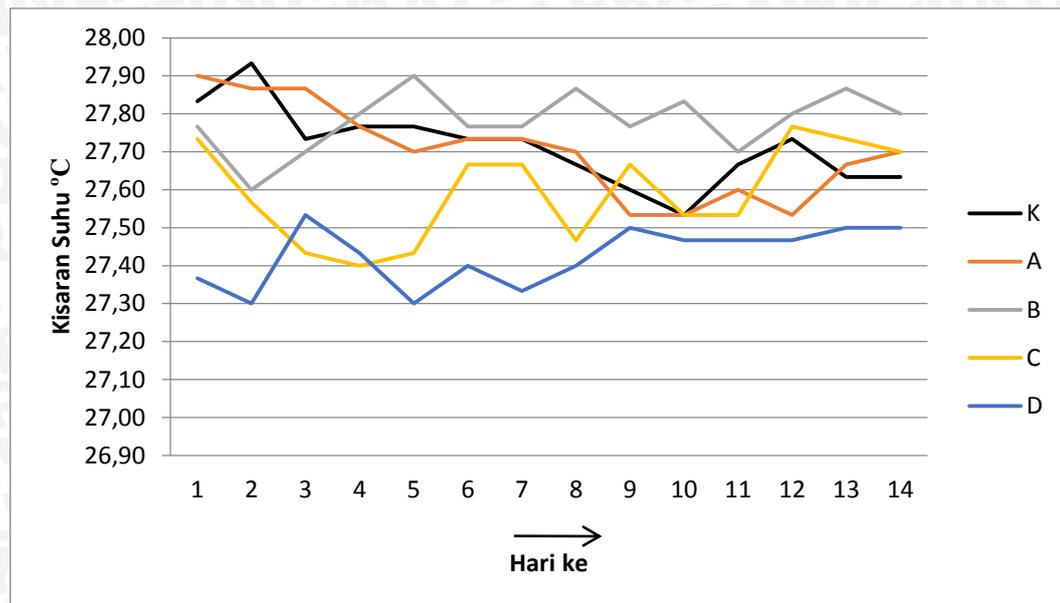
Tabel 8. Rata - rata hasil pengamatan kualitas air (Nitrat, Orthofosfat, dan Silika)

Parameter	Perlakuan	Pengamatan	
		Awal	Akhir
Nitrat (mg/l)	K	1,01	0,78
	A	1,21	0,94
	B	1,29	1,11
	C	1,34	1,11
	D	1,84	1,25
Orthofosfat (mg/l)	K	0,75	0,62
	A	0,90	0,72
	B	0,88	0,78
	C	0,82	0,70
	D	1,07	0,99
Silika (mg/l)	K	0,82	0,69
	A	1,07	0,91
	B	1,57	1,41
	C	1,75	1,6
	D	2,27	1,98

4.2.1 Suhu

Menurut Triswanto (2011), suhu secara langsung mempengaruhi efisiensi fotosintesis dan merupakan faktor yang menentukan dalam pertumbuhan mikroalga. Umumnya pada kondisi laboratorium, perubahan suhu air dipengaruhi oleh suhu ruangan dan intensitas cahaya. Pada kultivasi mikroalga skala massal yang dilakukan di luar ruangan, suhu sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Kisaran optimum bagi pertumbuhan mikroalga umumnya $25^{\circ} - 32^{\circ} \text{C}$. Riyono (2007) menyatakan bahwa secara umum laju fotosintesis fitoplankton meningkat dengan meningkatnya suhu peairan, tetapi akan menurun secara drastis setelah mencapai titik suhu tertentu.

Data hasil pengukuran suhu secara keseluruhan pada media *Chaetoceros* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6. Sedangkan nilai suhu dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Suhu pada Media Kultur Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Hasil pengukuran suhu pada masing – masing perlakuan dapat dilihat dengan kisaran seperti Gambar 6 diatas, pengukuran suhu terendah didapat dengan nilai 27,3^oC pada perlakuan D dan nilai tertinggi dengan nilai 27,95^oC pada perlakuan K. Perubahan suhu ruangan dapat menyebabkan suhu media tumbuh alga juga ikut berubah. Hal ini masih dalam kisaran suhu optimal dimana *Chaetoceros* sp. masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada lingkungannya yang diberi pupuk abu ampas tebu tersebut.

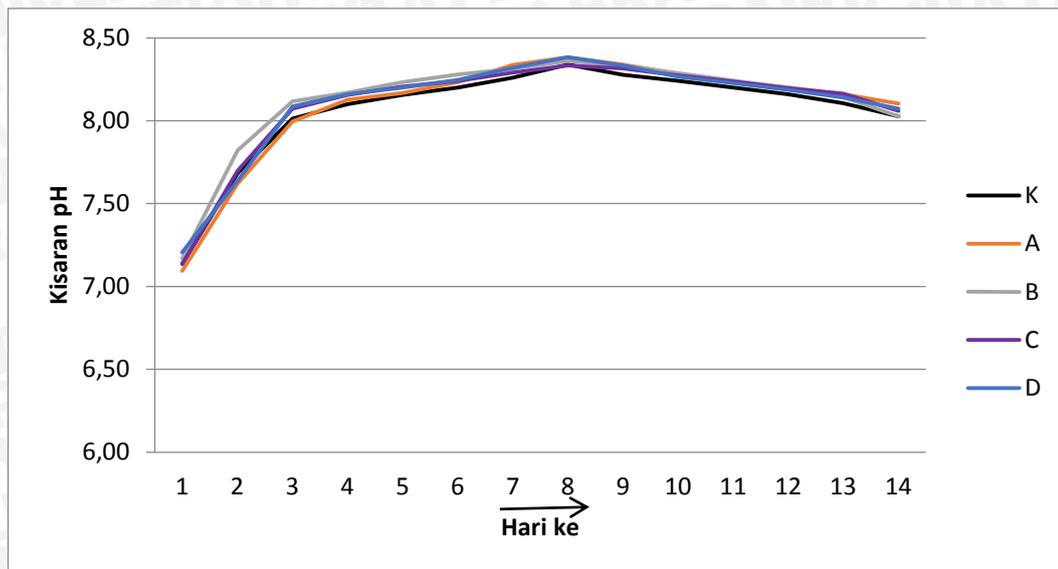
Kisaran suhu yang didapat berdasarkan penelitian yaitu 27,3 °C – 27,95°C. *Chaetoceros* sp. toleran terhadap suhu air yang tinggi. Pada suhu air 60°C fitoplankton ini masih dapat bertahan hidup, akan tetapi tidak berkembang. Alga ini akan hidup optimal pada suhu 37°C dan masih dapat tumbuh pada suhu 50°C (Akbar, 2008). Hal ini didukung oleh pernyataan Suantika *et al.*, (2009) pada beberapa mikroalga, suhu kultur diatas 32^oC dapat menyebabkan letal, akan tetapi genus *Chaetoceros* sp masih dapat bertahan hidup pada suhu 40°C.

4.2.2. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Idris (2012) Nilai pH adalah nilai dari hasil pengukuran ion hidrogen (H) di dalam air. Air dengan kandungan ion H⁺ tinggi akan bersifat asam, dan sebaliknya akan bersifat basa (Alkali). Stabilitas pH dipengaruhi oleh aktivitas respirasi dan fotosintesis. Respirasi akan menurunkan pH, dan sebaliknya fotosintesis menaikkan nilai pH. Derajat keasaman atau pH menggambarkan variasi ion hidrogen. Keragaman nilai hidrogen dalam media kultivasi dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroalga (Nugraha, 2012).

Hasil penelitian pengukuran derajat keasaman (pH) pada media kultur *Chaetoceros* sp. terhadap pupuk abu ampas tebu dengan dosis yang berbeda berkisar 7,03 – 8,38. Nilai pH ini masih berada pada kisaran pH yang optimal untuk kelangsungan pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Menurut Effendi (2003), hampir sebagian besar biota akuatik menyukai nilai pH sekitar 7-8. Perubahan pH pada saat kultivasi mikroalga dapat disebabkan karena adanya perubahan kelarutan mineral didalam medium pertumbuhan (Suantika 2009 dalam Triswanto 2011).

Hasil pengukuran pH pada media *Chaetoceros* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7. Sedangkan hasil rata – rata pengukuran pH selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

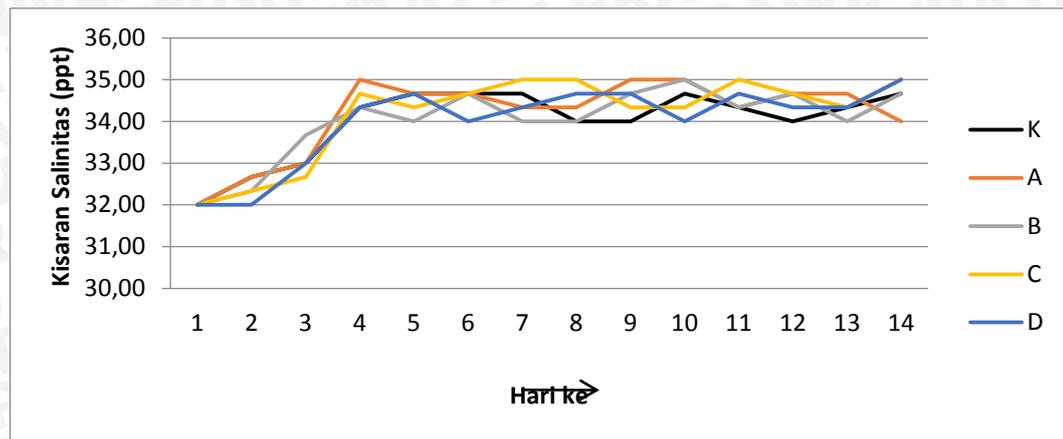


Gambar 7. Hasil Pengukuran pH pada Media Kultur Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Kisaran nilai pH yang didapatkan berdasarkan penelitian adalah 7,03 - 8,38. Menurut Effendi (2003) Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah.

4.2.3 Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat di perairan, salinitas dinyatakan dalam satuan ppt dan dibedakan menjadi 3 yaitu perairan tawar, perairan payau dan air laut (Effendi,2003). Salinitas juga memiliki peran penting dalam budidaya plankton, ikan maupun udang. Hasil pengukuran salinitas pada media *Chaetoceros* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 8 sedangkan nilai rata-rata pengukuran salinitas dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Hasil Pengukuran Salinitas pada Media Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

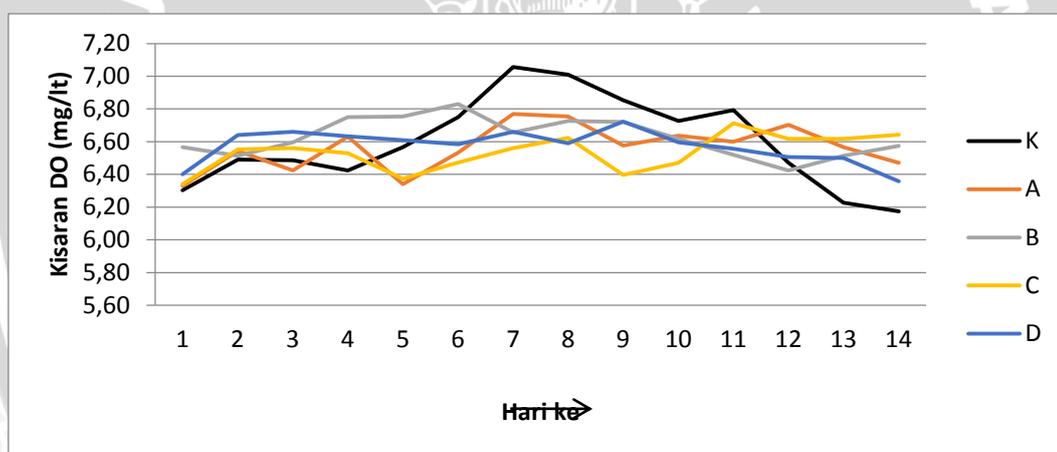
Dilihat dari pengamatan pada Gambar 8 pada masing - masing perlakuan, nilai salinitas terendah untuk semua perlakuan yakni sebesar 32 ppt dan terus mengalami kenaikan hingga menjadi 35 ppt pada semua perlakuan. Hal ini bisa terjadi karena adanya proses penguapan. Pradana (2012) menyebutkan penyebab naiknya dan turunnya salinitas diakibatkan adanya proses penguapan dan pengembunan karena iklim yang berubah. Besar kecilnya nilai salinitas tergantung oleh faktor evaporasi dan input air dari luar perairan. Penguapan yang terjadi pada media kultur akan menyebabkan salinitas meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu ruangan akan mempercepat penguapan, sehingga media kultur kehilangan ion H_2O yang dapat menyebabkan salinitas meningkat.

4.2.4. DO (Disolved Oksigen)

Oksigen merupakan senyawa yang terdiri dari dua unsur O, dan digunakan oleh organisme untuk metabolisme. Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut di perairan alami (Effendi, 2003). Selama penelitian berlangsung, peneliti menggunakan aerator untuk menyuplai kandungan oksigen di dalam media kultur. Fungsi aerator selain sebagai penyuplai oksigen, ialah

sebagai pengaduk media agar tidak terjadi pengendapan bahan organik di dasar media kultur. Akan terjadi pengocokan dan pengadukan pada kultur yang diberi aerasi dan mencegah terjadinya pengendapan mikroalga. Gelembung udara pada aerasi menyebabkan terjadinya arus vertikal dan horizontal sehingga tidak terjadinya stratifikasi unsur hara yang mempunyai kecenderungan untuk mengendap. Pengadukan akan terjadi pada media kultur yang diberi aerasi yang ditujukan untuk mencegah terjadinya pengendapan mikroalga (Danusubrata, 2010).

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



Gambar 9. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) pada Media Kultur Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Hasil pengukuran pada Gambar 9 diatas, nilai oksigen terlarut pada perlakuan kontrol (0mg/l) dari 14 kali pengamatan berkisar antara 6,17 – 7,06 mg/l. Pada perlakuan A (0,25 mg/l) nilai kandungan oksigen terlarut berkisar antara 6,33 – 6,77 mg/l. Pada perlakuan B (0,5 mg/l) nilai kandungan oksigen terlarut berkisar antara 6,51 – 6,75 mg/l. Pada perlakuan C (0,75 mg/l) nilai kandungan oksigen terlarut berkisar antara 6,37 – 6,71 mg/l. Sedangkan pada

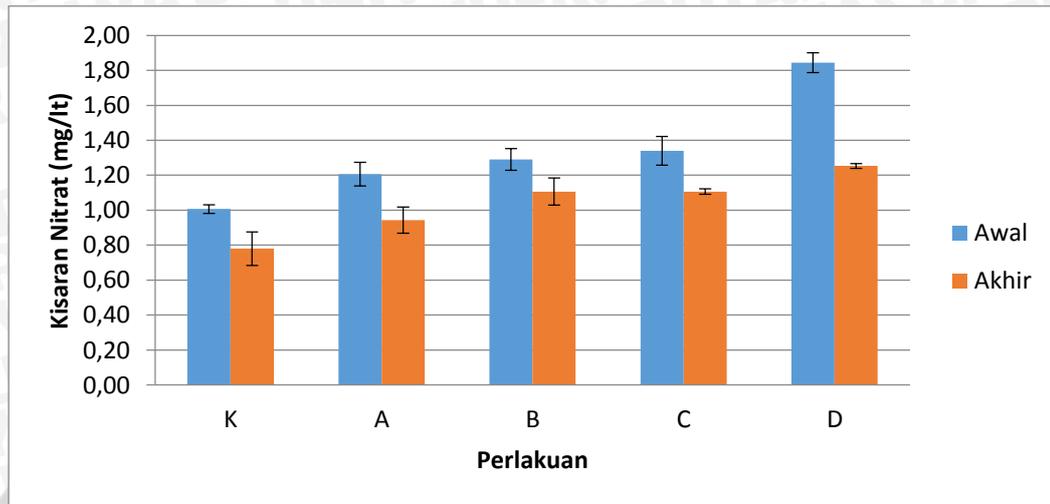
perlakuan D (1 mg/l) nilai kandungan oksigen terlarut berkisar antara 6,36 – 6,72 mg/l. Besar kecilnya nilai kandungan oksigen tergantung pada banyak sedikitnya fitoplankton dan aktifitas aerob di dalam perairan. Kandungan oksigen di dalam perairan akan digunakan untuk respirasi dan proses dekomposisi oleh bakteri. Konsumsi oksigen terlarut pada media penelitian sebagian besar digunakan pada proses aerob. Bahan organik yang terdapat di dalam perairan akan diubah oleh bakteri menjadi bahan anorganik, sehingga dapat digunakan secara langsung oleh *Chaetoceros* sp.

Kenaikan DO diduga karena adanya hasil fotosintesis berupa oksigen terlarut dari *Chaetoceros* sp. 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* sp. yang telah mati setelah terhentinya fase eksponensial oleh mikroba aerob agar menghasilkan nutrien-nutrien yang dapat dimanfaatkan oleh *Chaetoceros* sp. 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).

4.2.5 Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Berikut adalah hasil

pengukuran nitrat dapat dilihat pada Lampiran 10, sedangkan hasil rata – rata penelitian pengukuran nitrat dapat dilihat pada Gambar 10 berikut :



Gambar 10. Hasil Pengukuran Nitrat pada Media Kultur Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Pengukuran nitrat pada kultur *Chaetoceros* sp. didapatkan hasil yang fluktuatif berkisar antara 0,68 - 1,78 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 alga pada umumnya, misalnya untuk jenis diatome dan cyanophyta (Subarijanti, 2005).

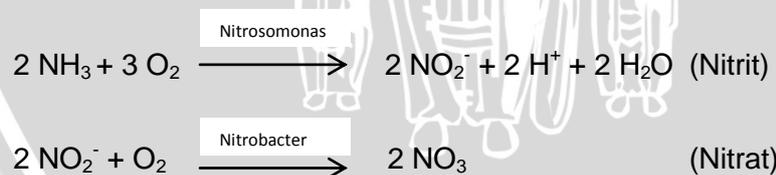
Pengamatan yang dilakukan pada awal dan akhir penelitian menunjukkan bahwa kandungan nitrat mengalami penurunan. Dimana kandungan nitrat pada masing-masing perlakuan sebesar kontrol (0 mg/l) = 1,01 mg/l menjadi 0,78 mg/l, perlakuan A (0,25 mg/l) = 1,91 mg/l menjadi 0,94 mg/l, perlakuan B (0,5 mg/l) = 1,29 mg/l menjadi 1,11 mg/l, perlakuan C (0,75 mg/l) = 1,09 mg/l menjadi 1,12 mg/l, dan perlakuan D (1mg/l) = 1,84 mg/l menjadi 1,25 mg/l. Penurunan secara signifikan terlihat pada perlakuan D. Dimana pada perlakuan ini kelimpahan pada *Chaetoceros* juga tinggi. Berkurangnya kandungan nitrat pada semua perlakuan

di media kultur mengindikasikan bahwa nutrisi yang terdapat pada media mulai berkurang sehingga nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan *Chaetoceros gracilis* mulai berkurang. Handajani (2006) menyebutkan besarnya kandungan nitrat pada perlakuan dikarenakan kepadatan *Chaetoceros* sp. yang tinggi, sehingga pada saat pengukuran kualitas air, *Chaetoceros* sp. mengalami kematian kemudian terurai menjadi nitrat.

Penguraian atau perombakan sel dari organisme yang sudah mati dapat meningkatkan kandungan nitrat dalam perairan, melalui proses nitrifikasi (Effendi, 2003). 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 Effendi (2003) menjelaskan terjadi proses nitrifikasi yang dibantu oleh bakteri nitrosomonas maka NH_4OH akan berubah menjadi nitrit. Proses perubahan ammonia menjadi nitrit, dan nitrit menjadi nitrat ditunjukkan pada persamaan berikut :



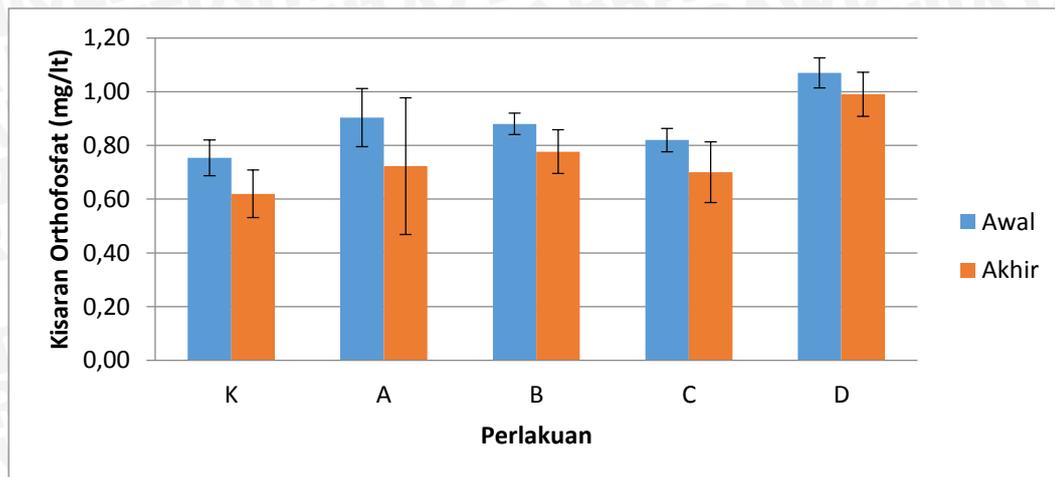
Sisa – sisa tubuh fitoplankton yang telah mati akan tenggelam karena berat jenis protoplasmanya lebih besar daripada air, selanjutnya akan mengalami proses dekomposisi oleh bakteri sehingga unsur unsur nitrat dan fosfat yang terikat pada berbagai senyawa organik dibebaskan dan dikembalikan ke dalam perairan dalam bentuk nitrat dan fosfat anorganik, yang dimanfaatkan kembali oleh fitoplankton.

4.2.6 Orthofosfat

Senyawa nitrat dan fosfat secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuhan-tumbuhan, sisa-sisa organisme mati dan buangan limbah baik limbah daratan seperti domestic, industry, pertanian, dan limbah peternakan ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara (Wattayakorn, 1988 dalam Ulqodry *et al.*,2010). Fosfat dapat diserap oleh organisme dalam bentuk orthofosfat (Prabowo, 2009). Fosfat sangat penting karena memiliki fungsi dalam pembelahan sel dan penyusun lemak dan protein (Saefudin, 1986 dalam Subarijanti, 1990) serta berperan dalam transfer energy di dalam sel (Effendi, 2003).

Fosfor diperairan terbagi menjadi tiga bentuk, yaitu Orthofosfat, Metaphosfat dan Polyphosfat. Namun hanya Orthofosfat 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 0,001 - 0,003 mg/l, Mesotrofik dengan kadar fosfat 0,01 - 0,02 mg/l, Eutrofik dengan kadar fosfat 0,031 - 0,1 mg/l (Efendi,2003).

Berikut adalah hasil pengukuran fosfat dapat dilihat pada Lampiran 11, sedangkan hasil rata – rata penelitian pengukuran fosfat dapat dilihat pada Gambar 11 berikut :



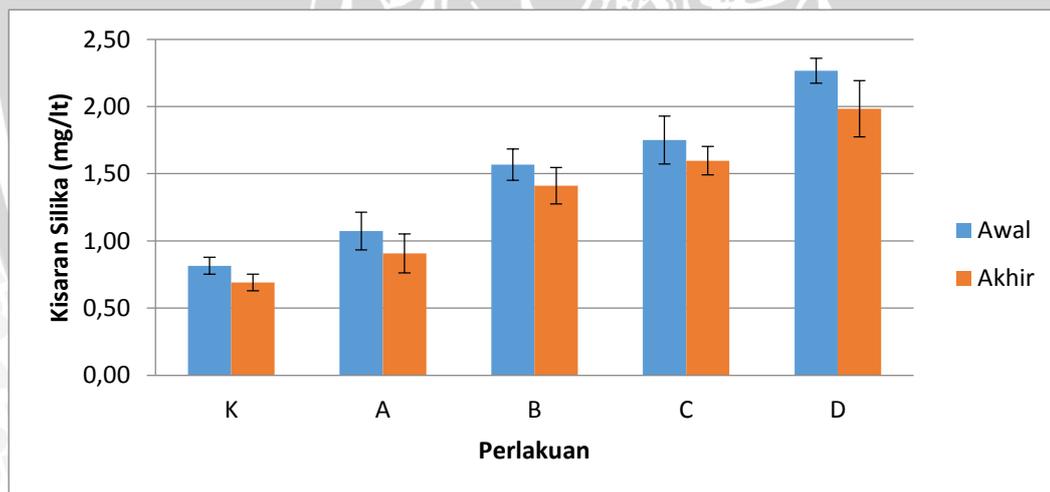
Gambar 11. Hasil Pengukuran Orthofosfat pada Media Kultur Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Pengukuran Orthospat pada kultur *Chaetoceros* sp. didapatkan hasil yang fluktuatif. Kandungan Orthofosfat pada masing-masing perlakuan sebesar kontrol (0 mg/l) = 0,75 mg/l menjadi 0,62 mg/l, perlakuan A (0,25 mg/l) = 0,90 mg/l menjadi 0,72 mg/l, perlakuan B (0,5 mg/l) = 0,88 mg/l menjadi 0,78 mg/l, perlakuan C (0,75 mg/l) = 0,82 mg/l menjadi 0,70 mg/l, dan perlakuan D (1mg/l) = 1,07 mg/l menjadi 0,99 mg/l. Kandungan ortofosfat cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh menurunnya aktivitas penguraian yang mengakibatkan penurunan bahan organik yang ada pada tiap perlakuan. Hasil penelitian yang didapatkan untuk nilai orthofosfat masih tergolong baik. Hal ini didukung oleh pernyataan Bruno *et al.*, (1979) dalam Sumardianto (1995), bahwa konsentrasi yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0,27 – 5,51 mg/l, dimana apabila konsentrasinya kurang dari 0,02 mg/l maka fosfat akan menjadi faktor pembatas. Kelebihan fosfor yang diserap akan dimanfaatkan pada saat perairan mengalami defisiensi fosfor, sehingga algae masih dapat tumbuh selama beberapa waktu selama periode kekurangan pasokan fosfor.

4.2.7 Silika

Silika adalah suatu polimer anorganik yang tersusun atas unsur silikon dan oksigen dengan rumus kimia SiO_2 . Sesungguhnya, tidak hanya terdapat dalam ketiga jenis material di atas, tetapi secara umum dalam kerak bumi terkandung sekitar 63,2% silika, atau sekitar 27,6% silikon dan oksigen 46,4%; di samping itu unsur lain seperti aluminium 5%, besi 5%, kalium 3,6%, natrium 2,8%, kalsium 2,6%, dan hidrogen 0,14%. Di alam, silikon sulit di dapatkan sebagai unsur dengan kemurnian tinggi karena memiliki afinitas tinggi terhadap oksigen dan atom lain dengan elektronegativitas tinggi (White, 2005 dalam Nuryono, 2010).

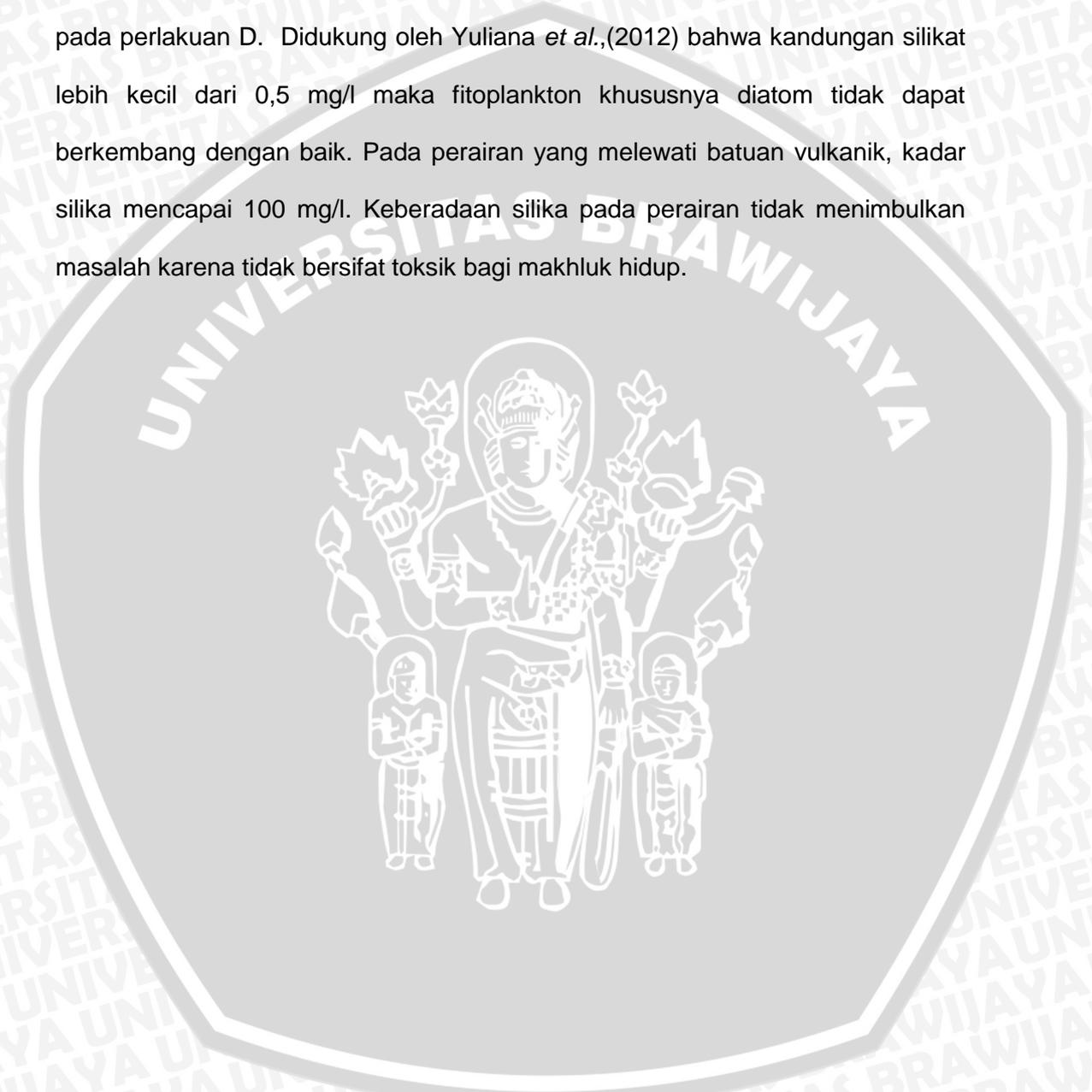
Berikut adalah hasil pengukuran silika dapat dilihat pada Lampiran 12, sedangkan hasil rata - rata penelitian pengukuran silika dapat dilihat pada Gambar 12 berikut :



Gambar 10. Hasil Pengukuran Silika Selama Penelitian yang Diberi Perlakuan Pupuk Abu Ampas Tebu dengan Dosis yang Berbeda: Kontrol (0mg/l), A(0,25mg/l), B(0,5mg/l), C(0,75mg/l), D (1mg/l)

Pengukuran silika pada kultur *Chaetoceros* sp. didapatkan hasil yang fluktuatif. Dimana kandungan silika pada masing-masing perlakuan sebesar kontrol (0 mg/l) = 0,82 mg/l menjadi 0,69 mg/l, perlakuan A (0,25 mg/l) = 1,07 mg/l menjadi 0,91 mg/l, perlakuan B (0,5 mg/l) = 1,57 mg/l menjadi 1,41 mg/l,

perlakuan C (0,75 mg/l) = 1,75 mg/l menjadi 1,60 mg/l, dan perlakuan D (1mg/l) = 2,27 mg/l menjadi 1,98 mg/l. Hasil penelitian yang didapatkan untuk nilai silika masih tergolong baik. Dapat dilihat hasil tertinggi ada pada perlakuan D, hal ini sejalan dengan kelimpahan pada kultur *Chaetoceros* sp yang paling tinggi ada pada perlakuan D. Didukung oleh Yuliana *et al.*,(2012) bahwa kandungan silikat lebih kecil dari 0,5 mg/l maka fitoplankton khususnya diatom tidak dapat berkembang dengan baik. Pada perairan yang melewati batuan vulkanik, kadar silika mencapai 100 mg/l. Keberadaan silika pada perairan tidak menimbulkan masalah karena tidak bersifat toksik bagi makhluk hidup.



5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Parameter kualitas air selama penelitian ialah suhu 27° - $28,3^{\circ}$ C, pH 7,03 - 8,38, salinitas 32 - 35 ppt, DO 6,04 - 7,12 mg/l, nitrat 0,68 - 1,78 mg/l, ortofosfat 0,52 - 2,06 mg/l, dan silika 0,67 - 2,50 mg/l. kisaran kualitas air tersebut tergolong baik dan masih dapat ditolelir oleh *Chaetoceros* sp.
- Perlakuan pemberian limbah organik Abu Ampas Tebu (*Bagase*) dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap peningkatan populasi dari *Chaetoceros* sp. berdasarkan Uji ANOVA (Uji F) Yaitu F hitung (392,79) > Ftabel 1% (3,44) > 5% (2,43), berarti H1 diterima yang artinya diduga dengan pemberian pupuk abu ampas tebu dengan pemberian dosis yang berbeda mempengaruhi perbedaan pertumbuhan *Chaetoceros* sp.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah hendaknya memanfaatkan limbah organik abu ampas tebu, agar tidak mencemari lingkungan. Jika ingin mengaplikasikan pada budidaya tambak perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis ikan yang ada didalamnya. Selain meminimalisir pencemaran lingkungan tentunya menguntungkan bagi pengusaha tambak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. 2011. Diversitas Fitoplanton di Danau Tasikardi Terkait dengan Kandungan Karbondioksida dan Nitrogen. Skripsi. Universitas Islam Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Akbar, T. M. 2008. Pengaruh Cahaya terhadap Senyawa Antibakteri dari *Chaetoceros gracilis*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB: Bogor.
- Amini, S. dan Syamdidi. 2005. Konsentrasi Unsur Hara Pada Media Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* Dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analisis.
- Anwar, E. K. dan H. Suganda. 2006. Pupuk Limbah Industri. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : Bogor.
- Bold, H. C, dan Wayne, M. J. 1985. Introduction to the Algae. Practice that New Jersey.
- Castro, P. dan M. E. Huber. 2007. Marine Biology. New York: MacGraw - Hill Higher Education. New York. 460 h.
- Danusubrata R. 2010. Kultivasi Konsorsium Alamiah Mikroalga Dengan Memanfaatkan Nutrien Pada Berbagai Limbah Cair Agroindustri. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dewanto, F. G., J.J.M.R. Londok, R.A.V. Tuturoong dan W. B. Kaunang. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik Terhadap Produksi Tanaman Jagung Sebagai Sumber Pakan. *Jurnal Zootek ("Zootek" Journal)*, Vol.32: (5)
- 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.
- Foog, G. E. 1975. Algae Cultures and Phytoplankton Ecology. The Athlone Prios University of London. London.
- Gardner, F. D., R. B. Dearce, R. i. Mitchel. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Google image. 2015. <http://www.google.com/image/>
- Hanafiah, K. A. 2008. Rancangan Teori dan Aplikasi, Edisi Ketiga. PT: Raja Grafindo Persada : Jakarta hal 33-41.
- Handajani, H dan Sri, D. H. 2002. Budidaya Perairan. UMM press : malang.

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

Herlina. 2010. Karakteristik Genetik Berbagai Spesies Chaetoceros Serta Analisis Pemanfaatannya pada perbenihan Udang Windu (*Panaeus monodon*). Laporan Akhir. Dewan Riset Nasional Kementerian Negara dan Teknologi. Jakarta.

Hourmant. A. , A. Amara, P. Pouline, G. Durand, G. Arzul, and F. Quiniou. 2009. Effect of Bentazon on Growth and Physiological Responses of Marine Diatom: *Chaetoceros gracilis*. Toxicology Mechanisms and Methods February 2009, Vol!Jme 19, No. 2,Pages 1 09-115.

Indarmawan, T., A. S. Mubarak., dan G. Mahasri. 2012. Pengaruh Konsentrasi Pupuk *Azolla Pinnata* Terhadap Populasi *Chaetoceros* sp. Journal of Marine and Coastal Science, 1(1), 61 – 70.

Idris, M. K. 2012. Efektifitas Penyerapan Karbondioksida (CO₂) oleh Fitoplankton (*Chaetoceros* sp.) pada Fotobioreaktor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Isnansetyo A. dan Kurniastuti.1995. Teknik Kutlur Phytoplankton Zooplankton Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius : Yogyakarta.

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

Lee, E. R. 1970. Phycology. Second Edition, Cambridge. Cambridge University Press.

Musnamar, E. I., 2003, Pupuk Organik Padat: Pembuatan dan Aplikasinya, Jakarta, Penebar Swadaya.

Nugraha, A. H. 2012. Pemanfaatan Gas Karbondioksida (CO₂) pada Kultivasi Outdoor Mikroalga *Nannocloropsis* sp. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB : Bogor.

Nuryono. 2010. Peranan Kimia Dalam Pengembangan Teknologi Material Berbasis Silika. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Ilmu Kimia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Nyanjang, R., A. A. Salim., Y. Rahmiati. 2003. Penggunaan Pupuk Majemuk NPK 25-7-7 Terhadap Peningkatan Produksi Mutu Pada Tanaman The Menghasilkan di Tanah Andisols. PT. Perkebunan Nusantara XII. Prosiding Teh Nasional. Gambung. Hal 181- 185.

Pamungkas E., 2005. Pengolahan Limbah Cair PT. Pupuk Kujang pada Reaktor Curah (Batch). Bogor: Program Studi Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Permentan No. 02/Pert/HK.060/2/2006. Pupuk organik dan pembenah tanah. 17 hal.

PP. No. 8 Tahun 2001. Pupuk budidaya tanaman. 15 Hal.

Prabowo., D. A.,2009. Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium.Skripsi, Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Hal:11-12.

Purnawan C., D. Hilmiyana., Wantini, dan E. Fatmawati. 2012. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Untuk Pembuatan Kertas Dekorasi Dengan Metode Organosolv. Jurnal EKOSAINS. Vol. IV (2).

Putero, S. H dan A. Dhani. 2008. Peran Sertifikasi ISO 9000 dalam Pengelolaan Limbah Penyamakan Kulit. Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Putra, M. L. 2011. Pengelolaan Limbah Industri. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Esa Unggul.

Putri. 2011. Studi Morfologi Sel Mikroalga Laut *Chlorella* sp. Pada Kultur Murni In Vitro. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

Riyono,S. H. 2007. Beberapa Sifat Umum dari Klorofil Fitoplankton. Jurnal Oseana. XXXII (1) : 23-31.

Rina, S., S. Purwati,. H. Hardiani dan A. Surachman. 2002. Pengaruh Kompos dari Limbah Lumpur IPAL Industri Kertas Terhadap Tanaman dan Tanah. Prosiding Seminar Teknologi Selulosa 24 Oktober 2002. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa. Bandung.

Rompas, G. P., J. D. Pangouw., R. Pandakele.,dan j. B. Mangare. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Senen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas. Jurnal Sipil Statik 1(2) : 82 – 89.

Rostini, I. 2007. Kultur Fitoplankton (*Chlorella* sp. dan *Tetraselmis chui*) pada Skala Laboratorium . Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. Jatinangor.

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

Setiawati, M. D. 2009. Skripsi. Uji Toksisitas Pada Mikroalgae *Chaetoceros gracilis*. Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Simanullang, M. 2009. Penentuan Kadar Silika di Multi Fuel Boiler Dengan Spektrofometer UV-VISIBEL di PT. TOBA PULP LESTARI, Tbk , Porsea. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.

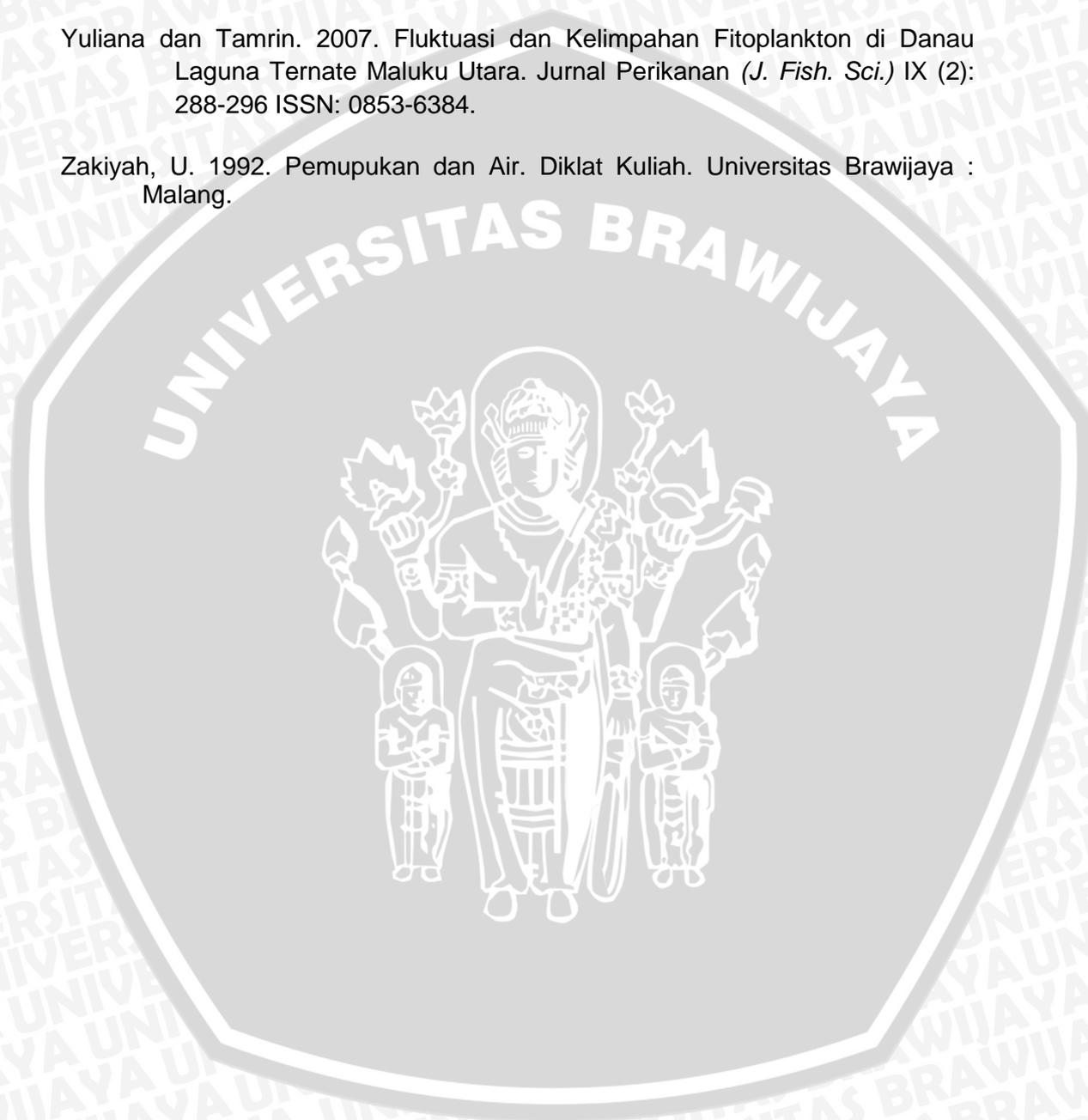
- Simanungkalit. 2006. Organic Fertilizer and Biofertilizer. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suantika, G., P. Adityawati., D. I. Astuti., Y. Sofyan. 2009. Pengaruh Kepadatan Awal Inokulum Terhadap Kualitas Kultur *Chaetoceros Gracilis* (Schutt) Pada Sistem Batch. Jurnal Matematika dan Sains 14 (1).
- Subarijanti, H. U. 1990. Kesuburan dan Pemupukan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Subarijanti, H. U. 2000. Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Subarijanti, H. U. 2005. Kesuburan dan Pemupukan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- SNI. 1990. Metode Pengukuran Kualitas Air. Dinas Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Sutedjo, M. 2008. Pupuk dan Pemupukan. Rineka Cipta : Jakarta.
- Tjokrodimuldjo. K, 1996, Teknologi Beton, Nafigiri, Yogyakarta.
- Triswanto, Y. 2011. Kultivasi Diatom Penghasil Biofuel Jenis *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* sp., dan *Chaetoceros gracilis* pada Sistem Indoor dan Outdoor. SKRIPSI. Institut Pertanian Bogor.
- Undang - undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1984 Tentang Perindustrian. Jakarta.
- Undang - undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Ulqodri T. Z., Yulisman, S. Muhammad dan Santoso, 2010. Karakteristik dan Sebaran Nitra, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah. Jurnal Sains Vol.13 No.1(D).
- 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.
- Wahyuni, S dan M. Jamil. 2008. Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Pupuk Organik Padat dari Keluaran Digester Biogas. Jakarta.
- Widianingsih, R. Ali, H. Retno dan Harmoko, 2008. Kandungan Nutrisi *Spirulina platensis* yang Dikultur Pada Media yang Berbeda. Jurnal Ilmu Kelautan Vol.13 (3) No. 167-170. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yaswar. 2008. Keanekaragaman Plankton dan Keterkaitannya dengan Kualitas Air di Parapet Danau Toba. Jurnal Biologi. USU e-Repository, Vol. 15 No.132.

Yuliana., E. M. A., E. Harris., dan N. T. M. Pratiwi. 2012. Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisik Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika* 3 (2) : 169 – 179.

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

Yuliana dan Tamrin. 2007. Fluktuasi dan Kelimpahan Fitoplankton di Danau Laguna Ternate Maluku Utara. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* IX (2): 288-296 ISSN: 0853-6384.

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



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Dosis yang Digunakan dalam Perairan

Hasil pengukuran Si, pada abu ampas tebu yang diuji di Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang adalah unsur Si = 3,8 % dari 2,2 gr abu yang diuji. Dalam 2,2 gr abu mengandung silika sebesar

$$\frac{3,8}{100} \times 2,2 = 0,084 \text{ gr.}$$

$$1 \text{ gr abu} = \frac{1}{2,2} \times 0,084 = 0,038 \text{ gr.}$$

$$0,038 \text{ gr} = 38 \text{ mg.}$$

$$\text{Dosis } 0,25 \text{ mg/l} \rightarrow \frac{0,25}{38} \times 1000 = 6,6 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 33 \text{ mg/ } 5\text{l}$$

$$\text{Dosis } 0,5\text{mg/l} \rightarrow \frac{0,5}{38} \times 1000 = 13,2 \text{ mg/l}$$

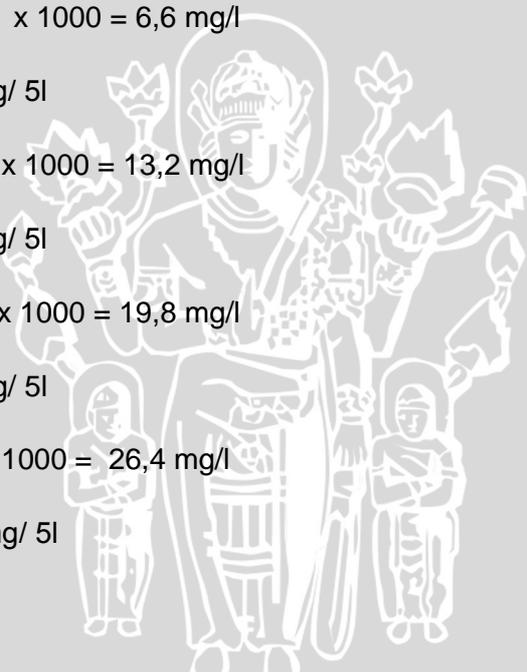
$$\rightarrow 66 \text{ mg/ } 5\text{l}$$

$$\text{Dosis } 0,75 \text{ mg/l} \rightarrow \frac{0,75}{38} \times 1000 = 19,8 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 99 \text{ mg/ } 5\text{l}$$

$$\text{Dosis } 1 \text{ mg/l} \rightarrow \frac{1}{38} \times 1000 = 26,4 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 132 \text{ mg/ } 5\text{l}$$



Lampiran 2. Perhitungan

$$\begin{aligned}FK &= \frac{\sum Y_{ijk}^2}{abn} \\ &= \frac{(5034)^2}{210} \\ &= 120672,17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKT &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK \\ &= (6,4^2 + 7^2 + \dots + 16,4^2 + 8,2^2) - 120672,17 \\ &= 79869,58\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKP &= \sum_{i=1}^a \frac{y_i^2 \dots}{bn} - FK \\ &= \frac{(505,2)^2 + (600)^2 + (934,8)^2 + (1286,2)^2 + (1707,8)^2}{14 \times 3} - 120672,17 \\ &= 23612,81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKW(k) &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2 \dots}{n} - \frac{y_i^2 \dots}{bn} \\ &= \frac{18,6^2 + 21,8^2 + 28,8^2 + \dots + 11^2}{3} - \frac{(505,2)^2}{14 \times 3} \\ &= 1284,15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKW(A) &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2 \dots}{n} - \frac{y_i^2 \dots}{bn} \\ &= \frac{20,4^2 + 26^2 + 30^2 + \dots + 15^2}{3} - \frac{(600)^2}{14 \times 3} \\ &= 1780,46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JKW(B) &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2 \dots}{n} - \frac{y_i^2 \dots}{bn} \\ &= \frac{22,2^2 + 31,8^2 + 38^2 + \dots + 14,2^2}{3} - \frac{(934,8)^2}{14 \times 3} \\ &= 7596,68\end{aligned}$$

$$JKW(C) = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2 \dots}{n} - \frac{y_i^2 \dots}{bn}$$

$$= \frac{23,4^2 + 35,8^2 + 52,6^2 + \dots + 19,8^2}{3} - \frac{(1286,2)^2}{14 \times 3}$$

$$= 12408,78$$

$$JKW(D) = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{y_{ij}^2}{n} - \frac{y_i^2}{bn}$$

$$= \frac{27,6^2 + 44,6^2 + 58,6^2 + \dots + 24,2^2}{3} - \frac{(1707,8)^2}{14 \times 3}$$

$$= 31009,21$$

$$JKW(p) = JKW(K) + JKW(A) + JKW(B) + JKW(C) + JKW(D)$$

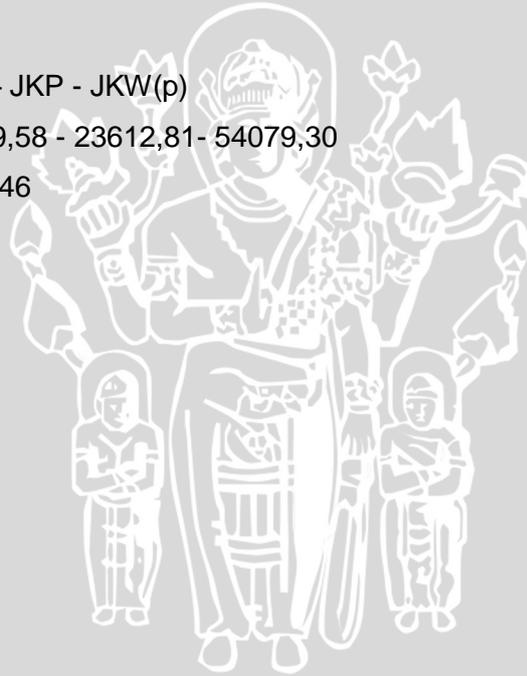
$$= 1284,15 + 1780,46 + 7596,68 + 12408,78 + 31009,21$$

$$= 54079,30$$

$$JKG = JKT - JKP - JKW(p)$$

$$= 79869,58 - 23612,81 - 54079,30$$

$$= 2177,46$$



Lampiran 3. Tabel Anova dan Uji BNT

Daftar Analisa Ragam kelimpahan *Chaetoceros sp*

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	5-1=4	23612,81	5903,20	379,5**	2,43	3,45
Waktu dalam perlakuan	5(14-1)=65	54079,30	831,99	53,5**	1,4	1,61
waktu dalam K	(14-1)=13	1284,15	98,78	6,4**	1,79	2,25
Waktu dalam A	(14-1)=13	1780,46	136,96	8,8**	1,79	2,25
waktu dalam B	(14-1)=13	7596,68	584,36	37,6**	1,79	2,25
waktu dalam C	(14-1)=13	12408,78	954,52	61,4**	1,79	2,25
waktu dalam D	(14-1)=13	31009,21	2385,32	153,4**	1,79	2,25
Galat	5x14(3-1)=140	2177,46	15,55			
Total	(5x14x3)-1=209					

Keterangan : * (berbeda nyata)
 ** (berbeda sangat nyata)

$$KTP = \frac{JKP}{DBP} = \frac{23612,81}{4} = 5903,20$$

$$KP(W) = \frac{JKP(W)}{DBP(W)} = \frac{54079,30}{65} = 831,98$$

$$KTG = \frac{JKG}{DBG} = \frac{2177,46}{140} = 15,55$$

UJI BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$BNT_{0,05} = t_{0,05(140)} \times \sqrt{\frac{2 \times KTG}{ulangan}}$$

$$= 1,97 \times \sqrt{\frac{2 \times 15,55}{3}}$$

$$= 1,97 \times 3,21$$

$$= 6,32$$

Perlakuan	Rata- rata	+ BNT	Notasi / kode
K	11,42	17,47	a
A	13,53	19,85	a
B	20,97	27,29	b
C	28,78	35,10	c
D	38,15	44,47	d
BNT 5 %	6,32		

Lampiran 4. Data Hasil Kelimpahan *Chaetoceros* sp. dalam 10⁴ (sel/ml)

Perlakuan	HARI KE-															Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
K1	3,00	6,40	7,00	9,80	12,40	15,40	18,40	22,40	20,20	16,80	13,20	10,40	8,20	6,40	3,20	173,20
K2	3,00	6,00	7,60	8,80	10,20	13,60	18,00	24,00	21,00	18,40	15,00	10,00	7,60	4,40	3,60	171,20
K3	3,00	6,20	7,20	10,20	13,20	14,40	17,60	19,60	18,80	16,40	13,80	10,80	8,80	5,60	4,20	169,80
Jumlah	9,00	18,60	21,80	28,80	35,80	43,40	54,00	66,00	60,00	51,60	42,00	31,20	24,60	16,40	11,00	514,20
rata-rata	3,00	6,20	7,27	9,60	11,93	14,47	18,00	22,00	20,00	17,20	14,00	10,40	8,20	5,47	3,67	
A1	3,00	6,60	8,40	9,60	12,60	16,00	18,80	25,80	23,40	21,20	16,20	12,40	11,60	7,40	5,20	198,20
A2	3,00	6,20	9,40	10,60	13,80	16,60	21,00	26,20	24,00	20,60	17,80	12,80	10,20	6,40	4,00	202,60
A3	3,00	7,60	8,20	9,80	11,40	14,80	19,20	27,60	25,00	22,40	18,40	15,80	10,80	8,40	5,80	208,20
Jumlah	9,00	20,40	26,00	30,00	37,80	47,40	59,00	79,60	72,40	64,20	52,40	41,00	32,60	22,20	15,00	609,00
rata-rata	3,00	6,80	8,67	10,00	12,60	15,80	19,67	26,53	24,13	21,40	17,47	13,67	10,87	7,40	5,00	
B1	3,00	7,40	9,80	12,20	14,20	19,80	23,60	42,00	39,60	27,40	23,00	18,60	15,60	7,80	4,40	268,40
B2	3,00	6,60	10,40	11,80	13,00	18,60	24,00	54,60	50,00	38,80	27,20	21,60	18,20	13,40	5,00	316,20
B3	3,00	8,20	11,60	14,00	16,40	20,80	31,80	53,20	48,80	42,00	36,60	29,80	24,40	13,80	4,80	359,20
Jumlah	9,00	22,20	31,80	38,00	43,60	59,20	79,40	149,80	138,40	108,20	86,80	70,00	58,20	35,00	14,20	943,80
rata-rata	3,00	7,40	10,60	12,67	14,53	19,73	26,47	49,93	46,13	36,07	28,93	23,33	19,40	11,67	4,73	
C1	3,00	6,20	10,60	17,80	23,00	40,20	52,20	58,20	53,00	44,20	34,80	27,20	23,60	15,00	6,60	415,60
C2	3,00	8,40	12,40	17,60	18,80	39,00	49,60	56,00	54,60	46,20	40,60	32,60	25,40	15,80	7,00	427,00
C3	3,00	8,80	12,80	17,20	25,80	43,40	55,20	59,00	57,60	46,40	42,00	32,00	26,00	17,40	6,00	452,60
Jumlah	9,00	23,40	35,80	52,60	67,60	122,60	157,00	173,20	165,20	136,80	117,40	91,80	75,00	48,20	19,60	1295,20
rata-rata	3,00	7,80	11,93	17,53	22,53	40,87	52,33	57,73	55,07	45,60	39,13	30,60	25,00	16,07	6,53	
D1	3,00	6,40	14,20	19,00	25,20	46,80	59,80	75,60	73,80	50,40	42,20	33,60	24,80	18,00	8,40	501,20
D2	3,00	12,20	14,80	19,40	39,20	51,60	77,20	102,00	99,40	74,60	45,20	30,00	26,20	18,40	7,60	620,80
D3	3,00	9,00	15,60	20,20	37,20	56,00	74,40	99,20	89,00	59,40	47,00	34,60	25,60	16,40	8,20	594,80
Jumlah	9,00	27,60	44,60	58,60	101,60	154,40	211,40	276,80	262,20	184,40	134,40	98,20	76,60	52,80	24,20	1716,80
rata-rata	3,00	9,20	14,87	19,53	33,87	51,47	70,47	92,27	87,40	61,47	44,80	32,73	25,53	17,60	8,07	
TOTAL																5079,00

Lampiran 5. Tabel Rancangan Acak Lengkap Tersarang Terhadap Kelimpahan *Chaetoceros* sp (sel/ml)

Perlakuan	HARI KE-														Σperlakuan	Total (Yi)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
K1	6,4	7,0	9,8	12,4	15,4	18,4	22,4	20,2	16,8	13,2	10,4	8,2	6,4	3,2	170,2	255227,0
K2	6,0	7,6	8,8	10,2	13,6	18,0	24,0	21,0	18,4	15,0	10,0	7,6	4,4	3,6	168,2	
K3	6,2	7,2	10,2	13,2	14,4	17,6	19,6	18,8	16,4	13,8	10,8	8,8	5,6	4,2	166,8	
Jumlah	18,6	21,8	28,8	35,8	43,4	54,0	66,0	60,0	51,6	42,0	31,2	24,6	16,4	11,0	505,2	
A1	6,6	8,4	9,6	12,6	16,0	18,8	25,8	23,4	21,2	16,2	12,4	11,6	7,4	5,2	195,2	360000,0
A2	6,2	9,4	10,6	13,8	16,6	21,0	26,2	24,0	20,6	17,8	12,8	10,2	6,4	4,0	199,6	
A3	7,6	8,2	9,8	11,4	14,8	19,2	27,6	25,0	22,4	18,4	15,8	10,8	8,4	5,8	205,2	
Jumlah	20,4	26,0	30,0	37,8	47,4	59,0	79,6	72,4	64,2	52,4	41,0	32,6	22,2	15,0	600,0	
B1	7,4	9,8	12,2	14,2	19,8	23,6	42,0	39,6	27,4	23,0	18,6	15,6	7,8	4,4	265,4	873851,0
B2	6,6	10,4	11,8	13,0	18,6	24,0	54,6	50,0	38,8	27,2	21,6	18,2	13,4	5,0	313,2	
B3	8,2	11,6	14,0	16,4	20,8	31,8	53,2	48,8	42,0	36,6	29,8	24,4	13,8	4,8	356,2	
Jumlah	22,2	31,8	38,0	43,6	59,2	79,4	149,8	138,4	108,2	86,8	70,0	58,2	35,0	14,2	934,8	
C1	6,2	10,6	17,8	23,0	40,2	52,2	58,2	53,0	44,2	34,8	27,2	23,6	15,0	6,6	412,6	1654310,4
C2	8,4	12,4	17,6	18,8	39,0	49,6	56,0	54,6	46,2	40,6	32,6	25,4	15,8	7,0	424,0	
C3	8,8	12,8	17,2	25,8	43,4	55,2	59,0	57,6	46,4	42,0	32,0	26,0	17,4	6,0	449,6	
Jumlah	23,4	35,8	52,6	67,6	122,6	157,0	173,2	165,2	136,8	117,4	91,8	75,0	48,2	19,6	1286,2	
D1	6,4	14,2	19,0	25,2	46,8	59,8	75,6	73,8	50,4	42,2	33,6	24,8	18,0	8,4	498,2	2916580,8
D2	12,2	14,8	19,4	39,2	51,6	77,2	102,0	99,4	74,6	45,2	30,0	26,2	18,4	7,6	617,8	
D3	9,0	15,6	20,2	37,2	56,0	74,4	99,2	89,0	59,4	47,0	34,6	25,6	16,4	8,2	591,8	
Jumlah	27,6	44,6	58,6	101,6	154,4	211,4	276,8	262,2	184,4	134,4	98,2	76,6	52,8	24,2	1707,8	
TOTAL															5034,0	6059969,4

Lampiran 6. Pengamatan Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Perlakuan	Pengamatan Hari ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K1	27,8	28,0	27,7	27,9	27,8	27,9	27,8	27,6	27,8	27,6	27,6	27,8	27,7	27,6
K2	28,0	28,0	27,9	27,8	27,6	27,8	27,6	27,6	28,0	28,0	28,1	28,0	27,8	28,0
K3	27,7	27,8	27,6	27,6	27,9	27,5	27,8	27,8	27,0	27,0	27,3	27,4	27,4	27,3
A1	28,1	28,0	27,8	27,7	27,6	27,5	27,8	27,8	27,4	27,7	27,6	27,6	27,6	27,5
A2	27,5	27,7	27,8	27,6	27,4	27,7	27,6	27,6	27,6	27,5	27,5	27,5	27,6	27,8
A3	28,1	27,9	28,0	28,0	28,1	28,0	27,8	27,7	27,6	27,4	27,7	27,5	27,8	27,8
B1	27,7	27,5	27,5	27,8	27,8	27,7	27,7	27,9	27,9	27,8	27,6	27,8	27,6	27,6
B2	27,6	27,4	27,7	27,6	27,6	27,6	27,5	27,8	27,6	27,7	27,5	27,5	27,8	27,8
B3	28,0	27,9	27,9	28,0	28,3	28,0	28,1	27,9	27,8	28,0	28,0	28,1	28,2	28,0
C1	28,2	28,1	28,0	27,7	27,8	28,1	28,0	27,8	28,2	27,9	28,0	28,0	28,1	28,0
C2	27,7	27,5	27,2	27,5	27,5	27,6	27,8	27,6	27,7	27,5	27,6	27,8	27,7	27,6
C3	27,3	27,1	27,1	27,0	27,0	27,3	27,2	27,0	27,1	27,2	27,0	27,5	27,4	27,5
D1	27,0	27,1	27,3	27,1	27,0	27,0	27,0	27,1	27,2	27,2	27,0	27,0	27,0	27,1
D2	27,4	27,4	27,4	27,4	27,3	27,4	27,4	27,5	27,4	27,7	27,6	27,6	27,6	27,5
D3	27,7	27,4	27,9	27,8	27,6	27,8	27,6	27,6	27,9	27,5	27,8	27,8	27,9	27,9

Lampiran 7. Pengamatan pH

Perlakuan	Pengamatan hari ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K1	7,08	7,66	8,02	8,14	8,17	8,20	8,25	8,31	8,22	8,19	8,15	8,13	8,07	8,00
K2	7,21	7,91	8,11	8,16	8,19	8,23	8,30	8,38	8,31	8,29	8,25	8,18	8,14	8,03
K3	7,12	7,48	7,91	8,00	8,11	8,17	8,23	8,33	8,30	8,24	8,20	8,17	8,11	8,05
A1	7,03	7,52	7,98	8,12	8,16	8,27	8,35	8,39	8,33	8,30	8,27	8,23	8,19	8,12
A2	7,11	7,77	8,01	8,19	8,22	8,28	8,37	8,40	8,38	8,29	8,23	8,21	8,17	8,10
A3	7,14	7,57	8,00	8,07	8,12	8,15	8,29	8,36	8,31	8,26	8,20	8,16	8,12	8,09
B1	7,20	7,93	8,12	8,17	8,28	8,32	8,35	8,39	8,36	8,31	8,27	8,22	8,19	8,05
B2	7,09	7,72	8,05	8,14	8,19	8,27	8,32	8,37	8,35	8,30	8,28	8,24	8,21	8,03
B3	7,22	7,81	8,18	8,20	8,23	8,25	8,27	8,32	8,29	8,25	8,18	8,14	8,03	8,00
C1	7,19	7,59	8,03	8,13	8,18	8,22	8,29	8,34	8,31	8,29	8,27	8,23	8,19	8,11
C2	7,06	7,69	8,08	8,11	8,16	8,19	8,25	8,31	8,28	8,23	8,17	8,14	8,11	8,04
C3	7,16	7,81	8,11	8,23	8,28	8,31	8,33	8,35	8,36	8,30	8,27	8,22	8,19	8,03
D1	7,30	7,95	8,14	8,21	8,22	8,28	8,37	8,42	8,38	8,27	8,23	8,21	8,17	8,14
D2	7,10	7,41	8,07	8,16	8,19	8,23	8,29	8,35	8,31	8,24	8,20	8,18	8,11	8,04
D3	7,22	7,55	8,05	8,11	8,19	8,23	8,30	8,38	8,31	8,29	8,25	8,17	8,14	8,04

Lampiran 8. Pengamatan Salinitas (ppt)

Perlakuan	Pengamatan Hari ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K1	32	33	33	35	35	34	35	34	33	35	34	34	35	35
K2	32	32	34	35	35	35	34	33	35	34	34	34	34	35
K3	32	33	32	33	34	35	35	35	34	35	35	34	34	34
A1	32	33	33	35	34	35	35	35	35	35	34	34	35	33
A2	32	33	33	35	35	34	33	34	35	35	35	35	35	34
A3	32	32	33	35	35	35	35	34	35	35	34	35	34	35
B1	32	32	33	35	34	34	34	34	35	35	34	35	33	34
B2	32	32	34	34	35	35	34	34	34	35	34	35	34	35
B3	32	33	34	34	33	35	34	34	35	35	35	34	35	35
C1	32	32	33	35	35	34	35	35	34	35	35	35	34	35
C2	32	33	32	34	34	35	35	35	35	35	35	35	35	35
C3	32	32	33	35	34	35	35	35	34	33	35	34	34	35
D1	32	32	33	34	34	33	34	35	35	35	35	35	35	35
D2	32	32	32	34	35	35	35	34	35	34	35	33	34	35
D3	32	32	34	35	35	34	34	35	34	33	34	35	34	35

Lampiran 9. Pengamatan DO (mg/l)

Perlakuan	Pengamatan hari ke													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K1	6,2	6,32	6,51	6,18	6,43	6,82	7,26	7,07	6,88	6,38	6,91	6,25	6,04	6,11
K2	6,26	6,63	6,32	6,64	6,51	6,49	6,83	7,17	7,02	6,94	6,56	6,39	6,22	6,17
K3	6,45	6,52	6,63	6,45	6,76	6,94	7,08	6,79	6,66	6,86	6,91	6,77	6,42	6,24
A1	6,4	6,51	6,21	6,51	6,23	6,47	6,51	6,73	6,81	6,93	7,03	6,87	6,67	6,48
A2	6,12	6,49	6,58	6,78	6,37	6,42	6,49	6,75	6,28	6,27	6,34	6,73	6,56	6,42
A3	6,47	6,63	6,48	6,6	6,42	6,71	7,31	6,78	6,64	6,71	6,43	6,51	6,47	6,51
B1	6,43	6,54	6,41	6,72	6,73	6,63	6,42	6,49	6,75	6,28	6,27	6,18	6,57	6,83
B2	6,51	6,51	6,52	6,8	6,97	7,23	7,1	6,93	6,47	6,56	6,34	6,64	6,55	6,48
B3	6,76	6,49	6,86	6,73	6,56	6,63	6,45	6,76	6,94	7,01	6,95	6,45	6,42	6,41
C1	6,23	6,63	6,55	6,61	6,34	6,39	6,47	6,52	6,49	6,48	6,78	6,51	6,43	6,52
C2	6,37	6,54	6,38	6,7	6,51	6,47	6,82	7,13	6,33	6,41	6,63	6,78	6,79	6,86
C3	6,42	6,49	6,75	6,28	6,27	6,56	6,39	6,22	6,37	6,52	6,73	6,56	6,63	6,55
D1	6,46	6,59	6,69	6,47	6,83	6,66	6,73	6,56	6,63	6,86	6,78	6,37	6,42	6,38
D2	6,44	6,61	6,58	6,7	6,62	6,81	6,47	6,84	7,12	6,55	6,47	6,59	6,69	6,47
D3	6,3	6,72	6,71	6,73	6,38	6,28	6,78	6,37	6,42	6,38	6,42	6,56	6,39	6,22

Lampiran 10. Pengamatan Nitrat (mg/l)

Perlakuan	AWAL	AKHIR
K1	1,01	0,68
K2	1,03	0,79
K3	0,98	0,87
A1	1,13	1,03
A2	1,23	0,91
A3	1,26	0,89
B1	1,31	1,17
B2	1,22	1,13
B3	1,34	1,02
C1	1,25	1,09
C2	1,41	1,11
C3	1,36	1,12
D1	1,78	1,2
D2	1,86	1,22
D3	1,89	1,34



Lampiran 11. Pengamatan Ortofosfat (mg/l)

Perlakuan	AWAL	AKHIR
K1	0,77	0,65
K2	0,81	0,69
K3	0,68	0,52
A1	0,78	0,43
A2	0,95	0,88
A3	0,98	0,86
B1	0,84	0,72
B2	0,92	0,87
B3	0,88	0,74
C1	0,77	0,57
C2	0,85	0,76
C3	0,84	0,77
D1	1,06	0,92
D2	1,02	0,97
D3	1,13	1,08

Lampiran 12. Pengamatan Silika (mg/l)

Perlakuan	AWAL	AKHIR
K1	0,83	0,71
K2	0,80	0,67
K3	0,92	0,79
A1	1,25	1,04
A2	1,05	0,89
A3	1,32	1,18
B1	1,65	1,46
B2	1,73	1,59
B3	1,50	1,32
C1	2,05	1,84
C2	1,70	1,63
C3	1,93	1,74
D1	2,37	1,90
D2	2,50	2,31
D3	2,32	2,03