

**PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN *Tetraselmis chuii***

SKRIPSI

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

Oleh :

DIAN MAHARDIKA SAPTADARMA

NIM. 0910810021



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

**PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN *Tetraselmis chuii***

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 :

DIAN MAHARDIKA SAPTADARMA

NIM. 0910810021



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN *Tetraselmis chuii*

Oleh:

DIAN MAHARDIKA SAPTADARMA

NIM. 0910810021

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 7 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS
NIP. 19600505 198601 1 004
Tanggal:

Ir. Kusriani, MP
NIP. 19560417 198403 2 001
Tanggal:

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si
NIP. 19610303 198602 2 001
Tanggal:

Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si
NIP. 19730702 200501 2 001
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan penelitian Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 14 Agustus 2015

Mahasiswa,

DIAN MAHARDIKA SAPTADARMA



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat tersusun tanpa bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua tercinta Suyanto, S.Pd dan Wdji Asih, S.Pd, serta kakak tersayang Desta Nugra Aria Yulanda, S.Kel yang selalu mendoakan serta memberi semangat dan bantuan baik moril maupun materil, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penulisan skripsi ini.
2. Ir. Kusriani, MP dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si selaku dosen pembimbing, dengan kebaikan hati beliau dan kesabaran yang luar biasa membimbing penulis dengan selalu menyediakan waktu di tengah kesibukannya, sehingga penulis menjadikannya sebagai pemicu semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Puput Nisa'ul Kamilah, S.Pi yang selalu memberi semangat, perhatian dan kasih sayang, sehingga penulis bisa fokus dalam mengerjakan skripsi sampai selesai.
4. Bu Chot, Novita, Lili, Ella, Ihsan, Ovi, Lia, Fani, Bagus, Elen, Ali, Aga, RR, Devi, Sanil, Leni sebagai rekan penelitian yang telah membantu dan senantiasa memberi semangat mulai penyusunan proposal hingga akhir ujian skripsi.
5. Teman-teman MSP 2009, 2010 dan 2011 sebagai teman seperjuangan selama perkuliahan yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Malang, 14 Agustus 2015

Dian Mahardika Saptadarma

RINGKASAN

DIAN MAHARDIKA SAPTADARMA. Penelitian Skripsi tentang Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* (di bawah bimbingan **Ir. Kusriani, MP** dan **Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si**).

Pada saat ini banyak fitoplankton yang dibudidayakan sebagai pakan alami. Salah satu diantaranya yaitu *Tetraselmis chuii*. *Tetraselmis chuii* mempunyai prospek cerah di masa mendatang karena mengandung nilai gizi yang tinggi sehingga banyak dimanfaatkan untuk pakan ikan, udang, kerang-kerangan dan alternatif biodiesel. Selama ini kultur *Tetraselmis chuii* hanya memanfaatkan pupuk anorganik sebagai sumber nutrisi sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mencari sumber nutrisi alternatif pengganti pupuk anorganik tersebut. Limbah cair tahu dipilih sebagai pupuk organik alternatif karena di dalam limbah tersebut masih terdapat kandungan nutrisi yang tinggi, dapat diperoleh dengan harga murah dan tersedia banyak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2015 di Laboratorium Hidrobiologi Perairan, serta Laboratorium Nutrisi dan Pakan Alami Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Uji kandungan dari limbah cair tahu dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda. Pemberian dosis yang berbeda pada tiap perlakuan berdasarkan kandungan nitrat yang dibutuhkan oleh *Tetraselmis chuii* yaitu limbah cair tahu 2 ml/l dengan kandungan nitrat 1,28 mg/l, limbah cair tahu 3 ml/l dengan kandungan nitrat 1,92 mg/l, limbah cair tahu 4 ml/l dengan kandungan nitrat 2,56 mg/l, limbah cair tahu 5 ml/l dengan kandungan nitrat 3,2 mg/l, dan tanpa limbah cair tahu sebagai perlakuan kontrol.

Data yang diambil pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengamatan kepadatan *Tetraselmis chuii* serta pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat. Data sekunder diperoleh dari jurnal, situs internet, buku serta laporan penelitian lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jumlah kepadatan tertinggi pada perlakuan D (dosis 5 ml/l) sebesar $8,73 \times 10^4$ sel/ml, diikuti perlakuan C (dosis 4 ml/l) sebesar $6,6 \times 10^4$ sel/ml, perlakuan A (dosis 2 ml/l) sebesar $6,47 \times 10^4$ sel/ml, perlakuan B (dosis 3 ml/l) sebesar 6×10^4 sel/ml dan pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l) sebesar 4×10^4 sel/ml.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian limbah cair tahu memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kepadatan *Tetraselmis chuii* yang dapat dilihat dari $F \text{ tabel } 5\% (3,48) < F \text{ hitung } (10,63) > F \text{ tabel } 1\% (5,99)$, berarti H_1 diterima yang artinya pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kepadatan *Tetraselmis chuii*.

Kisaran parameter kualitas air pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii* yaitu suhu 24,1-28,2 °C, pH 6,93-9,19, salinitas 25-36 ppt, DO 5,97-7,19 mg/l, nitrat 0,68-3,55 mg/l, dan fosfat 0,21-1,21 mg/l. Kisaran kualitas air tersebut

masih tergolong baik dan masih layak digunakan untuk pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran kualitas air selama penelitian masih dalam batas toleransi pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda pada pertumbuhan *Tetraselmis chuii* menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata yaitu dengan adanya hasil analisis ragam F tabel 5% (3,48) < F hitung (10,63) > F tabel 1% (5,99).

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian adalah limbah cair tahu layak digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik yang murah, ramah lingkungan dan memiliki kandungan unsur hara yang tinggi, serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kultur *Tetraselmis chuii* yang dibudidayakan dengan menggunakan limbah cair tahu.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik serta hidayat-Nya, sehingga laporan penelitian Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*”** ini selesai disusun. Hanya dengan bimbingan, karunia dan ridho Allah semata penulis diberi kekuatan dan kemampuan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Ketaqwaan manusia dicerminkan dalam amal perbuatan dan ibadahnya, oleh karena itu menyelesaikan tugas adalah termasuk mengerjakan ibadah yang merupakan salah satu wujud ketaqwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Selesaiannya laporan Skripsi ini sebagai syarat dalam menempuh kuliah jenjang S1 (Strata 1) dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Semoga Allah meridhoi, Amin.

Penulis sadar sepenuhnya, bahwa laporan penelitian Skripsi ini masih banyak kekurangan-kekurangan dan belum mendekati sempurna, karena tidak ada manusia di dunia ini yang sempurna. Kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT semata. Semoga laporan penelitian Skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa yang membutuhkan informasi, para praktisi, dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Malang, 14 Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

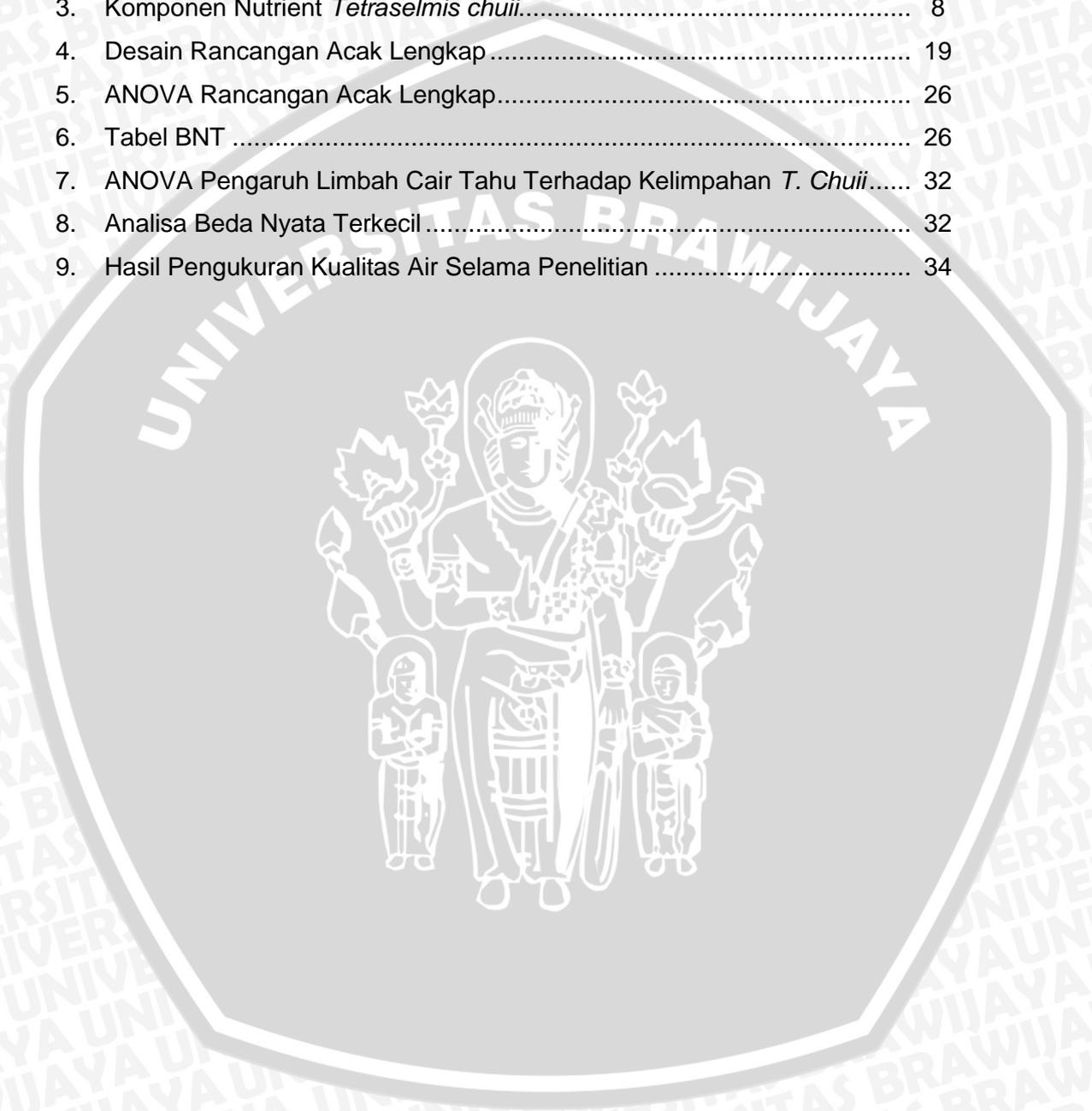
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Tahu	5
2.2 Klasifikasi dan Morfologi <i>Tetraselmis chuii</i>	6
2.3 Kegunaan <i>Tetraselmis chuii</i>	7
2.4 Siklus Hidup dan Reproduksi <i>Tetraselmis chuii</i>	9
2.5 Fase Pertumbuhan <i>Tetraselmis chuii</i>	10
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Tetraselmis chuii</i>	11
2.5.1 Cahaya	11
2.5.2 Suhu	12
2.5.3 Salinitas	12
2.5.4 Derajat Keasaman	13
2.5.5 Aerasi	14
2.5.6 Oksigen Terlarut	14
2.5.7 Karbondioksida	15
2.5.8 Nutrien	15
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	17
3.1 Materi Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Sumber Data	17
3.5 Rancangan Penelitian	18
3.6 Prosedur Penelitian	20
3.7 Analisis Parameter Kualitas Air	23
3.8 Analisis Data	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Pertumbuhan Sel <i>Tetraselmis chuii</i>	28
4.2 Kualitas Air	33
4.2.1 Suhu	34
4.2.2 Derajat Keasaman	36
4.2.3 Salinitas	37
4.2.4 Oksigen Terlarut	38
4.2.6 Nitrat	40

4.2.7 Fosfat	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	51



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik Limbah Cair Tahu.....	6
2. Komposisi Asam Lemak <i>Tetraselmis chuii</i>	8
3. Komponen Nutrient <i>Tetraselmis chuii</i>	8
4. Desain Rancangan Acak Lengkap.....	19
5. ANOVA Rancangan Acak Lengkap.....	26
6. Tabel BNT.....	26
7. ANOVA Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Kelimpahan <i>T. Chuii</i>	32
8. Analisa Beda Nyata Terkecil.....	32
9. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian.....	34



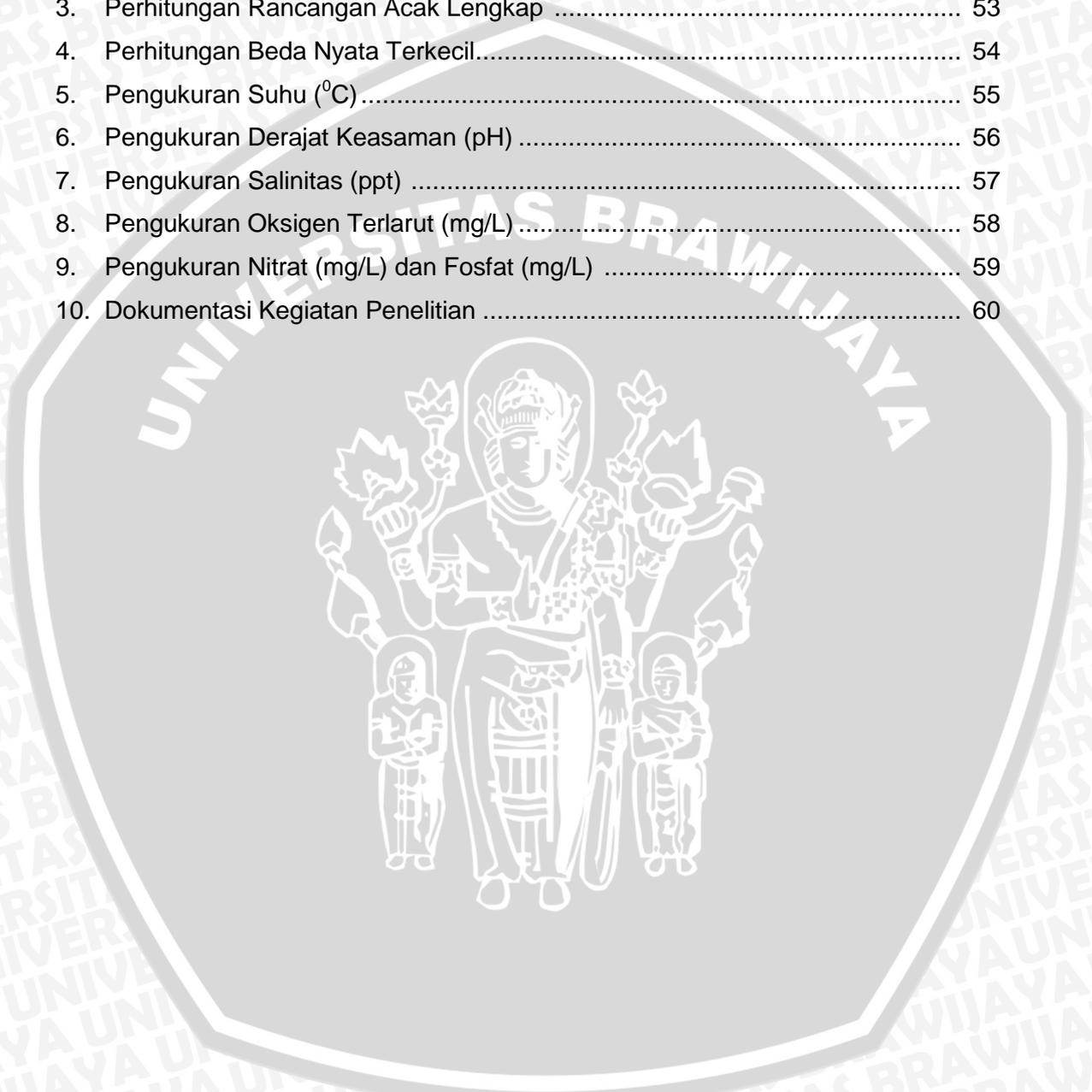
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Tetraselmis chuii</i>	7
2. Siklus Hidup dan Cara Reproduksi <i>Tetraselmis chuii</i>	9
3. Fase Pertumbuhan Mikroalga	11
4. Denah Percobaan	19
5. Kelimpahan <i>Tetraselmis chuii</i>	28
6. Grafik Rata-Rata Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$) Media Kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	35
7. Grafik Rata-Rata Pengukuran pH Media Kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	36
8. Grafik Rata-Rata Pengukuran Salinitas (ppt) Media Kultur <i>Tetraselmis chuii</i> ..	38
9. Grafik Rata-Rata Pengukuran DO (mg/l) Media Kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	39
10. Grafik Rata-Rata Pengukuran (mg/l) Media Kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	40
11. Grafik Rata-Rata Pengukuran Fosfat (mg/l) Media Kultur <i>Tetraselmis chuii</i>	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	51
2. Kelimpahan <i>Tetraselmis chuii</i> (10^4 sel/ml).....	52
3. Perhitungan Rancangan Acak Lengkap	53
4. Perhitungan Beda Nyata Terkecil.....	54
5. Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$).....	55
6. Pengukuran Derajat Keasaman (pH)	56
7. Pengukuran Salinitas (ppt)	57
8. Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)	58
9. Pengukuran Nitrat (mg/L) dan Fosfat (mg/L)	59
10. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	60



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki jumlah pabrik tahu yang cukup besar. Pada tahun 2010 tercatat jumlah industri tahu di Indonesia mencapai 84.000 unit usaha dengan produksi lebih dari 2,56 juta ton perhari (Sadzali, 2010). Keseluruhan industri tahu tersebut menghasilkan limbah cair sebanyak 20 juta meter kubik pertahun dan emisi sekitar 1 juta ton CO₂ ekivalen pertahun. Sekitar 80 persen industri tahu tersebut ada di Jawa (Boestami, 2012).

Berkembangnya industri tahu tentu akan meningkatkan volume limbah yang dihasilkan. Limbah industri tahu terdiri dari dua jenis yaitu cair dan padat. Sebagian besar sumber limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah cair ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari sungai. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pemasakan dan larutan bekas rendaman kedelai (Sani, 2006).

Pembuangan limbah cair industri tahu ke perairan tentu mempengaruhi kondisi perairan dan biota yang hidup di dalamnya. Bahan organik pada limbah cair tahu dapat meningkatkan laju sedimentasi, hipoksia, perubahan produktivitas serta struktur komunitas bentik. Bahan organik tersebut akan didekomposisi oleh mikroba aerobik maupun anerobik (Badjoeri dan Mardiyati, 2012). Selama proses dekomposisi, oksigen banyak dikonsumsi dan jika konsentrasi beban organik terlalu tinggi maka akan tercipta kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, karbondioksida, asam asetat, hirogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan

air dan akan menimbulkan bau (Kaswinarni, 2007). Hal ini menjadi alasan pentingnya pengolahan limbah cair tahu sebelum dibuang ke perairan.

Kedelai sebagai bahan dasar pembuatan tahu merupakan salah satu jenis tumbuhan yang banyak mengandung protein dan kalori serta mengandung vitamin B dan kaya akan mineral. Protein yang terkandung dalam 100 g kedelai mencapai 35-45 g (Kafadi, 1990). Bahan organik yang terkandung dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi dapat berupa protein, lemak, dan minyak. Protein dan lemak memiliki jumlah paling besar mencapai 40%-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lemak (Said dan Wahjono, 1999). Kandungan protein yang masih banyak pada limbah cair tahu bisa dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga. Limbah cair tahu bisa digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan *Scenedesmus sp.* (Fadillah, 2010) dan *Spirulina sp.* (Maulida, 2014). Penelitian ini memanfaatkan limbah cair tahu sebagai nutrisi alternatif untuk pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

Tetraselmis chuii merupakan jenis mikroalga bersel tunggal, memiliki warna tubuh kehijauan dan mempunyai empat buah flagella berwarna hijau (green flagella). *Tetraselmis chuii* dapat dimanfaatkan sebagai pakan ikan, udang, kerang-kerangan dan alternatif biodiesel (Alviana, 2013). *Tetraselmis chuii* mempunyai prospek cerah di masa mendatang karena mengandung nilai gizi yang tinggi. *Tetraselmis chuii* mengandung protein sebesar 48,42% , karbohidrat 12,10% dan lemak 9,70%. Ekstrak *Tetraselmis chuii* mempunyai aktivitas antioksidan berkisar antara 2,55-31,29 mg/ml dan total klorofil berkisar 3,65-19,20 mg/g (Sani *et al.*, 2014).

Berdasarkan penjelasan tersebut terlihat bahwa *Tetraselmis chuii* mempunyai banyak manfaat sehingga perlu untuk dibudidayakan. Penelitian ini mencoba untuk mencari sumber nutrisi alternatif yang murah tapi dapat mendukung pertumbuhan *Tetraselmis chuii* tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Tetraselmis chuii merupakan jenis mikroalga yang mempunyai banyak manfaat dan sering dibudidayakan. *Tetraselmis chuii* selama ini menggunakan pupuk pabrik sebagai sumber nutrisi. Penelitian ini mencoba untuk mencari sumber nutrisi alternatif yang lebih murah dan banyak tersedia. Limbah cair tahu dipilih sebagai sumber nutrisi alternatif untuk penelitian ini karena limbah cair tahu tersedia banyak dengan harga yang murah dan kandungan protein yang tinggi. Berdasarkan uraian tersebut didapatkan rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh penambahan limbah cair tahu dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu :

- a. Bagi mahasiswa dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan limbah cair tahu sebagai sumber nutrisi untuk menumbuhkan *Tetraselmis chuii*.
- b. Bagi masyarakat diharapkan dapat menjadi penunjang dalam penggunaan pupuk organik seperti limbah cair tahu sebagai pupuk alternatif lain untuk menumbuhkan pakan alami seperti *Tetraselmis chuii*, sehingga dapat mengurangi penggunaan dari pupuk anorganik.

1.5 Hipotesis

H0 : Diduga dengan pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

H1 : Diduga dengan pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2015 di Laboratorium Hidrobiologi Perairan, serta Laboratorium Nutrisi dan Pakan Alami Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Uji kandungan limbah cair tahu dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Tahu

Limbah tahu adalah hasil buangan dalam proses pembuatan tahu. Limbah yang dihasilkan oleh industri tahu berupa limbah padat dan cair (Agung dan Winata, 2010). Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai (Kaswinarni, 2007). Limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Limbah ini sebagian besar diolah menjadi tempe gembus, pakan ternak dan diolah menjadi tepung ampas tahu (Makiyah, 2013).

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan/pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*) (Kaswinarni, 2007).

Limbah tahu mengandung senyawa N dalam bentuk N-organik, N-nitrit (NO_2), N-nitrat (NO_3^-), N-ammonium (NH_4^+). Ammonium (NH_4^+) dan nitrit (NO_2^-) oleh bakteri melalui proses nitrifikasi akan diubah menjadi senyawa nitrat. Senyawa nitrat (NO_3^-) dapat diserap langsung oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya (Pradana, 2012). Limbah cair industri tahu memiliki karakteristik fisika dan kimia yang harus diperhatikan. Karakteristik limbah cair tahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu
pH	-	5,435	5 - 9
Zat organik	mg/L KMnO ₄	9449	-
BOD	mg /L	6586	500
COD	mg /L	8640	100
Ammonium	mg NH ₃ -N/L	11,2	-
Nitrat	mg /L	25,355	20
Nitrit	mg /L	0,0313	-
Total phospat	mg PO ₄ ³⁻ -P/L	2,0232	5
TSS	mg /L	2350	400

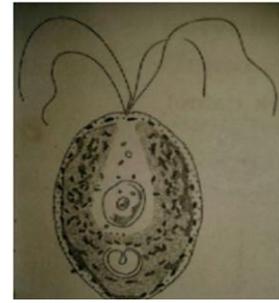
Sumber : Said dan Wahjono (1999)

Bahan organik pada limbah cair tahu dapat meningkatkan laju sedimentasi, hipoksia, perubahan kondisi trofik, perubahan produktivitas serta struktur komunitas benthik. Bahan organik tersebut akan didekomposisi oleh mikroba aerobik maupun anaerobik (Badjoeri dan Mardiyati, 2012). Bahan anorganik seperti ion fosfat dan nitrat dapat dipakai sebagai makanan oleh tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Selama proses metabolisme, oksigen banyak dikonsumsi sehingga apabila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dari air akan segera diganti oleh oksigen hasil proses fotosintesis dan oleh reaerasi dari udara. Jika konsentrasi beban organik terlalu tinggi, maka akan tercipta kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, karbondioksida, asam asetat, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan air, dan akan menimbulkan gangguan terhadap keindahan (gangguan estetika) yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau (Kaswinarni, 2007).

2.2 Klasifikasi dan Morfologi *Tetraselmis chuii*

Menurut Pujiono (2013), *Tetraselmis chuii* merupakan mikroalga yang dikenal dengan istilah flagellata berklorofil (Gambar 1) dengan klasifikasi sebagai berikut :

Divisi : Chlorophyta
 Kelas : Chlorophyceae
 Ordo : Volvocales
 Sub ordo : Chlamidomonacea
 Genus : Tetraselmis
 Spesies : *Tetraselmis chuii*



Gambar 1. *Tetraselmis chuii*
 (Isnansetyo dan kurniastuty, 1995)

Tetraselmis termasuk alga hijau, mempunyai sifat selalu bergerak, berbentuk oval elips, mempunyai empat buah flagella pada ujung depannya yang berukuran 0,75-1,2 kali panjang badan dan berukuran 10x6x5 mikrometer. Sel *Tetraselmis chuii* berupa sel tunggal yang berdiri sendiri. Ukurannya 7-12 mikrometer, berklorofil sehingga berwarna hijau cerah. *Tetraselmis* dapat bergerak seperti hewan karena memiliki flagela. Pigmen klorofil *Tetraselmis* terdiri dari dua macam yaitu karotin dan xantofil. Inti sel jelas dan berukuran kecil serta dinding sel mengandung bahan sellulosa dan pektosa (Wibawa, 2009).

2.3 Kegunaan *Tetraselmis chuii*

Tetraselmis chuii memiliki peran yang besar dalam hal penyediaan pakan untuk larva ikan maupun non ikan. *Tetraselmis chuii* memiliki nilai gizi yang baik yaitu mengandung protein sebesar 48,42% dan lemak 9,70%. *Tetraselmis chuii* dapat digunakan untuk memproduksi pakan rotifer (*Brachionus plicatilis*) secara masal ataupun dapat juga dikonsumsi secara langsung oleh larva ikan hias, larva udang, larva teripang, dan cukup bagus digunakan sebagai pakan dalam budidaya biomassa *Artemia*. *Tetraselmis chuii* mampu meningkatkan kandungan lemak tak jenuh pada konsumennya, misal dalam hal ini adalah kerang totok (Supriyatini *et al.*, 2007)

Menurut Suminto (2005), *Tetraselmis chuii* merupakan salah satu spesies mikroalga yang dapat dijadikan sebagai sumber mikro nutrient, vitamin, minyak dan elemen mikro untuk komunitas perairan, selain itu juga kaya akan sumber makro nutrient seperti protein, karbohidrat dan khususnya asam lemak esensial. Mengandung pigmen esensial seperti astaxanthin, zeaxanthin, chllorophil, phycocyanin di mana akan dapat memperkaya pewarnaan dan kesehatan di dalam kehidupan ikan dan invertebrate. *Tetraselmis chuii* adalah sumber makanan yang populer untuk mengkultur rotifer, kerang, dan larva udang. Berikut komposisi asam lemak dan komponen nutrient dari *Tetraselmis chuii* dibandingkan dengan pakan alami lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak *Tetraselmis chuii*

Spesies Alga	EPA	DHA	Total Omega3 HUFA
<i>Nannochloropsis oculata</i>	30,5	12,2	42,7
<i>Pavlova lutheri</i>	13,8	9,7	23,5
<i>Skeletonema costratum</i>	13,8	1,7	15,5
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	8,6	1	9,6
<i>Tetraselmis chuii</i>	6,4	1,7	8,1
<i>Isochysis galbana</i>	3,5	19	22,5
<i>Isochysis aff galbana</i>	0,5	2,8	3,3

Sumber : Suminto (2005)

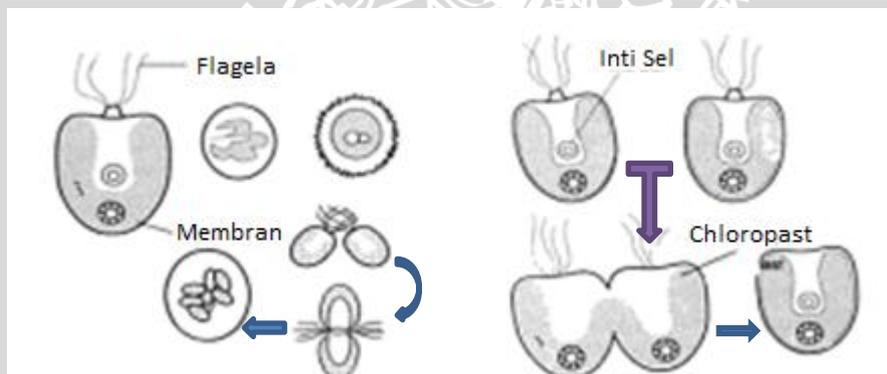
Tabel 3. Komponen Nutrient *Tetraselmis chuii*

Spesies	Protein Nitrogen x 6,25	Lemak	Karbohidrat	Abu
<i>Chaetoceros muelleri</i>	34,75-38,50	33,15	19,4	14,7
<i>Dicrateria sp.</i>	38,06	29,09	22,45	10,4
<i>Isochysis galbana</i>	41,53-46,81	22,54	22,54	8,4
<i>Pavlova viridis</i>	58,51-62,25	15,31	15,04	7,4
<i>Tetraselmis chuii</i>	30,06	5,16	26,68	38,1
<i>Tetraselmia subcordifosmis</i>	46,38	5,09	27,43	21,1

Sumber : Suminto (2005)

2.4 Siklus Hidup dan Reproduksi *Tetraselmis chuii*

Reproduksi *Tetraselmis chuii* terjadi secara vegetatif aseksual dan seksual. Bagan reproduksi *Tetraselmis chuii* secara aseksual dimulai dari sel vegetatif, kemudian membentuk 4 buah zoospora. Ketika keempat zoospora telah terbentuk maka akan berlanjut pada penentuan letak gamet. Setelah letak gamet ditentukan maka unit-unit gamet mengalami pembelahan. Unit-unit gamet tersebut berkembang menjadi zygospora. Reproduksi secara seksual (isogami) diawali dari terjadinya fusi antara gamet jantan dan gamet betina, kemudian kloroplas bersatu dan terbentuk zygot baru (Isnansetyo dan kurniastuty, 1995). Siklus hidup dan cara reproduksi *Tetraselmis chuii* bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus Hidup dan Cara Reproduksi *Tetraselmis chuii* (Rostini, 2007)

Pada Gambar 2 terlihat bahwa sebelah kiri merupakan reproduksi secara aseksual melalui zoospora yang bersatu menentukan letak gamet kemudian unit gamet mengalami pembelahan. Pada sebelah kanan merupakan reproduksi secara seksual melalui fusi antara gamet jantan dan gamet betina kemudian kloroplas bersatu dan terbentuk zygot baru.

2.5 Fase Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), terdapat 4 fase pertumbuhan mikroalga yang meliputi fase lag, fase logaritmik, fase stasioner dan fase kematian. Adapun fase-fase tersebut adalah sebagai berikut :

a. Fase Lag (Adaptasi)

Selama fase ini pertumbuhan tidak secara nyata terlihat, maka fase ini disebut dengan fase adaptasi. Ukuran sel pada fase ini umumnya meningkat dan secara fisiologis pada fase ini fitoplankton sangat aktif. Selain itu, pada fase ini terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi proses pembelahan sel sehingga kepadatan sel pada fase ini belum meningkat.

b. Fase Logaritmik (Eksponensial)

Fase ini diawali oleh pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap pada kondisi kultur optimum. Pada fase ini laju pertumbuhan mencapai maksimal karena sel melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya.

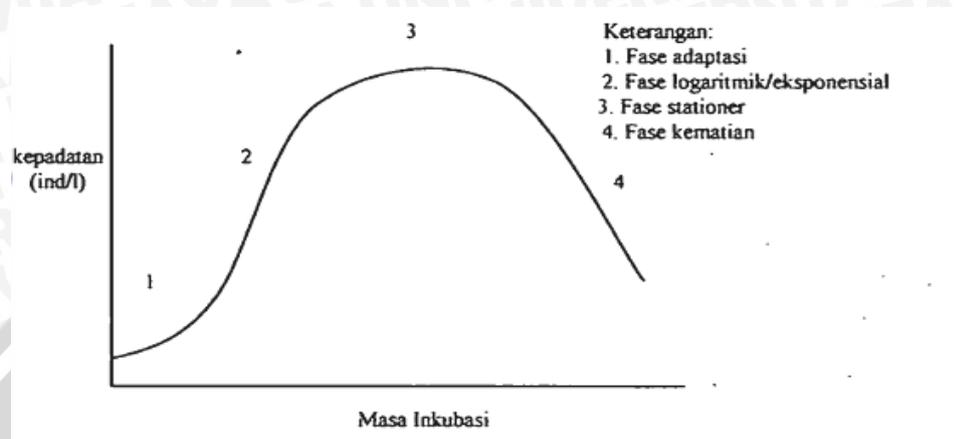
c. Fase Stasioner

Pertumbuhan mulai mengalami penurunan pada fase ini. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian. Maka dari itu, penambahan dan pengurangan jumlah fitoplankton relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan fitoplankton tetap.

d. Fase Kematian

Fase yang terakhir adalah fase kematian dimana laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksi. Jumlah sel menurun secara geometrik. Penurunan kepadatan mikroalga ditandai dengan perubahan

kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH air, jumlah hara yang ada dan beberapa kondisi lingkungan yang lain.



Gambar 3. Fase Pertumbuhan Mikroalga (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

2.6 Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

2.6.1 Cahaya

Cahaya sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme terutama oleh fitoplankton untuk dapat melakukan fotosintesis sebagaimana tanaman umumnya. Mikroalga mengasimilasi karbon anorganik menjadi bahan organik. Cahaya merupakan sumber energi untuk proses tersebut sehingga intensitas cahaya, kualitas dan periode penyinaran perlu diperhatikan. Intensitas cahaya berperan sangat penting, kebutuhannya sangat besar tergantung kedalaman budidaya dan kepadatan budidaya alga (Ekawati, 2005). Faktor cahaya yang mempengaruhi kehidupan alga pada umumnya meliputi intensitas, kualitas dan perodisitas (Wirosaputro, 2002).

Pada kultur mikroalga yang dilakukan di laboratorium, yang dipakai untuk kultur murni adalah lampu TL dengan daya 40 watt sebagai pengganti sinar matahari, dimana intensitas cahaya yang dihasilkan memenuhi syarat untuk berlangsungnya proses fotosintesis. Lampu TL ini dipasang di samping toples

dengan intensitas cahaya 500-2000 lux yang diukur menggunakan alat yang disebut luxmeter. Pencahayaan optimal pada kultur skala laboratorium antara 1000 hingga 2000 lux (Cahyaningsih, 2006). Penelitian Matakupan (2009) menyatakan *Tetraselmis chuii* mampu tumbuh optimum pada intensitas cahaya lampu 80 watt.

2.6.2 Suhu

Suhu adalah derajat panas dingin suatu zat. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air (Effendi, 2003). Pola temperatur air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya (Barus, 2002).

Menurut Rosnah (2012), semakin tinggi suhu lingkungan tanaman maka semakin tinggi tingkat penyerapan oleh tanaman, dimana suhu lingkungan akan menyebabkan proses fotosintesis meningkat, sehingga penyerapan tanaman akan meningkat juga. Menurut Wibawa (2009), suhu sangat berperan dalam kultur alga di laboratorium, karena sangat mempengaruhi aktifitas enzim dalam metabolisme sel. *Tetraselmis chuii* dapat hidup pada suhu 15-35°C, sedangkan suhu optimal berkisar antara 23-25°C.

2.6.3 Salinitas

Salinitas adalah jumlah atau konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam permil (‰), menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromide dan iodida digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2003). Fitoplankton laut sangat ekstrem dapat mentolerir perubahan salinitas, umumnya spesies alga laut dapat tumbuh baik pada salinitas lebih rendah

dari tempat asalnya, dimana hal ini dapat dilakukan dengan penambahan air tawar. Salinitas 10 – 24 permil merupakan salinitas yang normal (Ekawati, 2005).

Umumnya alga bahari bersel satu (*marine unicellular algae*) diperkirakan sangat toleran terhadap perubahan salinitas yang besar. Toleransi *Tetraselmis chunii* terhadap salinitas tinggi sekali yaitu antara 20-30 ppt, tetapi pertumbuhan yang paling baik antara 27-32 ppt (Martosudarmo dan Sabaruddin, 1980) sedangkan menurut Griffith *et al.*, (1973) dalam Mustafa (1982), *Tetraselmis chunii* dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 15-36 ppt.

2.6.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman menyatakan intensitas keasaman suatu cairan encer dan mewakili konsentrasi ion hidrogen dan ion hidroksil. Banyak reaksi kimia dan biokimia penting terjadi pada tingkat pH yang khusus atau dalam lingkungan pH yang sangat sempit (Sumawidjaja, 1973). 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. Pada kenyataannya dalam budidaya alga dengan kepadatan yang tinggi, penambahan karbondioksida diikuti dengan peningkatan pH mencapai 9 selama masa pertumbuhan alga (Ekawati, 2005).

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang berpengaruh secara langsung terhadap produksi dan pertumbuhan phytoplankton. pH media berperan dalam menentukan konsentrasi CO₂ dan imbalan antara bikarbonat dan karbonat. Beberapa plankton alga (diatom, chlorophyceae, dinoflagellata) fotosintesis maksimum terjadi pada kisaran pH 7,0-8,0. Beberapa spesies di antaranya (fotosintesis maksimum) terjadi pada pH mendekati 6,0, sedangkan spesies lainnya kecepatan fotosintesis menurun pada pH lebih kecil dari 7,0. pH optimal yang dibutuhkan oleh *Tetraselmis chunii* untuk pertumbuhannya adalah berkisar antara 7-8 (Koniyo, 2006).

2.6.5 Aerasi

Aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas, lebih dikhususkan pada transfer gas oksigen atau proses penambahan oksigen ke dalam air. Adanya tambahan oksigen di dalam air akan membantu menguraikan limbah yang termasuk bahan organik menjadi bahan anorganik yang nantinya dibutuhkan oleh alga dalam pertumbuhannya (Abuzar *et al.*, 2012).

Aerasi diperlukan untuk membantu supaya tidak terjadi pengendapan alga dan memastikan bahwa semua sel alga memperoleh cahaya dan nutrient yang sama, mengurangi stratifikasi suhu dan menambah pertukaran gas antara media dengan udara yang merupakan sumber penting karbon udara untuk proses fotosintesis dalam bentuk karbondioksida (Ekawati, 2005). Aerasi diberikan secara terus menerus mulai penebaran bibit sampai percobaan selesai, dimana aerasi berguna untuk mensuplai oksigen dan membantu penguapan gas-gas yang tidak berguna. Selain itu, aerasi juga dapat menyebabkan turbulensi dan sirkulasi media kultur yang penting untuk mempertahankan temperatur agar tetap homogen sehingga aerasi sangat dibutuhkan selama kultur (Rostini, 2007).

2.6.6 Oksigen Terlarut

Dissolved Oxygen (DO) merupakan konsentrasi gas oksigen yang terlarut dalam air. Kandungan oksigen terlarut sangat penting bagi biota perairan untuk melangsungkan metabolisme tubuhnya dan untuk dekomposisi bahan organik (Apriadi, 2008). Sumber oksigen terlarut di air berasal dari difusi atmosfer ke dalam air, selain diakibatkan oleh adanya perbedaan suhu air dan udara, juga terjadi ketika air mengalami kontak dengan udara melalui gelombang, riak maupun air terjun (Pratiwi, 2010).

Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (35%) dari aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan minimum terjadi pada pagi hari. Di perairan tawar, kadar oksigen terlarut berkisar antara 15 mg/l pada suhu 0°C dan 8 mg/l pada suhu 25°C sedangkan di perairan laut berkisar antara 11 mg/l pada suhu 0°C dan 7 mg/l pada suhu 25°C. Kadar oksigen terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/l (Effendi, 2003).

2.6.7 Karbondioksida

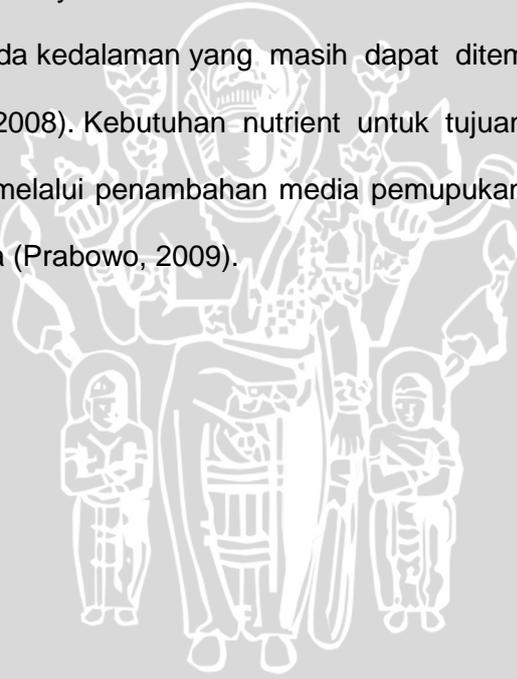
Karbondioksida merupakan produk dari respirasi yang dilakukan oleh tanaman maupun hewan. Ketersediaan karbondioksida adalah sumber utama untuk fotosintesis. Meskipun suhu merupakan faktor utama dalam regulasi konsentrasi oksigen dan karbondioksida, tetapi hal ini juga tergantung pada fotosintesis tanaman, respirasi dari semua organisme, aerasi air, keberadaan gas-gas lainnya dan oksidasi kimia yang mungkin terjadi. Ketersediaan karbondioksida terlarut di air dapat bersumber dari air tanah, dekomposisi zat organik, respirasi organisme air, senyawa kimia dalam air maupun dari udara namun dalam jumlah yang sedikit (Subarijanti, 1990).

Karbondioksida berhubungan dengan intensitas cahaya yang merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis yang berguna untuk pembentukan senyawa karbon organik. Intensitas cahaya sangat menentukan pertumbuhan fitoplankton yaitu dilihat dari lama penyinaran dan panjang gelombang yang digunakan untuk fotosintesis (Fachrullah, 2011). Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas <5 mg/l. Kadar karbondioksida bebas sebesar 10 mg/l masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik, asal disertai dengan kadar karbondioksida yang cukup (Effendi, 2003).

2.6.8 Nutrien

Fitoplankton memerlukan nutrient untuk menunjang pertumbuhannya. Nutrient yang dibutuhkan terdiri dari makro nutrient yang meliputi C,H,O,N,S, P, K, Ca, Mg, dan S sedangkan mikro nutrient meliputi Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe. Dua media pengkayaan yang umum digunakan dan sangat sesuai untuk pertumbuhan alga adalah media walne dan media Guillard'S F/2 (Ekawati, 2005). Media kultur Tetraselmis tidak perlu ditambahkan Si seperti media untuk kultur Diatom (Mustafa, 1982).

Nutrient sangat penting artinya bagi produktivitas fitoplankton. Hal ini disebabkan fotosintesis hanya dapat berlangsung pada kedalaman air yang masih dapat ditembus cahaya matahari. Unsur hara atau nutrient juga hanya dapat dimanfaatkan pada kedalaman yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari (Apridayanti, 2008). Kebutuhan nutrient untuk tujuan kultur mikroalga harus tetap terpenuhi melalui penambahan media pemupukan guna menunjang pertumbuhan mikroalga (Prabowo, 2009).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah penggunaan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii* serta analisis kualitas air yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Analisis tersebut terdiri dari parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas. Parameter kimia yang meliputi derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), nitrat, dan fosfat. Serta parameter biologi yaitu perhitungan kelimpahan *Tetraselmis chuii*.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dengan tiga kali ulangan. Eksperimen adalah rangkaian tindakan percobaan yang dirancang untuk menguji hipotesis yang diajukan dan melihat hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki (Hanafiah, 2008).

Metode eksperimen dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

3.4 Sumber Data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil terdiri dari pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

serta parameter kualitas air dari media *Tetraselmis chuii*. Data sekunder yang diambil terdiri dari informasi - informasi yang diperoleh dari jurnal, internet, buku serta laporan penelitian lainnya.

3.5 Rancangan Penelitian

Rancangan Acak Lengkap digunakan karena dalam penelitian ini semua kondisi, baik bahan, media maupun lingkungan dibuat sehomogen mungkin (Hanafiah, 2008). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap untuk mengetahui pengaruh perbedaan dosis limbah cair tahu yang berbeda terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.

Dosis ditentukan dari hasil penelitian pendahuluan yang menguji besarnya kandungan nitrat pada limbah cair tahu 1 ml/l sebesar 0,64 mg/l sehingga ditemukan dosis yang tepat yang berada pada kisaran optimal nitrat yang dibutuhkan fitoplankton. Menurut Tambaru (2008), pertumbuhan fitoplankton memerlukan nitrat berkisar 0,9–3,5 mg/l. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan maka ditetapkan dosis limbah cair tahu yang akan ditambahkan adalah limbah cair tahu 2 ml/l dengan kandungan nitrat 1,28 mg/l, limbah cair tahu 3 ml/l dengan kandungan nitrat 1,92 mg/l, limbah cair tahu 4 ml/l dengan kandungan nitrat 2,56 mg/l, limbah cair tahu 5 ml/l dengan kandungan nitrat 3,2 mg/l, dan tanpa limbah cair tahu sebagai perlakuan kontrol.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali pengulangan sehingga didapatkan 15 perlakuan. Adapun desain RAL disajikan pada Tabel 4 dan denah percobaan disajikan pada Gambar 4.

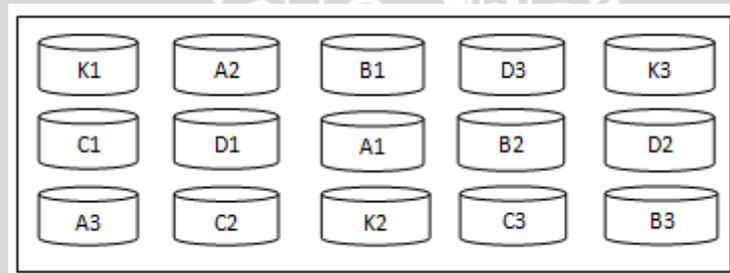
Tabel 4. Desain Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Dosis	Ulangan	Pengamatan hari ke-										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
K	1	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₁₆	K ₁₇	K ₁₈	K ₁₉	K ₁₁₀	K ₁
	2	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₂₆	K ₂₇	K ₂₈	K ₂₉	K ₂₁₀	K ₂
	3	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₃₄	K ₃₅	K ₃₆	K ₃₇	K ₃₈	K ₃₉	K ₃₁₀	K ₃
Jumlah		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K...
-												
-												
-												
D	1	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄	D ₁₅	D ₁₆	D ₁₇	D ₁₈	D ₁₉	D ₁₁₀	D ₁
	2	D ₂₁	D ₂₂	D ₂₃	D ₂₄	D ₂₅	D ₂₆	D ₂₇	D ₂₈	D ₂₉	D ₂₁₀	D ₂
	3	D ₃₁	D ₃₂	D ₃₃	D ₃₄	D ₃₅	D ₃₆	D ₃₇	D ₃₈	D ₃₉	D ₃₁₀	D ₃
Jumlah		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D...

Keterangan:

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

D310 = nilai pengamatan hari ke-10 yang bersarang dalam perlakuan D pada ulangan ke-3



Gambar 4. Denah Percobaan

Keterangan:

A adalah limbah cair tahu dosis 2 ml/l dengan kandungan nitrat 1,28 mg/l

B adalah limbah cair tahu dosis 3 ml/l dengan kandungan nitrat 1,92 mg/l

C adalah limbah cair tahu dosis 4 ml/l dengan kandungan nitrat 2,56 mg/l

D adalah limbah cair tahu dosis 5 ml/l dengan kandungan nitrat 3,2 mg/l

1,2, dan 3 adalah ulangan.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Kultur *Tetraselmis chuii*

Lama kultur dilakukan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang menunjukkan pertumbuhan terbaik dari *Tetraselmis chuii*. Parameter yang diamati yaitu parameter fisika (suhu dan salinitas), parameter kimia (pH, DO, nitrat, fosfat), serta parameter biologi (pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii*).

3.6.2 Steriliasi Alat dan Media

Sebelum melakukan kultur *Tetraselmis chuii* alat dan media yang digunakan disterilisasi terlebih dahulu untuk menghindari kontaminasi.

a. Sterilisasi Alat

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

1. Membungkus alat dan bahan yang akan disterilisasi dengan koran, kemudian mengikat dengan benang.
2. Menuang air secukupnya ke dalam *autoclave*, memasukkan alat yang telah dibungkus ke dalam *autoclave* dan menutup rapat dengan mengencangkan baut secara silang.
3. 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.
4. Mempertahankan keadaan tekanan uap jenuh yang dapat terjadi berulang kali sampai suhu 121°C dan manometer menunjukkan 1 atm selama ± 15 menit.
5. Mematikan kompor dan menunggu beberapa saat sampai termometer dan manometer menunjukkan angka 0 (nol), kemudian buka kran uap lalu buka penutup *autoclave* dengan cara zig zag.
6. Mengambil dan menyimpan alat dan bahan yang sudah disterilkan.



b. Sterilisasi Air Laut sebagai Media Kultur

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

1. Menuangkan air laut ke dalam panci.
2. Meletakkan panci berisi air laut ke atas kompor.
3. Merebus air laut sampai mendidih.
4. Menyaring air laut yang sudah direbus dengan menggunakan plankton net yang sudah disterilisasi agar tidak ada kotoran pada media kultur.
5. Menyimpan air laut yang sudah steril dan menggunakannya untuk pengkulturan.

3.6.3 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan Penunjang Lainnya

Menyiapkan 15 toples dan peralatan penunjang lainnya yang sudah disterilisasi.

b. Persiapan Media *Tetraselmis chuii*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan media *Tetraselmis chuii* adalah:

1. Menyiapkan 15 toples yang telah steril
2. Menyiapkan media untuk kultur *Tetraselmis chuii* menggunakan volume 2 liter air laut
3. Memasukan limbah cair tahu sesuai perlakuan dan memberi aerasi sampai tercampur rata
4. Memasukkan bibit *Tetraselmis chuii* dengan kelimpahan 2×10^4 sel/ml

c. Persiapan Bibit *Tetraselmis chuii*

Bibit *Tetraselmis chuii* yang diambil dari stok dihitung kelimpahan tebarannya dengan rumus menurut Kurniasih (2001) :



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

Keterangan :

N1 : Kelimpahan awal

V1 : Volume stok awal

N2 : Kelimpahan kultur yang dihendaki

V2 : Volume kultur yang dihendaki

3.6.4 Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, yaitu:

1. Meletakkan masing-masing toples secara acak sesuai perlakuan
2. Memasukkan media air laut ke setiap toples sebanyak 2 liter
3. Menambahkan limbah cair tahu ke setiap toples dengan dosis yang sudah ditentukan.
4. Memberi aerasi untuk membantu menambah kandungan oksigen dalam air yang diperlukan oleh fitoplankton untuk proses metabolisme dan mencegah pengendapan fitoplankton.
5. Melakukan penebaran bibit *Tetraselmis chuii* dengan kelimpahan yang sudah ditentukan.
6. Mengamati kelimpahan mikroalga dimulai dari hari pertama penebaran dengan mikroskop.
7. Mengamati parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, dan fosfat.

3.6.5 Menghitung Kelimpahan *Tetraselmis chuii*

Kelimpahan *Tetraselmis chuii* dapat dilihat dari perubahan jumlah sel *Tetraselmis chuii* dengan menggunakan haemocytometer. Pengamatan kelimpahan *Tetraselmis chuii* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :



- Melakukan pengamatan *Tetraselmis chuii* setiap hari selama 10 hari yang dimulai dengan hari pertama penebaran dengan menggunakan mikroskop dan haemocytometer.
- Menghitung jumlah sel *Tetraselmis chuii* dalam sel/L dengan menggunakan haemocytometer dan rumus menurut Fogg (1975) yaitu :

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{\text{Jumlah total sel}}{\text{Jumlah kotak yang dihitung}} \times 10^4$$

3.7 Analisis Parameter Kualitas Air

a. Suhu

Menurut SNI (2004), pengukuran suhu dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan thermometer Hg ke dalam perairan dan menunggu beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu
2. Mencatat dalam skala °C
3. Membaca skala pada saat thermometer telah diangkat dari air dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa thermometer

b. Salinitas

Menurut Kordi dan Tancung (2007), pengukuran salinitas dengan menggunakan refraktometer dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel dengan pipet tetes
2. Meneteskan pada optik refraktometer sebanyak 1 tetes
3. Melihat nilai salinitas pada refraktometer sebelah kanan dengan menghadap cahaya matahari

c. Derajat Keasaman (pH)

Menurut SNI (2004), untuk mengetahui nilai pH dapat diukur dengan menggunakan pH meter yaitu dengan cara :

1. Mengkalibrasi elektrode dengan akuades
2. Mencelupkan elektrode ke dalam media (air kultur)
3. Menunggu sebentar sampai nilai pH-nya stabil atau tidak berubah
4. Membaca nilai pH-nya
5. Melihat angka pada layer pH pen, setelah dipakai segera standarisasi kembali

d. Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran Oksigen terlarut (DO) dengan menggunakan DO meter menurut Blomm (1998) adalah sebagai berikut:

1. Mengkalibrasi DO meter terlebih dahulu dengan aquades
2. Mencilupkan DO meter ke dalam air media beberapa saat
3. Membaca angka yang tertera pada alat tersebut

e. Nitrat

Pengukuran kandungan nitrat menurut Blomm (1998) adalah dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyaring sampel 100 ml dan menuangkan ke dalam Erlenmeyer
2. Menguapkan di atas pemanas hingga air kering
3. Membandingkan dan menambah 2 asam fenol disulfonik dan mengaduk dengan pengaduk spatula
4. Mengencerkan dengan 10 ml aquades
5. Menambahkan NH_4OH sampai terbentuk warna kuning
6. Mengencerkan dengan aquades sampai 100 ml kemudian memasukan dalam tabung reaksi
7. Menghitung kandungan nitrat dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 380 nm



f. Orthofosfat

Pengukuran kandungan orthofosfat menurut Blomm (1998) adalah sebagai berikut :

1. Menuangkan sampel sebanyak 50 ml ke dalam Erlenmeyer
2. Menambahkan 2 ml ammonium molybdate dan mengocoknya
3. Menambahkan 5 tetes SnCl_2 lalu mengocoknya
4. Menghitung kandungan orthofosfat dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 610 nm

3.8 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) dan jika dari analisis keragaman diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (significant) atau sangat berbeda nyata (highly significant), maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda.

Model statistik untuk percobaan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{matrix} i = 1,2,\dots,a \\ J = 1,2,\dots,n \end{matrix}$$

Y_{ij} : nilai pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

μ : nilai tengah umum

T_i : pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : pengaruh galat atau acak percobaan (kesalahan percobaan) pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

Tabel 5. ANOVA Rancangan Acak Lengkap

SK	Db	JK	KT	Fhitung
Perlakuan	a-1	$\sum_{i=1}^a \frac{y_i^2}{n} - \frac{Y_{ij}^2}{an}$	JKp/Dbp	KTp/KTg
Galat	a(b-1)	JKT – JKP	JKg/Dbg	
Total	ab-1	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n}$		

Jika dari tabel sidik ragam didapatkan hasil perlakuan yaitu bila F hitung < F tabel 5% tidak ada perbedaan nyata = nonsignificant 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).

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

BNT 5% = t tabel 5% DBG x SED

BNT 1% = t tabel 1 % DBG x SED

Tabel 6. Tabel BNT

Perlakuan	Rata – rata perlakuan	Notasi
	Kecil	
	↓	
	Besar	

Kesimpulan:

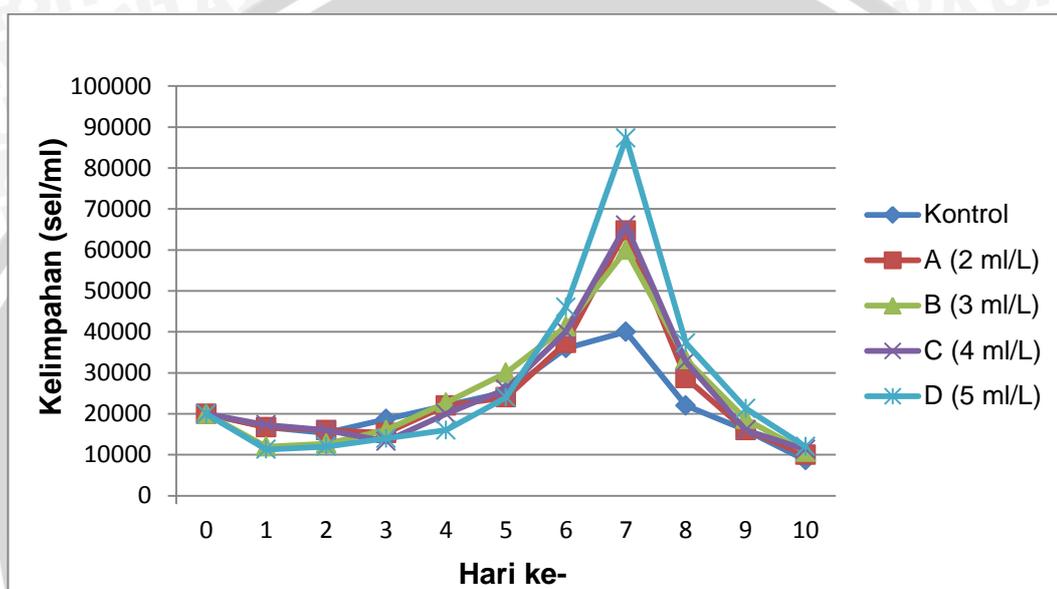
- Jika selisih \leq BNT 5% maka non signifikan atau tidak berbeda nyata
- Jika BNT 5% $<$ selisih $<$ BNT 1% maka berbeda nyata
- Jika selisih \geq BNT 1% maka berbeda sangat nyata



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan Sel *Tetraselmis chuii*

Data kelimpahan sel secara keseluruhan dapat dilihat pada (Lampiran 2) dan untuk memudahkan membedakan pertambahan jumlah kelimpahan sel *Tetraselmis chuii* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada (Gambar 5).



Gambar 5. Kelimpahan *Tetraselmis chuii* (sel/ml)

Grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kelimpahan sel tertinggi selama 10 hari penelitian diperoleh pada perlakuan D (dosis 5 ml/l), diikuti perlakuan C (dosis 4 ml/l), perlakuan A (dosis 2 ml/l), perlakuan B (dosis 3 ml/l) dan perlakuan kontrol/K (dosis 0 ml/l).

Pada fase adaptasi, pertambahan jumlah sel *Tetraselmis chuii* relatif kecil dan jika tidak dapat beradaptasi maka akan mengalami penurunan jumlah sel. Hal ini disebabkan karena *Tetraselmis chuii* melakukan penyesuaian dengan lingkungan yang baru, kemudian dengan bertambahnya hari akan melakukan perkembangbiakan dengan bertambahnya jumlah sel *Tetraselmis chuii*.

Menurut Chilmawati dan Suminto (2008), perbedaan lamanya masa adaptasi diduga karena adanya perbedaan kepekatan antara media kultur dengan cairan tubuh sel alga. Dalam masa adaptasi sel-sel memulihkan enzim dan konsentrasi substrat ke tingkat yang diperlukan untuk pertumbuhan serta masuknya unsur hara ke dalam sel fitoplankton terjadi melalui proses difusi sebagai akibat perbedaan konsentrasi antara media kultur dengan cairan tubuh.

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada waktu adaptasi. Waktu adaptasi pada perlakuan B (dosis 3 ml/l) dan D (dosis 5 ml/l) berlangsung cepat yaitu hanya sehari. Waktu adaptasi pada perlakuan kontrol (0 ml/l) berlangsung selama 2 hari. Waktu adaptasi pada perlakuan A (dosis 2 ml/l) dan C (dosis 4 ml/l) berlangsung selama 3 hari. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan proses adaptasi yaitu kualitas air dan ketersediaan nutrisi. Semakin cocok kualitas air dengan kebutuhan *Tetraselmis chuii* maka *Tetraselmis chuii* akan bisa beradaptasi dengan baik, sehingga proses adaptasi akan berlangsung cepat. Kualitas air yang cocok untuk proses dekomposisi akan mempercepat proses penambahan nutrisi sehingga bisa lebih cepat untuk dimanfaatkan oleh *Tetraselmis chuii*.

Menurut Pujiono (2013), Beberapa parameter yang mempengaruhi waktu fase adaptasi adalah jenis dan umur sel mikroorganisme, ukuran inokulum dan kondisi media tumbuh. Apabila sel tumbuh di dalam medium yang kekurangan nutrisi atau eksek nutrisi, maka waktu fase adaptasi lebih lama, karena sel harus menghasilkan enzim yang sesuai dengan jenis nutrisi yang ada.

Puncak dari kelimpahan sel *Tetraselmis chuii* atau fase eksponensial terjadi pada hari ke-7 yaitu pada perlakuan D (dosis 5 ml/l) sebesar $8,73 \times 10^4$ sel/ml yang menunjukkan nilai kepadatan tertinggi, kemudian diikuti perlakuan C (dosis 4 ml/l) sebesar $6,6 \times 10^4$ sel/ml, kemudian perlakuan A (dosis 2 ml/l)

sebesar $6,47 \times 10^4$ sel/ml, kemudian perlakuan B (dosis 3 ml/l) sebesar 6×10^4 sel/ml dan terakhir pada perlakuan kontrol/K (dosis 0 mg/l) sebesar 4×10^4 sel/ml.

Hasil pengamatan kelimpahan *Tetraselmis chuii* menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis limbah cair tahu yang diberikan tidak selalu membuat kelimpahan sel juga semakin tinggi. Hal ini terlihat dari kelimpahan sel pada perlakuan A (dosis 2 ml/l) mempunyai kelimpahan sel yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan B (dosis 3 ml/l). Hal ini karena *Tetraselmis chuii* memiliki kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam limbah cair tahu serta ada faktor selain nutrisi yang juga mempengaruhi pertumbuhan *Tetraselmis chuii* yaitu kualitas air.

Setelah fase adaptasi, *Tetraselmis chuii* akan memasuki fase eksponensial yaitu ketika terjadi peningkatan jumlah kelimpahan sel secara cepat. Hal ini terjadi karena limbah cair tahu telah dirombak sehingga tersedia banyak nutrisi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan, selain itu *Tetraselmis chuii* juga sudah bisa beradaptasi dengan lingkungan media kultur. Menurut Pujiono (2013), fase logaritmik atau eksponensial dari *Tetraselmis chuii* umumnya terjadi pada hari ketiga hingga hari ketujuh pada kondisi kultur yang optimum. Selama fase eksponensial, sel *Tetraselmis chuii* membelah dengan cepat, selain itu sel-sel berada dalam keadaan stabil dengan jumlah sel yang bertambah dengan kecepatan konstan, hal ini dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam media.

Setelah proses pembelahan sel mencapai puncak, maka tak terjadi proses pembelahan sel lagi, yang artinya laju pertumbuhan seimbang dengan laju kematian. Tahap ini dinamakan tahap stationer. Fase ini terjadi setelah hari ke 7. Menurut Rizky *et.al* (2012), tahap stationer terjadi dikarenakan jumlah pertumbuhan sel fitoplankton dalam media kultur semakin banyak, namun jumlah kandungan nutrisi dalam media kultur semakin menurun.

Fase stasioner selama penelitian terjadi dalam waktu yang singkat, hal ini terlihat dari puncak kelimpahan sel mengalami penurunan jumlah yang sangat drastis. Hal ini menandakan bahwa *Tetraselmis chuii* sudah memasuki fase kematian. Penelitian ini berakhir pada hari ke 10 namun *Tetraselmis chuii* belum mengalami fase kematian total. Fase kematian ini terjadi karena jumlah nutrisi semakin sedikit akibat tidak dilakukan penambahan nutrisi. Selain itu juga disebabkan oleh persaingan antar sel. Menurut Sutomo (2005) dalam Pujiono (2013), *Tetraselmis chuii* sensitif terhadap kelimpahan sel yang tinggi, sehingga ketika dalam satu populasi sudah mencapai optimum maka penurunan jumlah kelimpahan sel pada populasi tersebut akan cepat mengalami penurunan yang diakibatkan oleh beberapa hal yakni *Tetraselmis chuii* cukup sensitif dengan bioproduktnya sendiri atau kandungan nutrisinya habis terserap.

Menurut Rizky *et al.* (2012), terjadi penurunan jumlah sel dikarenakan baik kandungan nutrisi maupun media kultur berada dalam jumlah yang terbatas. Pada awal kultur, kandungan nutrisi masih tinggi, yang dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk melakukan proses pertumbuhan. Peningkatan jumlah sel akan terhenti pada satu titik puncak populasi, pada titik tersebut kebutuhan nutrisi menjadi semakin lebih besar, sedangkan kandungan nutrisi dalam media semakin menurun karena tidak dilakukannya penambahan nutrisi. Selain itu, juga terjadi persaingan memperebutkan tempat hidup karena semakin banyak jumlahnya sel dalam volume yang tetap.

Pengaruh limbah cair tahu terhadap kelimpahan *Tetraselmis chuii* bisa dilihat melalui tabel analisa keragaman (ANOVA) yang terdapat pada Tabel 7 yang selengkapnya disajikan pada Lampiran 3.

Tabel 7. ANOVA Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Kelimpahan *T. Chuii*

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	57,056	14,264	10,63**	3,48	5,99
Galat	10	13,41333	1,341333			
Total	14	70,46933				

Keterangan : ** (berbeda sangat nyata)

Hasil analisa keragaman pada Tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian limbah cair tahu berpengaruh sangat nyata terhadap kelimpahan *Tetraselmis chuii* selama penelitian. Hal ini dapat dilihat dari nilai F Hitung (10,63) > F Tabel 1% (5,99) yang berarti menerima H1. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perlakuan atau berapa dosis yang paling memberikan pengaruh terhadap kelimpahan *Tetraselmis chuii*. Hasil uji BNT bisa dilihat pada Tabel 8 yang selengkapnya disajikan pada Lampiran 4.

Tabel 8. Analisa Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rata-rata kelimpahan (sel/ml)	Notasi / kode
K	24,067	a
A (2 ml/l)	27,067	b
B (3 ml/l)	27,733	bc
C (4 ml/l)	27,867	bc
D (5 ml/l)	30,133	c
BNT 5%	2,107	

Berdasarkan hasil uji BNT bisa dilihat bahwa perlakuan D memberikan pengaruh terbaik untuk kelimpahan *Tetraselmis chuii* karena perlakuan D mengandung limbah cair tahu dengan dosis terbanyak. Hal ini mempengaruhi besarnya nutrisi pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Limbah cair tahu mengandung banyak bahan organik yang jika diuraikan bisa menyediakan unsur makro dan mikro yang dibutuhkan dalam pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Menurut Ekawati (2005), fitoplankton memerlukan nutrisi untuk menunjang pertumbuhannya. Nutrisi yang dibutuhkan terdiri dari makro nutrisi yang

meliputi C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg, dan S sedangkan mikro nutrient meliputi Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe.

Menurut Husni dan Esmiralda (2010), limbah cair tahu mengandung senyawa organik berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Senyawa protein dan karbohidrat memiliki jumlah yang paling besar yaitu 40%-60% dan 25%-50%, sedangkan lemak 10%. Komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein dengan kandungan (N-total) sebesar 226,06-434,78 mg/l, sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan total nitrogen di perairan tersebut, seperti diketahui bahwa nitrogen termasuk dalam unsur makro yang sangat berperan dalam pertumbuhan fitoplankton.

Menurut Pradana (2012), limbah tahu mengandung senyawa N dalam bentuk N-organik, N-nitrit (NO_2^-), N-nitrat (NO_3^-), N-ammonium (NH_4^+). Ammonium (NH_4^+) dan nitrit (NO_2^-) oleh bakteri melalui proses nitrifikasi akan diubah menjadi senyawa nitrat. Senyawa nitrat (NO_3^-) dapat diserap langsung oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya.

4.2 Kualitas Air

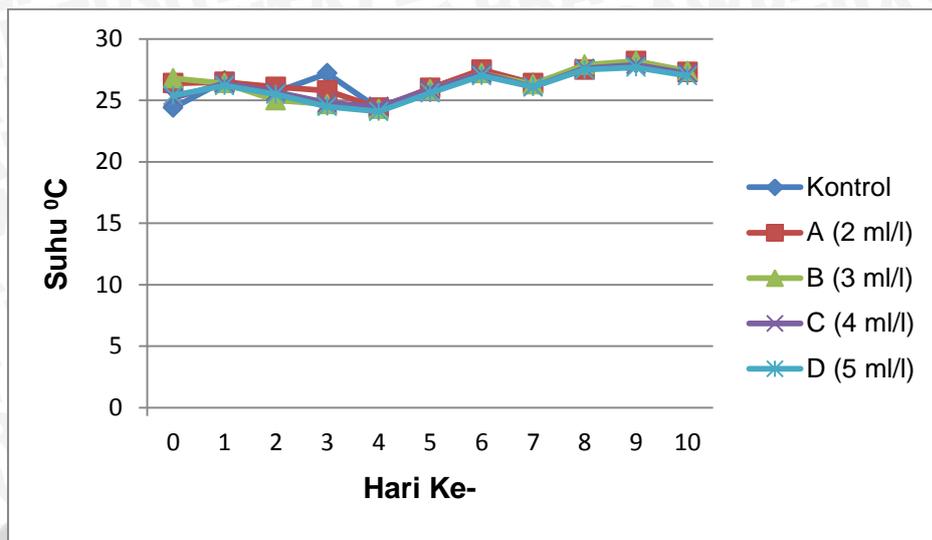
Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton dalam media kultur salah satunya adalah kualitas air. Beberapa parameter kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi suhu, pH, salinitas, DO, nitrat dan fosfat. Adapun hasil dari pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian

Kualitas Air	Hasil Kultur	Literatur
Suhu (°C)	24,1 – 28,2	15 - 35 (Wibawa, 2009)
pH	6,93 – 9,19	7 - 8 (Koniyo, 2006)
Salinitas (ppt)	25 – 36	20 - 30 (Martosudarmo dan Sabaruddin, 1980)
DO (mg/l)	5,97 – 7,19	5 -7 (Fox, 1987)
Nitrat (mg/l)	0,68 – 3,55	0,9 – 3,5 (Amini dan Syamdi, 2006)
Fosfat (mg/l)	0,21 – 1,21	0,27 – 5,51 (Radhifuya, 2011)

4.2.1 Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas bagi organisme karena setiap organisme memiliki kisaran toleransi terhadap suhu yang berbeda-beda. Suhu air dapat mempengaruhi distribusi mineral dalam air, kekentalan (viskositas) air, dan konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Hal ini bisa mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan biota air (Kordi dan Tancung, 2007). Suhu berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan fitoplankton karena reaksi kimia enzimatik yang berperan dalam proses fotosintesis dikendalikan oleh suhu. Peningkatan suhu sampai batas tertentu akan menaikkan laju fotosintesis (Fadilla, 2010). Pengukuran suhu pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii* memiliki kisaran antara 24,1-28,2°C, sedangkan data hasil keseluruhan dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik dari pengukuran suhu :



Gambar 6. Grafik Rata-Rata Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$) Media Kultur *Tetraselmis chuii*

Suhu media penelitian mengalami fluktuasi karena dipengaruhi oleh penyinaran dan suhu di sekitar wadah. Menurut Nontji (2007), suhu air di permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin, dan intensitas radiasi matahari.

Suhu pada perlakuan kontrol berkisar antara $24,3\text{--}28^{\circ}\text{C}$, perlakuan A berkisar antara $24,4\text{--}28,2^{\circ}\text{C}$, perlakuan B berkisar antara $24,3\text{--}28,2^{\circ}\text{C}$, perlakuan C berkisar antara $24,5\text{--}27,9^{\circ}\text{C}$, dan perlakuan D berkisar antara $24,1\text{--}27,7^{\circ}\text{C}$. Suhu terendah berada pada perlakuan D, sedangkan suhu tertinggi berada pada perlakuan A dan B. Suhu tersebut sedikit lebih tinggi dari suhu optimal bagi *Tetraselmis chuii* seperti pada pernyataan Wibawa (2009) bahwa *Tetraselmis chuii* dapat hidup pada suhu $15\text{--}35^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu optimal berkisar antara $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$.

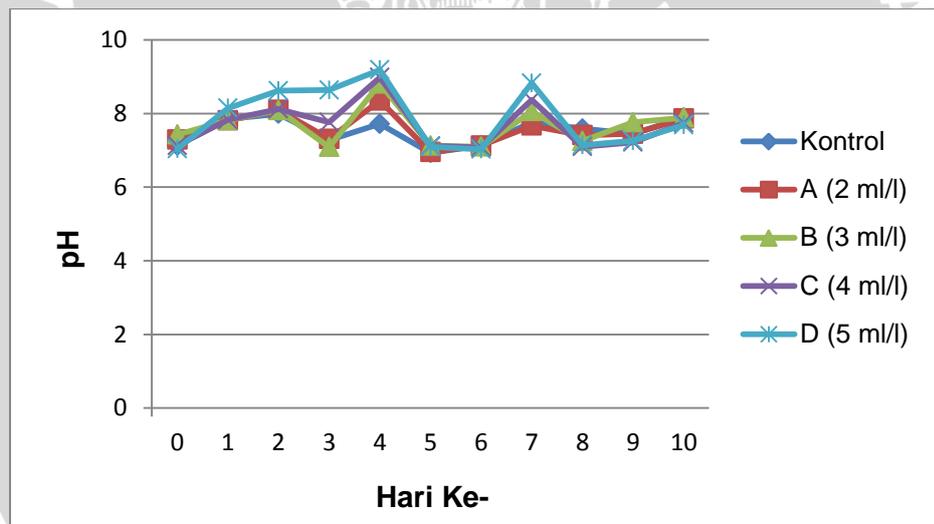
Menurut Fadilla (2010), suhu optimal kultur fitoplankton secara umum antara $20\text{--}24^{\circ}\text{C}$. Hampir semua fitoplankton toleran terhadap suhu antara $16\text{--}36^{\circ}\text{C}$. Suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan

repository.ub.ac.id

turun, sedangkan suhu di atas 36°C dapat menyebabkan kematian pada jenis tertentu.

4.2.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Nilai pH yang agak basa dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasi oleh tumbuhan dan fitoplankton (Herawati, 2008). Pengukuran pH pada media pertumbuhan *Tetraselmis chunii* memiliki kisaran antara 6,93–9,19, sedangkan data hasil keseluruhan dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik dari pengukuran pH :



Gambar 7. Grafik Rata-Rata Pengukuran pH Media Kultur *Tetraselmis chunii*

pH pada perlakuan kontrol berkisar antara 6,93–7,99, perlakuan A berkisar antara 6,95–8,1, perlakuan B berkisar antara 7,1–8,09, perlakuan C berkisar antara 7,08–8,98, dan perlakuan D berkisar antara 7,03–9,19. pH terendah berada pada perlakuan kontrol, sedangkan pH tertinggi berada pada perlakuan D. Nilai pH tersebut sedikit lebih tinggi dari pH optimal bagi *Tetraselmis chunii* seperti pada pernyataan Koniyo (2006) bahwa pH optimal yang

dibutuhkan oleh *Tetraselmis chuii* untuk pertumbuhannya adalah berkisar antara 7–8. Namun, Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) menyatakan bahwa pH berkisar antara 8,0–9,0 masih dapat mendukung perkembangan fitoplankton.

Menurut Odum (1971) dalam Wulandari (2009), perairan dengan pH antara 6–9 merupakan perairan dengan kesuburan yang tinggi dan tergolong produktif karena memiliki kisaran pH yang dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam perairan menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasikan oleh fitoplankton. Nilai pH mengalami fluktuasi karena adanya aktivitas dekomposisi. Menurut Sevindrajuta (2012), penambahan bahan organik dapat meningkatkan atau malah menurunkan pH. Penurunan pH akibat penambahan bahan organik dapat terjadi karena dekomposisi bahan organik yang banyak menghasilkan asam - asam dominan.

Adanya perubahan pH selama penelitian baik penurunan maupun peningkatan pH, hal ini disebabkan karena adanya faktor-faktor yang mempengaruhinya. Menurut Sopiah *et al.* (2013), perubahan nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aktivitas biologis seperti fotosintesis dan respirasi organisme, suhu, serta mineral dalam perairan.

4.2.3 Salinitas

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

kisaran antara 25–36 ppt, sedangkan data hasil keseluruhan dapat dilihat pada lampiran . Berikut adalah grafik dari pengukuran salinitas :



Gambar 8. Grafik Rata-Rata Pengukuran Salinitas (ppt) Media Kultur *Tetraselmis chuii*

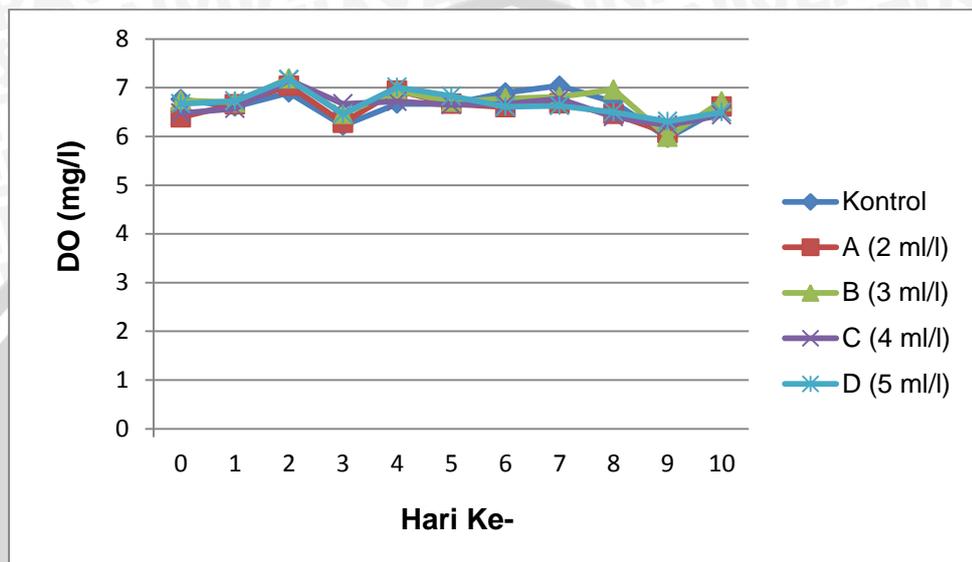
Salinitas mengalami kenaikan karena proses penguapan dan tidak adanya penambahan air selama 10 hari. Kisaran salinitas tersebut lebih tinggi dari salinitas yang dibutuhkan oleh *Tetraselmis chuii*. Menurut Martosudarmo dan Sabaruddin (1980), toleransi *Tetraselmis chuii* terhadap salinitas tinggi sekali yaitu antara 20-30 ppt, tetapi pertumbuhan yang paling baik antara 27-32 ppt sedangkan menurut Griffith *et al.* (1973) dalam Mustafa (1982), *Tetraselmis chuii* dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 15-36 ppt.

Darley (1982) menyatakan bahwa salinitas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, sebab berhubungan dengan aktifitas osmosis sel. Semakin tinggi tekanan osmotiknya, maka salinitas suatu perairan akan semakin tinggi pula dan pertumbuhan *Tetraselmis chuii* akan menurun sejalan dengan naiknya salinitas dari 40-60 ppt.

4.2.4 Oksigen Terlarut (DO)

Kandungan oksigen terlarut sangat penting bagi biota perairan untuk melangsungkan metabolisme tubuhnya dan untuk dekomposisi bahan organik

(Apriadi, 2008). Pengukuran oksigen terlarut pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii* memiliki kisaran antara 5,97-7,19 mg/l, sedangkan data hasil keseluruhan dapat dilihat pada lampiran . Berikut adalah grafik dari pengukuran DO:



Gambar 9. Grafik Rata-Rata Pengukuran DO (mg/l) Media Kultur *Tetraselmis chuii*

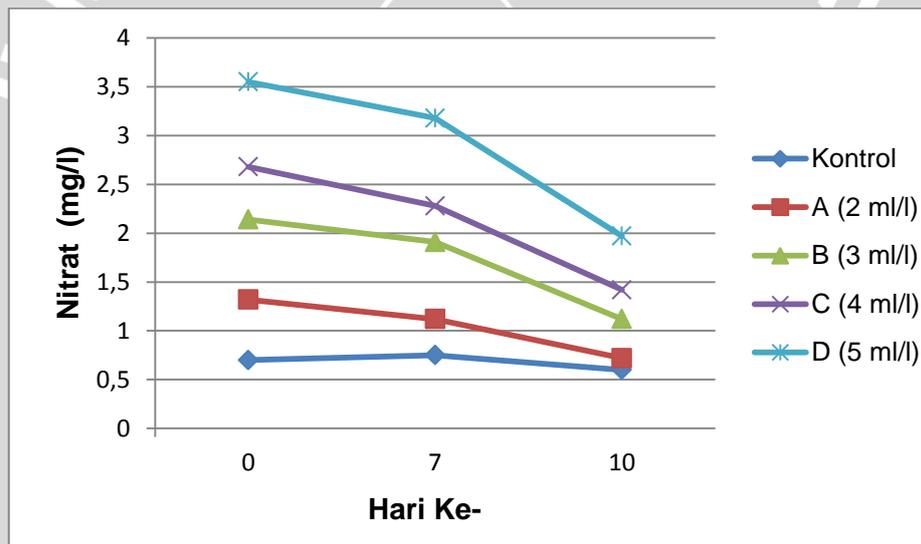
Kisaran tersebut masih baik untuk proses dekomposisi, seperti pada pernyataan Fox (1987), bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut 3-5 mg/l kurang produktif, 5-7 mg/l produktifitasnya tinggi dan diatas 7 sangat tinggi.

Oksigen terlarut pada media penelitian mengalami fluktuasi karena adanya proses penambahan oksigen dari proses fotosintesis, difusi dari udara sekitar, dan aerasi, serta proses pengurangan oleh aktivitas dekomposisi. Menurut Pratiwi (2010), sumber oksigen terlarut di air berasal dari difusi atmosfer ke dalam air, selain diakibatkan oleh adanya perbedaan suhu air dan udara, juga terjadi ketika air mengalami kontak dengan udara melalui gelombang, riak maupun air terjun. Menurut Effendi (2003), sumber oksigen terlarut dapat berasal

dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dari aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton.

4.2.6 Nitrat

Nitrat merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan oleh fitoplankton. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Kadar nitrat di perairan yang tidak tercemar biasanya lebih tinggi daripada kadar amonium (Effendi, 2003). Pengukuran nitrat pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii* memiliki kisaran antara 0,6-3,55 mg/l, sedangkan data hasil keseluruhan dapat dilihat pada lampiran . Berikut adalah grafik dari pengukuran nitrat :



Gambar 10. Grafik Rata-Rata Pengukuran (mg/l) Media Kultur *Tetraselmis chuii*

Berdasarkan hasil penelitian untuk pengukuran nitrat yang didapat berkisar antara 0,6-3,21 mg/l. Kisaran nilai tersebut cukup untuk pertumbuhan *Tetraselmis chuii* yang membutuhkan nitrat minimal 0,35 mg/l (Subarijanti, 1990). Fitoplankton dapat tumbuh dengan baik kandungan nitrat antara 0,9-3,5 ppm. Pada kadar nitrat di bawah 0,1 ppm atau di atas 45 ppm, nitrat dapat merupakan faktor pembatas kesuburan (Lapu, 1994 dalam Amini dan Syamdidi, 2006).

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa di hari ke-0 nilai nitrat tertinggi berada pada perlakuan D karena kandungan limbah cair terbanyak adalah pada perlakuan D. Kandungan nitrat pada hari ke 0 masih banyak karena nitrat masih belum dimanfaatkan oleh *Tetraselmis chuii*. Pada hari ke-7 nilai nitrat pada semua perlakuan mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan nilai nitrat awal. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu yang berbentuk organik telah diuraikan menjadi nitrat sehingga menambah kandungan nitrat pada media kultur. Nitrat banyak dimanfaatkan pada hari ke-7 dimana jumlah kelimpahan populasi *Tetraselmis chuii* sangat tinggi. Pada hari ke-10, nilai nitrat mengalami penurunan karena nitrat sudah dimanfaatkan oleh *Tetraselmis chuii* untuk pertumbuhannya. Redfield (1934) dalam Basmi (1988) berpendapat bahwa persediaan nitrat di dalam air menjadi berkurang dengan semakin meningkatnya pertumbuhan fitoplankton. Fitriana (2005) menambahkan bahwa nilai nitrat dalam perairan itu akan bertambah lagi karena penguraian dari plankton yang sudah mati dalam air, sehingga plankton yang sudah mati didekomposisi menjadi bahan anorganik dan dimanfaatkan kembali oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya.

Pada akhir penelitian terlihat bahwa nilai nitrat menjadi kecil, hal ini mengindikasikan bahwa nutrisi pada media kultur yang digunakan untuk pertumbuhan *Tetraselmis chuii* mulai berkurang sehingga mengakibatkan penurunan kelimpahan *Tetraselmis chuii*. Limbah cair tahu yang digunakan sebagai nutrisi di awal hanya diberikan satu kali, sehingga selanjutnya nutrisi baru didapatkan dari hasil penguraian sel-sel *Tetraselmis chuii* yang telah mati. Sel *Tetraselmis chuii* dirombak menjadi bahan anorganik yang dapat dimanfaatkan lagi oleh *Tetraselmis chuii* secara langsung. Hal ini diperjelas oleh pernyataan Effendi (2003) bahwa perombakan sel dari organisme yang sudah mati dapat meningkatkan kandungan nitrat dalam perairan, melalui proses nitrifikasi.

Proses nitrifikasi dijelaskan oleh Subarijanti (2005) sebagai berikut, dimulai dari amonia dalam bentuk anion yang 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 :



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 :



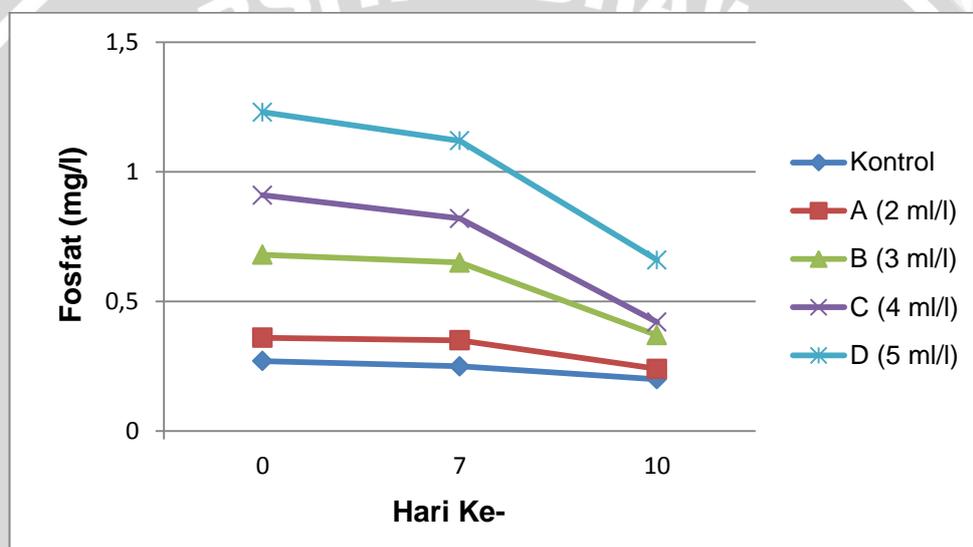
Sisa – sisa tubuh fitoplankton yang telah mati akan tenggelam karena berat jenis protoplasmanya lebih besar daripada air, selanjutnya akan mengalami proses dekomposisi oleh bakteri sehingga unsur unsur nitrat dan fosfat yang terikat pada berbagai senyawa organik dibebaskan dan dikembalikan ke dalam perairan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

Uraian di atas menunjukkan bahwa pentingnya kandungan nitrat dan fosfat bagi pertumbuhan fitoplankton termasuk *Tetraselmis chuii*. Kurniasih (2001) menyatakan bahwa kandungan unsur nitrat dan phosfat sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas fitoplankton. Jadi semakin tinggi penurunan kandungan nitrat ditandai dengan rendahnya nilai nitrat maka semakin tinggi laju pertumbuhan populasi *Tetraselmis chuii*.

4.2.6 Fosfat

Fosfat merupakan penyusun inti sel yang sangat penting dalam pembelahan sel serta sebagai penyusun lemak dan protein (Sarief, 1986 dalam Subarijanti 1990). Fosfat merupakan faktor penting untuk pertumbuhan fitoplankton dan organisme lainnya. Fosfat sangat diperlukan sebagai transfer

energi dari luar ke dalam sel organisme, karena itu fosfat dibutuhkan dalam jumlah yang kecil (sedikit). Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Effendi, 2003). Konsentrasi fosfat jauh lebih kecil daripada konsentrasi ammonia dan nitrat. Fosfor dan nitrogen biasanya berada dengan perbandingan 1:15 (Barnes dan Hughes, 1982 dalam Wulandari, 2009). Pengukuran fosfat pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii* memiliki kisaran antara 0,2–1,21 mg/l, sedangkan data hasil keseluruhan dapat dilihat pada lampiran . Berikut adalah grafik dari pengukuran fosfat:



Gambar 11. Grafik Rata-Rata Pengukuran Fosfat (mg/l) Media Kultur *Tetraselmis chuii*

Fosfat pada media pertumbuhan *Tetraselmis chuii* selama penelitian yang terukur memiliki kisaran antara 0,2–1,23 mg/l, kisaran nilai tersebut cukup baik untuk pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widjaya (1994) dalam Radhifuya (2011), bahwa kebutuhan fosfat untuk pertumbuhan fitoplankton secara optimal berkisar antara 0,27–5,51 mg/l.

Pada grafik terlihat bahwa semakin banyak limbah ditambahkan maka kandungan fosfat semakin tinggi. Hal ini karena di dalam limbah mengandung fosfat. Menurut Ginting (2011), senyawa fosfat bersumber dari perairan dan

faktor antropogenik seperti limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah perikanan dan limbah industri.

Nilai fosfat pada akhir penelitian mengalami penurunan jika dibandingkan di awal penelitian, hal ini disebabkan oleh adanya penurunan dari aktifitas penguraian yang mengakibatkan penurunan bahan organik yang ada pada tiap perlakuan. Menurut Yuli dan Kusriani (2005), pada perairan alami phosphorus terdapat dalam bentuk anorganik maupun organik. Sel fitoplankton dapat mengakumulasi fosfat, jika nutrisi tersedia dalam jumlah berlebih. Fosfat tersebut selanjutnya akan dimanfaatkan jika sumber fosfat dalam air habis, sehingga persediaan fosfat ini memungkinkan fitoplankton tetap tumbuh beberapa waktu setelah fosfat dalam air habis.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Tetraselmis Chuii*” didapatkan kesimpulan, sebagai berikut :

- Pemberian limbah cair tahu dengan dosis yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* yang bisa dilihat dari nilai F Hitung (10,63) > F Tabel 1% (5,99).
- Dari uji BNT menunjukkan bahwa pertumbuhan sel *Tetraselmis chuii* pada perlakuan kontrol dan perlakuan D menunjukkan perbedaan secara nyata, dengan perlakuan terbaik yaitu perlakuan D (pemberian dosis limbah cair tahu sebesar 5 ml/l).

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Tetraselmis Chuii*” yaitu :

- Pupuk organik dari limbah cair tahu layak digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik yang murah, ramah lingkungan dan memiliki kandungan unsur hara yang tinggi.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kultur *Tetraselmis chuii* yang dibudidayakan dengan menggunakan limbah cair tahu.



DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, S.S., Yogi D.P., dan Reza E.E. 2012. Koefisien Transfer Gas (KLa) pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. **9** (2) : 155-163.
- Agung T. dan H.S.Winata. 2010. Pengolahan Air Limbah Industri Tahu dengan Menggunakan Teknologi Plasma. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. **2** (2) : 19-28.
- Alviana, A.D. 2013. Identifikasi Mikroalga *Tetraselmis chunii*. <http://andrian-deri-alviana.blogspot.com>. Diakses pada 9 Oktober 2014.
- Amini, S. Dan Syamdid. 2006. Konsentrasi Unsur Hara Pada Media dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analis. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* VIII (2): 201-206.
- Apriadi, T. 2008. Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air Sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah kantin. SKRIPSI. IPB. Bogor.
- Apridayanti, E. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. TESIS. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Badjoeri M. Dan Y. Mardiaty. 2012. Laju Dekomposisi Padatan Tersuspensi di Perairan Danau Toba. Studi Kasus: di Karamba Jaring Apung. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012. Pusat Penelitian Limnologi LIPI.
- Barus, T.A. 2001. Pengantar Limnologi Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Program Studi Biologi USU FMIPA, Medan.
- Basmi, J. 1988. Perkembangan Fitoplankton Sebagai Indikator Perubahan Tingkat Kesuburan Perairan. Jurusan Ilmu Perairan. Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Blomm, J.H. 1998. Chemical and Physical Water Quality Analysis. Nuffic UNIBRAW/LUW/Fish. Malang.
- Boestami, R. 2012. KNRT Luncurkan Unit Percontohan IPAL Industri Tahu di Purwokerto. <http://www.technology-indonesia.com>. Diakses pada 9 Oktober 2014.
- Cahyaningsih. 2006. Petunjuk Teknis Produksi Pakan Alami. Balai Benih Air payau (BBAP). Situbondo.
- Chilmawati, D. dan Suminto. 2008. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella sp.* Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang. **4** (1): 42-49.

- Darley, W. M. 1982. *Algal Biology: a Physiological Approach*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ekawati, A.W. 2005. Budidaya Makanan Alami. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fachrullah, M.R. 2011. Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella sp* dan *Nannochloropsis sp*. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka. SKRIPSI. IPB. Bogor.
- Fadillah Z. 2010. Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Scenedesmus sp*. SKRIPSI. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Fitriana, T. 2005. Pengaruh Pemberian Pupuk Area dan TSP Terhadap Pertumbuhan *Chlorella sp*. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fogg. 1975. *Algae Cultures and Fitoplankton Ecology*. Second Edition. The University of Winsconsin. London.
- Fox, J.M. 1987. *Intensive Algae Culture Techniques*. CRC Hand Book of Mariculture, CRC Press. Inc Boca Ranton Florida.
- Ginting, O. 2011. Studi Korelasi Kegiatan Budidaya Ikan Keramba Jaring Apung dengan Pengayaan Nutrien (Nitrat Dan Fosfat) Dan Klorofil-A Di Perairan Danau Toba. Universitas Sumatera Utara.
- Hanafiah, K.A. 2008. Rancangan Teori dan Aplikasi Edisi Ketiga. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Herawati, V.E. 2008. Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) Ditinjau dari Aspek Produktifitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh. TESIS. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Husni, H dan Esmiralda. 2010. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin). (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Tahu "Super", Padang). SKRIPSI. Teknik Lingkungan. Universitas Andalas. Padang.
- Ikawati, S., A. Zulfikar dan D.Azizah. 2013. Efektivitas dan Efisiensi Fitoremediasi Pada Detergen Dengan Menggunakan Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*). Universitas Maritim Raja Ali Haji. Riau.
- Isnansetyo A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius. Yogyakarta.

- Kafadi, N.M. 1990. Memproduksi Tahu Secara Praktis. Karya Anda. Surabaya.
- Kaswinarni, F. 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali. TESIS. UNDIP. Semarang.
- Koniyo, Y. 2006. Biologi dan Metode Kultur Plankton sebagai Pakan Alami Larva Hewan Air. *Jurnal Penelitian*. **3** : 2-6.
- Kordi, M,G,H dan Tancung, A,B. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kurniasih. 2001. Komposisi Nutrisi dan Pigmen *Spirulina platensis* Galur Lokal Ink Pada Berbagai Konsentrasi Nitrogen. IPB. Bogor.
- Makiyah, M. 2013. Analisis Kadar N, P dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*). MIPA. UNS. Semarang.
- Martosudarmo, B dan S.Sabaruddin, 1980. Makanan Hidup Larva Udang. Pedoman Pembenihan Udang Penaeid. Ditjen Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Matakupan, J. 2009. Studi Kepadatan *Tetraselmis chuii* yang Dikultur Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Triton*. **5** (2) : 31- 35.
- Maulida, D.N. 2014. Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap kandungan Fikosianin Mikroalga *Spirulina platensis* Sebagai Kandidat Zat Antioksidan. SKRIPSI. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mustafa, T.S. 1982. Pengaruh Penambahan Vitamin B₁₂ Pada Tingkat Salinitas yang Berbeda Terhadap Perkembangan Populasi Monokultur *Tetraselmis chuii*. IPB. Bogor.
- Nontji, A. 2007. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Prabowo, D,A. 2009. Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan *Chlorella sp* pada Skala Laboratorium. FPIK. IPB. Bogor.
- Pradana A. 2012. Pengaruh Perbedaan Pemberian Pupuk NPK dan Limbah cair Tahu terhadap Laju Pertumbuhan Populasi *Spirulina sp.* yang Dikultur dalam Skala Laboratorium. Universitas Brawijaya. Malang.
- Pratiwi, M.C. 2010. Pemanfaatan kangkung Air (*Ipomea aquatic*) dan Lumpur Aktif Pabrik Tekstil dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. SKRIPSI. IPB. Bogor.
- Pujiono, A.E. 2013. Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* pada Medium Air Laut dengan Intensitas Cahaya, Lama Penyinaran dan Jumlah Inokulan yang Berbeda Pada Skala Laboratorium. SKRIPSI. Universitas Jember. Jember.

- Putri. 2011. Studi Morfologi Sel Mikroalga Laut *Chlorella sp.* pada Kultur Murni In Vitro. Universitas Brawijaya. Malang.
- Radhifuya, M. 2011. Dinamika Phospat dan Klorofil dengan Penebaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Kolam Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) dengan Sistem Heterotrofik. SKRIPSI. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Rizky YA, J.Suharja, A.Dirga, A.Ilham. 2012. Pengaruh Penambahan Logam Fe (II) Terhadap Laju Pertumbuhan Fitoplankton *Chlorella vulgaris* dan *Porphyridium cruentum*. FMIPA. UNHAS. Makassar.
- Rostini. 2007. Kultur Fitoplankton (*Chlorella sp* dan *Tetraselmis chuii*) pada Skala Laboratorium. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Jatinagor.
- Sadzali, I. 2010. Potensi Limbah Tahu Sebagai Biogas. *Jurnal UI untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains, dan Teknologi*. 1 : 62-69.
- Said, N.I. dan H.D.Wahjono. 1999. Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan. Jakarta.
- Sani, E.Y. 2006. Pengelolaan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob. TESIS. UNDIP. Semarang.
- Sani, R.N., F.C.Nisa, R.D.Andriani, J.M.Maligan. 2014. Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (2) : 121-126.
- Sevindrajuta. 2012. Efek Pemberian Beberapa Takaran Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Inceptisol dan Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor*, L.). Universitas Muhammadiyah. Sumatera Barat.
- Sopiah, N., A. Mulyanto, dan S. Sehabudin. 2013. Pengaruh Kelimpahan Sel Mikroalga Air Tawar (*Chlorella sp.*) Terhadap Penambatan Karbondioksida. Balai Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 14 (1): 1-6.
- Standar nasional Indonesia (SNI). 2004. Metode Analisa Kualitas Air. Jakarta.
- Subarijanti,H.U. 1990. Kesuburan dan Pemupukan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sumawidjaja. 1973. Limnologi. Direktorat Jenderal Perikanan DEPTAN. Jakarta.
- Suminto. 2005. Budidaya Pakan Alami Mikroalga dan Rotifer. Buku Ajar Mata Kuliah Budidaya pakan Alami. UNDIP. Semarang.
- Supriyatini E., I.Widowati dan Ambariyanto. 2007. Kandungan Asam Lemak Omega-3 (Asam Linolenat) pada Kerang Totok *Polymesoda erosa* yang

diberi Pakan *Tetraselmis chuii* dan *Skeletonema costatum*. *Ilmu Kelautan*.
12 (2) : 97 -104.

Tambaru R. 2008. Dinamika Komunitas Fitoplankton dalam Kaitannya dengan Produktivitas Perairan di Perairan Pesisir Maros Sulawesi Selatan. Disertasi. Pasca Sarjana. IPB, Bogor.

Wibawa, M.A. 2009. Biologi *Tetraselmis sp.* <http://zonaikan.wordpress.com> . Diakses pada 9 Oktober 2014.

Wirosaputro, S. 2002. Chlorella makanan kesehatan global alami. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Wulandari, D. 2009. Keterikatan Antara Kelimpahan Fitoplankton Dengan Parameter Fisika Kimia di Estuari Sungai Brantas (Porong), Jawa Timur. SKRIPSI. FPIK. IPB. Bogor.

Wulandari, N.D.A., 2011. Penggunaan Media Alternatif pada Produksi *Spirulina fusiformis*. SKRIPSI. IPB. Bogor.

Yuli, H. E. dan Kusriani. 2005. Planktonologi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.



Lampiran 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

Alat	Bahan	Parameter	Unit
<ul style="list-style-type: none"> - Toples volume 5 L - Haemocytometer - Mikroskop - Selang aerator - Aerator - Pipet tetes - Botol film - Washing bottle 	<ul style="list-style-type: none"> - Air laut - Aquadest - Bibit <i>Tetraselmis chuii</i> - Kapas - Limbah cair tahu - Tissue - Lugol - Kertas Label 	Kelimpahan <i>Tetraselmis chuii</i>	sel/ml
DO meter	<ul style="list-style-type: none"> - Air dari media kultur - Tissue - Aquadest 	Oksigen terlarut (DO)	mg/L
pH pen	<ul style="list-style-type: none"> - Air media kultur - Tissue - Aquadest 	Derajat keasaman (pH)	-
Refraktometer	<ul style="list-style-type: none"> - Air media kultur - Tissue - Aquadest 	Salinitas	ppt
<ul style="list-style-type: none"> - Cawan porselen - Spatula - Pipet tetes - Pipet volume - Bola hisap - Gelas ukur - Cuvet - Rak tabung reaksi - Spektrofotometer - Washing bottle - Hot plate 	<ul style="list-style-type: none"> - Air media kultur - Asam fenol disulfonik - Aquadest - Larutan NH₄OH - Kertas label 	Nitrat	mg/L
<ul style="list-style-type: none"> - Beaker glass - Pipet tetes - Gelas ukur - Spektrofotometer - Cuvet - Rak tabung reaksi 	<ul style="list-style-type: none"> - Air media kultur - Amonium molybdat - Larutan SnCl₂ - Kertas label 	Fosfat	mg/L

Lampiran 2. Kelimpahan *Tetraselmis chuii* (10^4 sel/ml)

Perlakuan	Kelimpahan Sel											Jumlah	Rata-rata
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
K1	2	1,6	1,4	1,6	2	2,8	3,4	4	2	1,4	1	23,2	2,11
K2	2	1,8	1,6	2,2	2,4	2,4	3,6	4,2	2,4	1,8	0,8	25,2	2,29
K3	2	1,6	1,6	1,8	2,2	2,4	3,8	3,8	2,2	1,6	0,8	23,8	2,16
jumlah	6	5	4,6	5,6	6,6	7,6	10,8	12	6,6	4,8	2,6	72,2	6,56
rata-rata	2	1,67	1,53	1,87	2,2	2,53	3,6	4	2,2	1,6	0,87	24,07	2,19
A1	2	1,4	1,8	1,6	2,2	2,2	3,6	6,4	3,2	1,4	1,2	27	2,45
A2	2	1,8	1,6	1,4	2	2,4	3,4	6,8	2,8	1,8	1	27	2,45
A3	2	1,8	1,4	1,6	2,4	2,6	4,2	6,2	2,6	1,6	0,8	27,2	2,47
jumlah	6	5	4,8	4,6	6,6	7,2	11,2	19,4	8,6	4,8	3	81,2	7,38
rata-rata	2	1,67	1,6	1,53	2,2	2,4	3,73	6,47	2,87	1,6	1	27,07	2,46
B1	2	1,4	1,2	1,4	2,2	3	3,8	6	3,4	2	1	27,4	2,49
B2	2	1,2	1,4	1,8	2,4	3,2	4,4	6,2	3,4	1,8	1,2	29	2,64
B3	2	1	1,2	1,6	2,2	2,8	4,2	5,8	3,2	1,8	1	26,8	2,44
jumlah	6	3,6	3,8	4,8	6,8	9	12,4	18	10	5,6	3,2	83,2	7,56
rata-rata	2	1,2	1,27	1,6	2,27	3	4,13	6	3,33	1,87	1,07	27,73	2,52
C1	2	1,6	1,4	1,4	2,2	2,6	3,8	6,4	3	1,8	1,2	27,4	2,49
C2	2	2,2	1,8	1,2	1,8	2,4	4,2	7,2	4,2	1,6	1,2	29,8	2,71
C3	2	1,4	1,6	1,4	2	2,8	4	6,2	2,6	1,4	1	26,4	2,4
jumlah	6	5,2	4,8	4	6	7,8	12	19,8	9,8	4,8	3,4	83,6	7,6
rata-rata	2	1,73	1,6	1,33	2	2,6	4	6,6	3,27	1,6	1,13	27,87	2,53
D1	2	1,2	1,4	1,6	1,6	2,2	4,4	7,8	4,2	2,2	1,2	29,8	2,71
D2	2	1,2	1	1,4	1,8	2,2	4,8	10,2	3,4	2,2	1,2	31,4	2,85
D3	2	1	1,2	1,2	1,4	2,8	4,6	8,2	3,6	2	1,2	29,2	2,65
jumlah	6	3,4	3,6	4,2	4,8	7,2	13,8	26,2	11,2	6,4	3,6	90,4	8,22
rata-rata	2	1,13	1,2	1,4	1,6	2,4	4,6	8,73	3,73	2,13	1,2	30,13	2,74

Lampiran 3. Perhitungan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{410,6^2}{5 \times 3} \\
 &= \frac{168592,4}{15} \\
 &= 11239,49 \\
 JK \text{ Total} &= 23,2^2 + 25,2^2 + 23,8^2 + \dots + 29,8^2 + 31,4^2 + 29,2^2 - FK \\
 &= 11309,96 - 11239,49 \\
 &= 70,46933 \\
 JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(72,2)^2 + (81,2)^2 + (83,2)^2 + (83,6)^2 + (90,4)^2}{3} - FK \\
 &= 11296,55 - 11239,49 \\
 &= 57,056 \\
 JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\
 &= 70,46933 - 57,056 \\
 &= 13,41333
 \end{aligned}$$

Hasil Analisa Ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	57,056	14,264	10,63**	3,48	5,99
Galat	10	13,41333	1,341333			
Total	14	70,46933				

Keterangan : ** (berbeda sangat nyata)

Lampiran 4. Perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}\text{BNT 5\%} &= t(0,05 \cdot \text{db galat}) \times \sqrt{\frac{2 KTG}{\text{ulangan}}} \\ &= t(0,05 \cdot 10) \times \sqrt{\frac{2 \times 1,3413}{3}} \\ &= 2,228 \times 0,94562 \\ &= 2,107\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BNT 1\%} &= t(0,01 \cdot \text{db galat}) \times \sqrt{\frac{2 KTG}{\text{ulangan}}} \\ &= t(0,01 \cdot 10) \times \sqrt{\frac{2 \times 1,3413}{3}} \\ &= 3,169 \times 0,94562 \\ &= 2,997\end{aligned}$$

Tabel BNT :

Perlakuan	Rata-rata kelimpahan (sel/ml)	Notasi / kode
K	24,067	a
A (2 ml/l)	27,067	b
B (3 ml/l)	27,733	bc
C (4 ml/l)	27,867	bc
D (5 ml/l)	30,133	c
BNT 5%	2,107	

Lampiran 5. Pengukuran Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Perlakuan	Pengukuran hari ke-										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K1	24,7	26,6	25,6	27,5	24,5	25,9	27,5	26,5	27,7	27,9	27,2
K2	24,3	26,5	25,9	27,2	24,1	26,2	27,4	26,3	27,6	28,1	27,2
K3	24,2	26,7	25,6	26,9	24,3	25,9	27,3	26,4	27,8	28	27,2
Rerata	24,4	26,6	25,7	27,2	24,3	26	27,4	26,4	27,7	28	27,2
A1	26,4	26,4	26	25,9	24,3	25,9	27,3	26,4	27,6	28,2	27,2
A2	26,6	26,6	26,2	25,7	24,6	26,1	27,6	26,3	27	28,3	27,3
A3	26,2	26,5	26,1	25,8	24,3	26	27,6	26,5	27,9	28,1	27,4
Rerata	26,4	26,5	26,1	25,8	24,4	26	27,5	26,4	27,5	28,2	27,3
B1	26,8	26,3	25,1	24,6	24,2	25,9	27,2	26,2	27,8	28,3	27,3
B2	26,7	26,4	25	24,7	24,3	26	27,3	26,4	28	28,3	27,5
B3	26,9	26,5	24,9	24,8	24,4	25,8	27,1	26,3	27,9	28	27,4
Rerata	26,8	26,4	25	24,7	24,3	25,9	27,2	26,3	27,9	28,2	27,4
C1	25,1	26,4	25,2	24,9	24,4	25,7	27,1	26	27,5	27,8	27,2
C2	25,4	26,6	25,8	24,7	24,6	26,1	27,2	26,1	27,5	28	27,2
C3	25,1	26,2	26,1	24,8	24,5	25,9	27,3	26,2	27,8	27,9	27,2
Rerata	25,2	26,4	25,7	24,8	24,5	25,9	27,2	26,1	27,6	27,9	27,2
D1	25,4	26,2	25,7	24,4	24,1	25,6	26,9	26	27,5	27,7	27,1
D2	25,5	26,3	25,4	24,6	24,2	25,7	27	26,1	27,5	27,6	26,9
D3	25,3	26,1	25,4	24,5	24	25,5	27,1	26,2	27,5	27,8	27
Rerata	25,4	26,2	25,5	24,5	24,1	25,6	27	26,1	27,5	27,7	27

Lampiran 6. Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Perlakuan	Pengukuran hari ke-										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K1	7	7,75	7,95	7	7,55	6,94	7,2	7,86	7,61	7,41	7,93
K2	7,32	7,79	8,04	7,4	7,67	6,9	6,96	7,62	7,32	7,44	7,92
K3	7,08	8,02	8	7,44	7,95	6,95	7,24	7,79	7,84	7,49	7,82
Rerata	7,13	7,85	7,99	7,28	7,72	6,93	7,13	7,76	7,59	7,45	7,89
A1	6,69	7,79	8,07	7	8,12	6,96	7,08	7,63	7,32	7,51	7,8
A2	7,98	7,81	8,11	7,6	8,26	6,91	7,12	7,56	7,16	7,5	7,85
A3	7,21	7,83	8,12	7,33	8,66	6,99	7,18	7,83	7,76	7,34	7,93
Rerata	7,29	7,81	8,1	7,31	8,35	6,95	7,13	7,67	7,41	7,45	7,86
B1	6,97	7,76	8,04	7,16	8,93	7,2	7,11	7,72	7,24	8,25	7,98
B2	7,9	7,79	8,08	7	8,65	7,18	7,09	8,12	7,25	7,63	7,81
B3	7,42	7,91	8,16	7,12	8,85	7	7,1	8,33	7,25	7,39	7,88
Rerata	7,43	7,82	8,09	7,09	8,81	7,13	7,1	8,06	7,25	7,76	7,89
C1	6,93	7,84	8,12	7,3	8,81	6,98	7,1	8,36	7,04	7,18	7,71
C2	7,15	7,47	8,21	7,66	8,85	7,19	7	8,3	7	7,27	7,66
C3	7,3	8,18	8,04	8,33	9,27	7,2	7,15	8,44	7,25	7,2	7,84
Rerata	7,13	7,83	8,12	7,76	8,98	7,12	7,08	8,37	7,10	7,22	7,74
D1	6,96	8,14	8,39	8,6	9,46	7,15	7,02	8,5	7,02	7,2	7,7
D2	7,11	8,1	8,65	8,62	9,11	7,05	6,98	9	7,28	7,22	7,59
D3	7,04	8,22	8,82	8,7	9	7,1	7,08	8,99	7,13	7,35	7,78
Rerata	7,04	8,15	8,62	8,64	9,19	7,1	7,03	8,83	7,14	7,26	7,69

Lampiran 7. Pengukuran Salinitas (ppt)

Perlakuan	Pengukuran hari ke-										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K1	25	34	35	31	31	34	30	33	31	36	30
K2	25	35	35	32	34	33	31	33	33	36	34
K3	25	34	34	31	33	34	31	33	31	36	34
Rerata	25	34	35	31	33	34	31	33	32	36	33
A1	25	34	35	30	32	32	31	33	31	35	34
A2	25	34	35	31	32	31	31	34	31	35	34
A3	25	34	34	31	31	34	31	34	34	35	34
Rerata	25	34	35	31	32	32	31	34	32	35	34
B1	25	34	35	32	32	32	31	31	33	35	35
B2	25	34	35	31	32	34	31	31	32	35	34
B3	25	34	34	32	32	34	31	34	34	36	34
Rerata	25	34	35	32	32	33	31	32	33	35	34
C1	25	34	35	32	31	34	31	34	34	35	35
C2	25	34	35	31	32	34	31	34	32	35	35
C3	25	34	35	31	31	34	31	34	32	35	35
Rerata	25	34	35	31	31	34	31	34	33	35	35
D1	25	32	34	30	31	34	31	32	33	35	35
D2	25	31	33	30	31	34	31	32	32	35	35
D3	25	32	32	30	31	35	31	34	32	36	35
Rerata	25	32	33	30	31	34	31	33	32	35	35

Lampiran 8. Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)

Perlakuan	Pengukuran hari ke-										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K1	7	6,54	6,44	6,13	6,91	6,72	6,64	6,85	6,77	6,02	6,59
K2	6,6	6,57	7,04	6,11	6,76	6,84	6,63	6,79	6,64	5,95	6,68
K3	6,68	6,72	7,21	6,41	6,33	6,46	7,42	7,49	6,71	5,94	6,46
Rerata	6,76	6,61	6,90	6,22	6,67	6,67	6,90	7,04	6,71	5,97	6,58
A1	6,04	6,68	6,99	6,24	6,96	6,72	6,53	6,74	6,67	6,25	6,55
A2	6,41	6,63	7,08	6,13	6,85	6,7	6,67	6,54	6,3	6,09	6,65
A3	6,73	6,66	7,06	6,47	7	6,59	6,6	6,77	6,4	5,87	6,63
Rerata	6,39	6,66	7,04	6,28	6,94	6,67	6,6	6,68	6,46	6,07	6,61
B1	6,51	6,76	7,22	6,63	6,95	6,65	6,77	6,8	7,65	5,64	6,83
B2	7,12	6,68	7,22	6,34	6,86	6,7	6,76	6,79	6,65	6,12	6,76
B3	6,58	6,66	7,13	6,4	7,02	6,78	6,8	6,84	6,57	6,22	6,56
Rerata	6,74	6,7	7,19	6,46	6,94	6,71	6,78	6,81	6,96	5,99	6,72
C1	6,61	6,7	7,2	6,45	6,91	6,8	6,71	6,8	6,53	6,39	6,6
C2	6,32	6,42	7,22	6,61	6,61	6,72	6,77	6,79	6,47	6,33	6,62
C3	6,5	6,59	7,05	6,95	6,65	6,42	6,53	6,71	6,19	5,97	6,11
Rerata	6,48	6,57	7,16	6,67	6,72	6,65	6,67	6,77	6,40	6,23	6,44
D1	6,57	6,71	7,17	6,44	7,04	7,1	6,62	6,54	6,47	6,39	6,67
D2	6,81	6,74	7,1	6,36	6,93	6,67	6,54	6,74	6,53	6,2	6,22
D3	6,64	6,73	7,25	6,57	7,07	6,72	6,66	6,62	6,5	6,35	6,6
Rerata	6,67	6,73	7,17	6,46	7,01	6,83	6,61	6,63	6,5	6,31	6,50

Lampiran 9. Pengukuran Nitrat (mg/L) dan Fosfat (mg/L)

Perlakuan	Nitrat			Fosfat		
	Hari 0	Hari 7	Hari 10	Hari 0	Hari 7	Hari 10
K1	0,68	0,74	0,49	0,28	0,27	0,21
K2	0,73	0,84	0,67	0,25	0,25	0,17
K3	0,69	0,67	0,64	0,28	0,23	0,22
Rerata	0,7	0,75	0,6	0,27	0,25	0,2
A1	1,43	1,12	0,76	0,41	0,37	0,31
A2	1,25	1,08	0,61	0,35	0,33	0,14
A3	1,28	1,16	0,79	0,32	0,38	0,27
Rerata	1,32	1,12	0,72	0,36	0,35	0,24
B1	2,06	1,95	1,08	0,67	0,62	0,29
B2	2,25	1,93	1,27	0,71	0,64	0,46
B3	2,11	1,85	1,01	0,66	0,69	0,36
Rerata	2,14	1,91	1,12	0,68	0,65	0,37
C1	2,65	2,29	1,49	0,95	0,78	0,39
C2	2,67	2,31	1,22	0,9	0,82	0,45
C3	2,72	2,24	1,55	0,88	0,86	0,42
Rerata	2,68	2,28	1,42	0,91	0,82	0,42
D1	3,59	3,17	1,63	1,21	1,21	0,68
D2	3,48	3,21	2,4	1,28	1,09	0,77
D3	2,58	3,16	1,88	1,2	1,06	0,53
Rerata	3,55	3,18	1,97	1,23	1,12	0,66

Lampiran 10. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

a. Alat dan Bahan Penelitian



DO meter



pH pen



Refraktometer



Mikroskop



Haemocytometer



Sampel Penelitian

b. Pengamatan Harian

