

**PENGARUH LIMBAH CAIR TEMPE SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR
DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN**

Nanochloropsis sp.

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh:

SAIDAH SHOVIYAH

NIM. 105080100111001



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**PENGARUH LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMPE SEBAGAI PUPUK
ORGANIK CAIR DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
KELIMPAHAN *Nanochloropsis* sp.**

SKRIPSI

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

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

Oleh:

SAIDAH SHOVIYAH

NIM. 105080100111001



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

PERNYATAAN ORISINILITAS

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

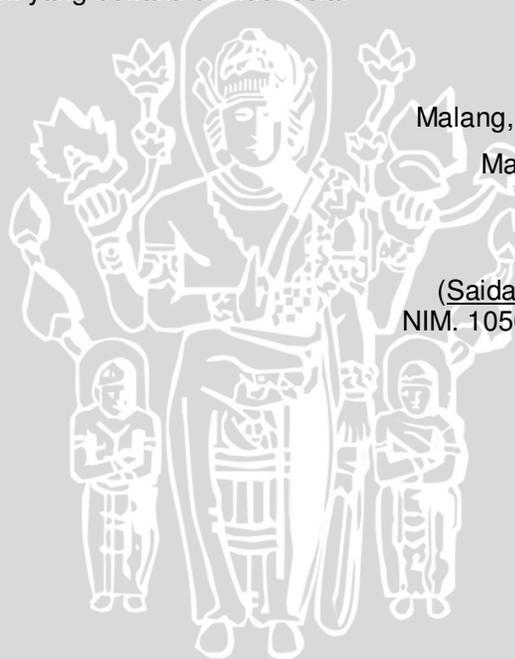
Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan dalam daftar pustaka penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 20 April 2015

Mahasiswa

(Saidah Shoviyah)

NIM. 105080100111001



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian ini dan Rasulullah Muhammad SAW, yang senantiasa memberi suri teladan yang baik bagi kehidupan di dunia dan nanti di akhirat
2. Sujud dan terima kasih yang dalam penulis persembahkan Kedua orang tua yaitu ayahanda Drs. H.Jamil,SH dan Ibu Dra. Hj. Nikmatul Izah, Kedua adik ku tersayang oni, Zaldi dan seluruh keluarga besar terima kasih atas do'a, semangat, kasih sayang dan dukungannya.
3. Ibu Ir. Hj.Kusriani, MP dan Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr.Ir. M. Musa, MS. dan Bapak Dr.Ir. M. Mahmudi, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dalam penulis Tugas Akhir.
5. Badzlina, Mbak Puput , Mbak Desi, Marsha, Lia terima kasih sudah menjadi sahabat teman rumpi dan teman seperjuangan.
6. Rekan-rekan MSP 2010,@Ultras MSP 2010, SALAM HUMANERA!! Terima kasih sudah diizinkan menjadi bagian dari keluarga ini.

Malang, 20 April 2015

Penulis

RINGKASAN

Saidah Shoviyah. Skripsi. Pengaruh Limbah Cair Tempe Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Nanochloropsis sp.* (Dibawah bimbingan **Ir. Kusriani, MP.** dan **Ir. Putut Widjanarko, MP**)

Pada dasarnya kegiatan suatu industri adalah mengolah masukan (input) menjadi keluaran (output). Keluaran yang dihasilkan suatu industri adalah berupa produk yang diinginkan beserta limbah. Limbah dapat bernilai ekonomis jika diperlakukan dengan cara-cara tertentu sehingga dapat dimanfaatkan dalam hal tertentu seperti penggunaan limbah sebagai pupuk. Limbah cair industri tempe merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan. Limbah tempe adalah salah satu limbah produksi yang memiliki kandungan organik tinggi, karena dalam limbah tempe terdapat unsur hara makro dan mikro, sehingga limbah tempe memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai alternatif penggunaan pupuk organik cair dalam upaya meningkatkan kelimpahan *nanochloropsis sp.*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang disusun secara acak lengkap tersarang dengan 5 perlakuan serta 3 kali ulangan. Konsentrasi pupuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah (0 mg/L), (0,5 mg/L), (1,0mg/L), (1,5 mg/L) dan (2,0 mg/L). Pengamatan dilakukan selama 8 hari untuk melihat pertumbuhan populasi *Nanochloropsis sp* terhadap pupuk organik Cair dari limbah tempe dengan dosis yang berbeda. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji BNT dengan derajat kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan rata-rata data secara signifikan. Parameter Kualitas air yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH dan Oksigen Terlarut (DO), Nitrat, dan orthofosfat.

Berdasarkan hasil penelitian untuk kualitas air pada media pertumbuhan *Nanochloropsis sp* menunjukkan kondisi dengan Kisaran yaitu suhu (27,0-32,5 °C), pH (7,31-8,44), DO (6,04-6,96 ppm), salinitas (28-36 ppt), nitrat (0,62-2,30 ppm), dan fosfat (0,23-1,43 ppm). Hasil penelitian untuk pertumbuhan kelimpahan *Nanochloropsis sp* pada 8 hari pengamatan yaitu pada konsentrasi 0 ml/L kelimpahan rata-rata *Nanochloropsis sp* yaitu $45,88 \times 10^3$ sel/ml. Pada konsentrasi 0,5 ml/L kelimpahan rata-rata *Nanochloropsis sp* $53,63 \times 10^3$ sel/ml. Pada konsentrasi 1,0 ml/L kelimpahan rata-rata *Nanochloropsis sp* $57,66 \times 10^3$ sel/L. Pada konsentrasi 1,5 ml/L kelimpahan rata-rata *Nanochloropsis sp* $58,48 \times 10^3$ sel/ml. Pada konsentrasi 2,0 ml/L kelimpahan rata-rata *Nanochloropsis sp* $65,22 \times 10^3$ sel/ml. Berdasarkan hasil sidik ragam pada pengaruh limbah tempe sebagai pupuk organik cair dengan dosis yang berbeda terhadap kelimpahan *Nanochloropsis sp* didapatkan adanya perbedaan nyata nilai F Hitung (1602,48) > F Tabel 5% (2,47) > F tabel 1% (3,56). Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai alternatif penggunaan pupuk organik cair dalam upaya meningkatkan kelimpahan *nanochloropsis sp*, dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelimpahan *nanochloropsis sp*.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah tempe sebagai pupuk organik cair. Penggunaan pupuk organik cair ini diharapkan dapat menambah ketersediaan unsur hara dan selanjutnya dapat meningkatkan kelimpahan plankton pada media budidaya. Dosis pupuk organik limbah tempe untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp.* yang baik adalah pada perlakuan D (2,0 mg/L).

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul. **Pengaruh Limbah Cair Tempe Dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Nanochloropsis sp.***. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi kajian.

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

Malang, 20 April 2015

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesa.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nanochloropsis sp.....	5
2.2 Siklus Hidup Nanochloropsis.....	7
2.3 Sifat dan Ekologi Nanochloropsis	9
2.4 Parameter Kualitas Air.....	9
2.4.1 Suhu.....	9
2.4.2 pH.....	10
2.4.3 Oksigen Terlarut.....	11
2.4.4 Salinitas.....	12



2.4.5 Nitrat.....	12
2.4.6 Ortofosfat.....	13
2.4.7 Cahaya.....	14
2.4.8 Aerasi.....	14
2.5 Nutrien.....	15
2.6 Limbah.....	16
2.7 Limbah Tempe.....	19
2.8 Pupuk Organik.....	21
3. MATERI DAN METODE.....	23
3.1 Materi Penelitian.....	23
3.2 Metode Penelitian.....	23
3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.4 Lokasi dan waktu.....	24
3.5 Rancangan Penelitian.....	24
3.6 Prosedur Penelitian.....	26
3.6.1 Kultur nanochloropsis sp.....	26
3.6.2 Sterilisasai alat dan media.....	26
3.6.3 Persiapan Penelitian.....	27
3.6.4 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.7 Anallisa Kualitas Air.....	29
3.8 Perhitungan Kelimpahan.....	31
3.9 Analisis Data.....	33
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Kelimpahan Nanochloropsis	35
4.2 Parameter Kualitas Air.....	40
4.2.1 Suhu.....	40
4.2.2 Oksigen Terlarut.....	41



4.2.3 Salinitas.....43

4.2.4 pH.....44

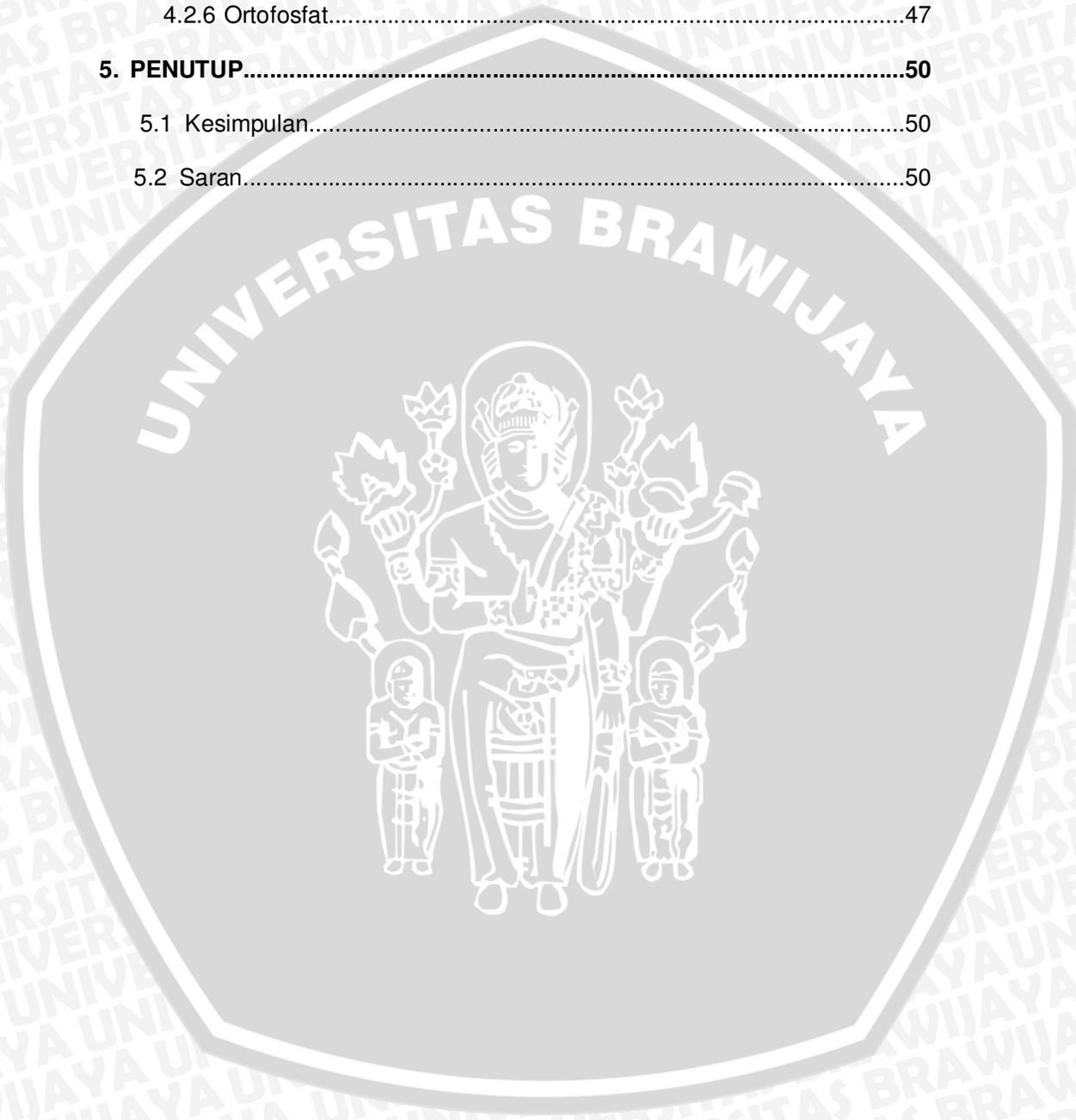
4.2.5 Nitrat.....46

4.2.6 Ortofosfat.....47

5. PENUTUP.....50

5.1 Kesimpulan.....50

5.2 Saran.....50



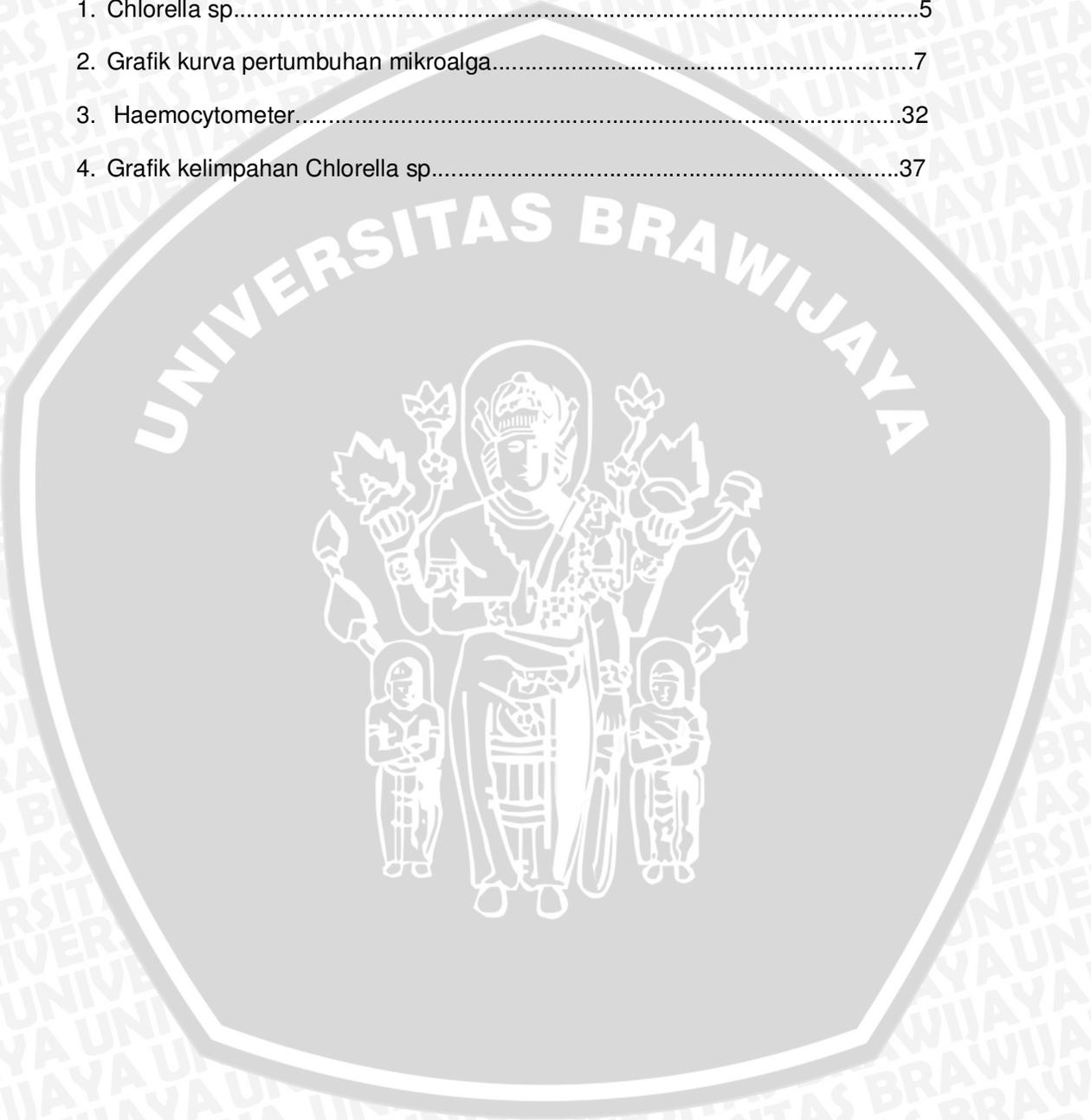
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Analisa Uji N,P,K,C	21
2. Hasil Analisa Uji Proksimat	2Error! Bookmark r
3. Perlakuan (Konsentrasi limbah cair industri tempe)	Error! Bookmark no
4. Analisis Ragam Rancangan Tersarang	Error! Bookmark no
5. Hasil Kelimpahan Chlorella sp.(sel/ml).....	35
6. Daftar analisis ragam kelimpahan Chlorella sp	Error! Bookmark no
7. Daftar hasil uji BNT	36
8. Data hasil analisis suhu (°C).....	41
9. Data hasil analisis oksigen terlarut (mg/L).....	42
10. Data hasil analisis salinitas (ppt)	Error! Bookmark no
11. Data hasil analisis pH	45
12. Data hasil analisis nitrat- -NO3 (mg/L)	46
13. Data hasil analisis fosfat-PO4 (ppm)	Error! Bookmark no



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Chlorella</i> sp.....	5
2. Grafik kurva pertumbuhan mikroalga.....	7
3. Haemocytometer.....	32
4. Grafik kelimpahan <i>Chlorella</i> sp.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
5. Data Hasil kelimpahan <i>Chlorella</i> sp.....	56
6. Data Hasil analisis ragam	57
7. Data Perhitungan uji BNT	57
8. Perhitungan Dosis.....	58
9. Data hasil pengukuran suhu (°C)	Err
or! Bookmark not defined.	
10. Data hasil pengukuran oksigen terlarut (mg/L).....	59
11. Data hasil pengukuran salinitas (ppt).....	60
12. Data hasil pengukuran pH	60
13. Data hasil pengukuran Nitrat –NO ₃	61
14. Data hasil pengukuran fosfat –PO ₄	61
15. Alat dan bahan.	Err
or! Bookmark not defined.2	
16. Data hasil uji proksimat.....	63
17. Data hasil analisa uji N,P,K,C	64
18. Data hasil uji N dan P	65
19. Data hasil uji nitrat dan fosfat.....	66
20. Dokumentasi penelitian.....	



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industrialisasi telah menyebabkan banyak perubahan dalam masyarakat, yang sebelumnya didominasi oleh masyarakat pedesaan dan pertanian menjadi masyarakat perkotaan dan tinggal sebagian kecil saja yang masih bekerja di pertanian. Kegiatan industri juga telah mendorong pertumbuhan ekonomi bagi sebagian masyarakat dengan meningkatnya pendapatan sehingga mendapatkan kesempatan yang lebih besar terhadap pendidikan dan peningkatan standar kehidupan yang lebih baik. Namun demikian ada harga yang harus dibayar yaitu berupa menurunnya kualitas lingkungan dan meningkatnya kebutuhan akan sumberdaya (Shoba,2006).

Air merupakan sumberdaya alam yang mempunyai fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya serta sebagai modal dasar dalam pembangunan. Perkembangan penduduk yang semakin meningkat sejalan dengan ketergantungan manusia terhadap air pun semakin besar, maka dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri dan kegiatan-kegiatan lainnya.

Pada dasarnya kegiatan suatu industri adalah mengolah masukan (input) menjadi keluaran (output). Keluaran yang dihasilkan suatu industri adalah berupa produk yang diinginkan beserta limbah. Limbah dapat bernilai ekonomis jika diperlakukan dengan cara-cara tertentu sehingga dapat

dimanfaatkan dalam hal tertentu seperti penggunaan limbah sebagai pupuk . Limbah ini dikeluarkan melalui media udara, air dan tanah yang merupakan komponen ekosistem alam (Shoba,2006).

Limbah merupakan buangan atau sesuatu yang tidak terpakai, dapat berbentuk cair, gas dan padat (Putra, 2011).Limbah yang dikeluarkan oleh suatu industri tidak semuanya merugikan tetapi limbah ini juga bermanfaat bilamana diperlakukan pengelolaan secara tepat. Dilihat dari kandungan limbah dapat digunakan sebagai sumber unsur hara sumber unsur hara bagi pertumbuhan fitoplankton. Limbah cair industri tempe merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan. Industri tempe banyak mengandung bahan organik dan padatan terlarut. Limbah tempe adalah salah satu limbah produksi yang memiliki kandungan organik tinggi, karena dalam limbah tempe terdapat unsur hara makro dan mikro, sehingga limbah tempe memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik. Dari hasil uji proksimat dan uji N.P.K.C pada limbah cair tempe yaitu Protein 0,26 %, Karbohidrat 1,14 %, abu 0,36%, Nitrat 38,51 ppm, Orthopospat 6,98 ppm, Kalium 0,02 %, karbon 0,0203 %.

Pupuk merupakan suatu bahan yang diberikan sehingga dapat mengubah keadaan fisik, kimiawi, dan hayati dari tanah sehingga sesuai dengan tuntutan pemupukan. Pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil panen (Sarief, 1989).

Nannochloropsis sp merupakan fitoplankton yang berukuran mikroskopik yaitu antara 2-4 nm, berwarna hijau dan memiliki 2 flagel, *N. oculata* memiliki kloroplas dan nukleus yang dilapisi membran. Kloroplas ini memiliki *stigma* (bintik mata) yang sensitif terhadap cahaya dan yang paling khas dari

organisme ini adalah memiliki dinding sel yang terbuat dari komponen selulosa Adehong dan Kevin Fitz Simon (2001) dalam Meritasari *et al.*, (2010)

1.2 Rumusan Masalah

Perkembangan dunia industri tidak hanya memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat tetapi juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar akibat tidak terkelolanya limbah industri dengan baik. Pemanfaatan berbagai limbah menjadi pupuk organik merupakan salah satu upaya untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan, dengan bahan organiknya yang tinggi, limbah dapat bertindak sebagai sumber organik makanan oleh pertumbuhan fitoplankton. Unsur – unsur kimia yang ada dapat sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman. Limbah cair industri tempe adalah salah satu limbah produksi yang memiliki kandungan organik tinggi, karena dalam limbah tempe terdapat unsur hara makro dan mikro, sehingga limbah tempe memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik. Dari kandungan unsur hara yang ada, limbah cair industri tempe masih bisa digunakan sebagai alternatif dalam pemupukan. Pemupukan dilakukan sebagai upaya penyedia unsur hara bagi fitoplankton. Dari uraian diatas dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

- Apakah limbah cair Industri tempe baik digunakan sebagai pupuk organik cair yang mampu meningkatkan kelimpahan *nanochloropsis sp.*?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai alternatif penggunaan pupuk organik cair dalam upaya meningkatkan kelimpahan *nanochloropsis sp.*

1.4 Hipotesa

Ho :diduga pemberian limbah cair industri tempe sebagai pupuk organik cair tidak berpengaruh terhadap kelimpahan *nanochloropsis sp.*

H₁ :diduga pemberian pupuk limbah cair industri tempe sebagai pupuk organik cair berpengaruh terhadap peningkatan kelimpahan *Nanochloropsis sp.*

1.5 Manfaat Penelitian

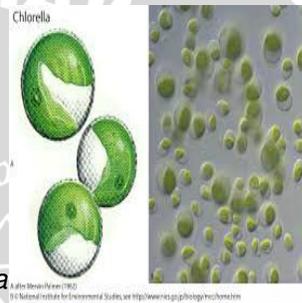
Dari hasil penelitian ini, diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut: dapat memberi informasi, menambah pengetahuan dan wawasan tentang pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai pupuk organik cair. Sumber informasi keilmuan dan dasar untuk penulisan ataupun penelitian lebih lanjut tentang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

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Nanochloropsis* sp.

Adehoog *et al.* (2001) dalam Resmawati *et al* (2010) , mengemukakan bahwa secara sistematis klasifikasi *N. oculata* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Protista
Super devisi	: Eukaryotes
Divisi	: Heterokontophyta
Kelas	: Eustigmatophyceae
Genus	: <i>Nanochloropsis</i>
Spesies	: <i>Nanochloropsis oculata</i>



(Zipcodezoo,2

014)

Nanochloropsis sp., di sisi lain, adalah ganggang hijau uniseluler, berbentuk bulat, dengan diameter sekitar 2-5 μ m, termasuk dalam kelas eustigmatophyceae. *Nanochloropsis* sp. memainkan peran penting dalam sistem rantai makanan, dan juga sering digunakan sebagai pakan alami, oleh karena itu secara luas dibudidayakan di pembenihan ikan dan budidaya udang (GWO, Chiu, Chou & Cheng, 2005 dalam Goh *et al.*, 2010).

Nanochloropsis sp. memiliki kloroplas dan nukleus yang dilapisi membran. Kloroplas memiliki stigma (bintik mata) yang bersifat sensitif terhadap cahaya. Sel *Nanochloropsis* sp. berwarna kehijauan dengan ukurannya kecil dengan diameter 2-4 μ m dan berbentuk bulat memanjang. Dinding sel *Nanochloropsis* sp. terbuat dari selulosa yang kuat termasuk kedalam golongan karbohidrat kompleks yang bermanfaat untuk mengikat zat-

zat toksik sehingga dapat dikeluarkan dari dalam tubuh serta mempunyai kemampuan mengikat aktivitas sistem kekebalan tubuh .

N. oculata merupakan sel yang mempunyai ciri-ciri berwarna kehijauan, tidak motil, dan tidak berflagel. Sel *N. oculata* berbentuk bola berukuran 4-6 μm . kegunaan mikroalga *N.oculata* secara komersial antara lain sebagai bahan makanan, energi biomass, pupuk pertanian, dan industri farmasi karena mikroalga ini mengandung protein, karbohidrat, lipid,dan berbagai macam mineral serta senyawa-senyawa potensial antibiotik (Sukenik *et al.*, 1989).

Menurut Eyster (1978) menyatakan bahwa konsentrasi unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Nanochloropsi* baik makrounsur hara dan mikrounsur hara ditetapkan menjadi tiga yaitu konsentrasi minimum, maksimum, dan optimum. Eyster (1978) mengemukakan bahwa unsur hara yang dibutuhkan oleh *Nanochloropsis* sp. Berupa makrounsur hara dan mikrounsur hara. Makrounsur hara terdiri dari, N, P, K, Si dan Ca sedangkan mikrounsur hara terdiri dari Fe, Mo, Cu, Mn, Zn dan Co. Unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *nanochloropsis* antara lain N (0,14-0,7 g/l) dan P (0,015-0,62 g/l). Kebutuhan unsur makro unsur hara dan mikro unsur hara dalam kultur *Nannochloropsis sp* harus tercukupi untuk pertumbuhan yang optimal terutama unsur N dan P yang berfungsi untuk pembentukan klorofil dan keperluan fotosintesis (Sumarlinah, 2000).

N. oculata merupakan spesies yang hidup di perairan dengan kelimpahan nutrisi tinggi pada daerah pesisir dan estuary. Beberapa spesies dari *Nannochloropsis* sptermasuk kelas *eustigmatophyceae* biasanya digunakan untuk kegiatan budidaya pada hatchery yang bertujuan sebagai langkah awal untuk rantai makanan.(Sen *et all*, 2005).

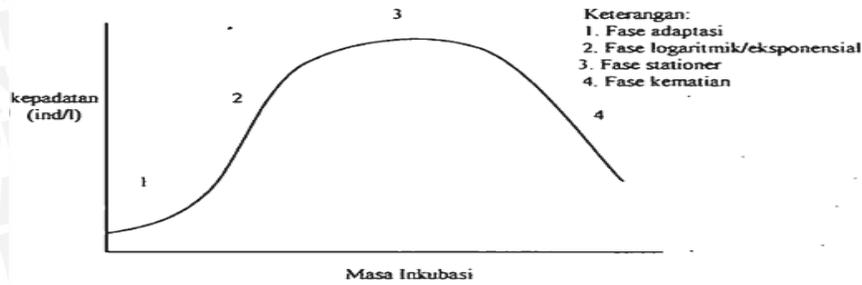
Spesies *Nannochloropsis* telah digunakan selama beberapa dekade untuk menghasilkan Nutraceuticals dan suplemen pakan. Beberapa spesies *Nannochloropsis* telah mendapatkan perhatian lebih baru-baru ini karena organisme ini memiliki kandungan yang kaya akan minyak sehingga menjanjikan atau dapat digunakan alternatif sebagai alga sumber biofuel (Weeks, 2011).

2.2 Siklus Hidup *Nannochloropsis sp.*

Reproduksi *nannochloropsis sp.* adalah aseksual dengan pembentukan autospora yang merupakan bentuk miniatur dari sel induk. Tipe sel induk (*parent cell*) akan membelah menjadi 4,8, atau 16 autospora yang kelak akan menjadi sel-sel anak (*daughter cell*) dan melepaskan diri dari induknya (Bold dan Wynne, 1985). Menurut Kumar dan Singh (1979), proses reproduksi *Nannochloropsis sp.* dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu:

- Tahap pertumbuhan, pada tahap ini sel *Nannochloropsis sp.* tumbuh membesar
- Tahap pemasakan awal saat terjadi peningkatan aktivitas sintesa yang merupakan persiapan awal pembentukan spora
- Tahap pemasakan akhir, pada tahap ini autospora terbentuk.
- Tahap pelepasan autospora, dinding sel induk akan pecah dan diikuti oleh pelepasan autospora yang akan tumbuh menjadi sel induk muda.

Pertumbuhan *nannochloropsis sp.* dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Kurva pertumbuhan mikroalga disajikan pada Gambar 2. sebagai berikut :



1. Fase Persiapan Pertumbuhan atau Adaptasi

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

2. Fase Logaritmik atau Eksponensial

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

3. Fase Stationer

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

4. Fase Kematian

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

Menurut Mara (1976) dalam Shofi (1999) terdapat delapan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan alga yaitu cahaya, suhu, unsur hara organik, pengapuran penenggelaman dan grassing. Pertumbuhan alga dirangsang oleh nitrat dan fosfat. Umumnya *Nanochloropsis* sp. bersifat planktonis yang melayang di dalam perairan, namun beberapa jenis *Nanochloropsis* sp. juga ditemukan mampu bersimbiosis dengan hewan lain misalnya *Hydra* dan beberapa *ciliate* air tawar seperti *Paramecium bursaria* (Dolan, 1992).

2.3 Sifat dan Ekologi *Nanochloropsis* sp

N. oculata bersifat kosmopolit yang dapat tumbuh dimana-mana, kecuali pada tempat yang sangat kritis bagi kehidupan. Algae ini tumbuh pada salinitas 0-35 ppt dengan suhu perairan berkisar 25-30 °C merupakan kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan algae ini. *N. oculata* bereproduksi secara aseksual dengan pembelahan sel, tetapi juga dapat dengan permisahan autospora dari sel induknya (Isnansetyo dan Kurniastuti, 1995).

Meritasari *et al.*, (2010), menyatakan *Nanochloropsis* sp yang dikultur pada berbagai tempat menunjukkan bahwa *Nanochloropsis* sp dapat tumbuh di berbagai lokasi manapun seperti *cool room*, *warm room*, *under the roof* dan (*direct sun light*).

2.4 Parameter Kualitas Air Pendukung

2.4.1 Suhu

Peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat. Namun peningkatan suhu ini disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan

proses metabolisme dan respirasi. Selain itu peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003). Peningkatan suhu berpengaruh terhadap tingkat penyerapan, karena suhu berkaitan dengan proses metabolisme dan fotosintesis. Menurut Ikawati *et al.*, (2013) dalam 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 Saeni (1989) dalam Alfa (2003), umumnya suhu limbah lebih tinggi dari suhu air penerima, sehingga pengaruh kenaikan suhu tersebut mengakibatkan cepatnya reaksi kimia, mengurangi kelarutan gas, memperhebat rasa dan bau, mempercepat pertumbuhan tanaman pengganggu dan jamur dan menaikkan mortalitas organisme perairan. Setiap tanaman memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan yang baik.

2.4.2 pH

Perairan tawar memiliki pH 6.0-9.0, adanya karbonat, hidroksida dan bikarbonat akan menaikkan kebasaaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat dapat menaikkan keasaman air. Mengingat nilai pH ditentukan oleh interaksi berbagai zat dalam air termasuk zat-zat yang secara kimia maupun biokimia tidak stabil, maka pengukuran pH dilakukan secara *in situ* tanpa diawetkan terlebih dahulu (Alfa, 2003).

Derajat keasaman (pH) merupakan ukuran dalam kandungan ion H^+ yang menunjukkan bahwa jika suatu perairan bersifat sangat asam maupun sangat basa maka akan mempengaruhi proses metabolisme dan respirasi organisme (Rosnah 2012 dalam Ikawati *et al.*, 2013). Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai Ph sekitar

7- 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Efendi, 2003).

2.4.3 Oksigen Terlarut

Menurut Saeni (1989) dalam Alfa (2003), Oksigen sering merupakan zat kunci dalam menentukan macam dan keberadaan kehidupan di dalam air. Tanpa adanya O_2 terlarut pada konsentrasi tertentu, banyak jenis organisme akuatik tidak akan pernah ada di dalam air. Oksigen terlarut dalam air digunakan oleh jasad renik untuk menghancurkan bahan-bahan organik. Selain itu O_2 terlarut juga berperan dalam proses respirasi berbagai organisme perairan (Kordi dan Tancung, 2007).

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 $0^\circ C$ dan 8 mg/l pada suhu $25^\circ C$ sedangkan di perairan laut berkisar antara 11 mg/l pada suhu $0^\circ C$ dan 7 mg/l pada suhu $25^\circ C$. Kadar oksigen terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/l (Effendi, 2003).

2.4.4 Salinitas

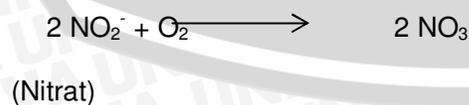
Salinitas merupakan nilai yang menunjukkan jumlah garam-garam terlarut dalam satuan volume air. Salinitas merupakan salah satu faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Fitoplankton laut sangat ekstrim dalam mentolerir perubahan salinitas (Ekawati, 2005).

Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitasnya, akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Biota yang

hidup di air asin harus mampu menyesuaikan dirinya terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya. Penyesuaian ini memerlukan banyak energi yang diperoleh dari makanan dan digunakan untuk keperluan tersebut (Boyd, 1982).

2.4.5 Nitrat

Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Bahri, 2006). Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan unsur harat utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang yang mendapatkan energi dari proses kimiawi (Effendi, 2003).

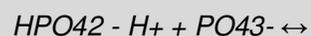
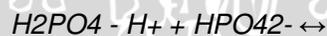
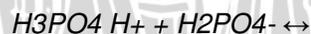


2.4.6 Orthofosfat

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

Fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer $H_2PO_4^-$ atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah (Engelstad, 1997). Pada pH lebih rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder yang lebih banyak diserap oleh tanaman (Hanafiah, 2005).

Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman, sedangkan polifosfat harus terlebih dahulu mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Reaksi ionisasi asam ortofosfat adalah sebagai berikut :



Semua polifosfat mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat. Perubahan ini tergantung pada suhu. Pada suhu yang mendekati titik didih, perubahan polifosfat menjadi ortofosfat berlangsung cepat. Kecepatan ini meningkat dengan menurunnya nilai pH. Perubahan polifosfat menjadi ortofosfat pada air limbah yang mengandung bakteri berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan perubahan yang terjadi pada air bersih (Effendi, 2003).

2.4.7 Cahaya

Alga merupakan salah satu organisme yang memanfaatkan cahaya sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis. Dalam pertumbuhan selnya, juga membutuhkan nitrogen dan karbon sebagai sumber nutrisi. Tetapi, perbandingan nitrogen dan karbon yang dibutuhkan tiap organisme berbeda, tergantung pada lingkungan hidupnya. Cahaya akan mempengaruhi pertumbuhan mikroalga karena merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis. Energi sinar matahari untuk proses fotosintesis tergantung pada panjang gelombang, intensitas, dan waktu atau lamanya penyinaran (Wijaksono, 2008)

2.4.8 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). Menurut Rostini (2007), aerasi diberikan secara terus menerus mulai penebaran bibit sampa ipercobaan 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.

Aerasi mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam kultur. Karena prinsip aerasi adalah mentransfer oksigen dari udara agar terlarut dalam air. Sehingga secara menyeluruh aerasi dapat meningkatkan oksigen dalam air

dan mampu menguapkan senyawa atau bahan yang menyebabkan bau atau rasa yang tidak diinginkan oleh perairan (Pradana, 2012).

2.5 Unsur Hara

Fitoplankton memerlukan unsur hara tertentu untuk menunjang pertumbuhannya. Unsur harat yang dibutuhkan terdiri dari makro unsur harat yang meliputi C,H,O,N,S, P, K, Ca, Mg, dan S sedangkan mikro unsur harat 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). Setiap unsur hara baik mikro maupun makro mempunyai fungsi khusus pada *Nanochloropsis* sp. dan dicerminkan pada pertumbuhannya tanpa mengabaikan pengaruh keadaan lingkungan. Misalnya unsur N, P,dan S penting guna pembentukkan protein, K berfungsi dalam proses metabolisme karbohidrat. Unsur Fe dan Na berperan dalam pembentukkan chlorophyll, sedangkan unsur Si dan Ca penting di dalam pembentukkan sel (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.6 Limbah

Air limbah merupakan air buangan dari sisa kegiatan domestik, industri, rumah tangga serta buangan lainnya. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 *dalam* Apriyadi (2008), air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman (*real estate*), rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya dikenal dengan limbah B-3, yang dinyatakan sebagai bahan dalam jumlah relatif sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumber daya (Muthawali, 2013).

Menurut Sugiharto (1987) dalam Apriyadi (2008), limbah organik merupakan limbah yang mengandung bahan-bahan seperti karbohidrat, protein, lemak, minyak, detergen, atau surfaktan. Pada umumnya kandungan bahan organik yang dijumpai dalam air limbah terdiri dari 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lainnya berupa lemak atau minyak. Limbah anorganik berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diuraikan dan tidak dapat diperbaharui. Menurut Yazied (2009), penggolongan karakteristik air limbah adalah sebagai berikut:

- **Sifat Fisik**

1. Kandungan Zat Padat

Air dikatakan keruh jika air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini antara lain yaitu : tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya. Kekeruhan biasanya disebabkan karena butiran halus yang melayang.

2. Bau

Air limbah yang mengalami proses degradasi akan menghasilkan bau. Hal ini disebabkan karena adanya zat organik terurai secara tak sempurna dalam air limbah. Selain itu juga bau timbul karena adanya aktifitas mikroorganisme yang menguraikan zat organik atau reaksi kimia yang terjadi dan menghasilkan gas tertentu. Bau biasanya timbul pada limbah yang sudah lama, tetapi juga ada yang muncul pada limbah baru. Hal ini dikarenakan sumber pencemar yang berbeda. Senyawa-senyawa yang menghasilkan bau antara lain : NH_3 dan Hidrogen Sulfida (H_2S).

3. Warna

Berdasarkan sifat-sifat penyebabnya, warna dalam air dibagi menjadi 2 jenis, yaitu warna sejati dan warna semu. Warna sejati disebabkan oleh koloida-koloida organik atau zat-zat terlarut. Sedang warna semu disebabkan oleh suspensi partikel-partikel penyebab kekeruhan. Warna juga merupakan ciri kualitatif untuk mengkaji kondisi umum air limbah. Jika coklat, umur air kurang dari 6 jam. Warna abu-abu muda sampai abu-abu setengah tua tandanya air sedang mengalami pembusukan oleh bakteri. Jika abu-abu tua hingga hitam berarti sudah busuk akibat bakteri. Air yang berwarna dalam batas tertentu akan mengurangi segi estetika dan tidak dapat diterima oleh masyarakat.

4. Temperatur

Suhu dari air limbah sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kimia dan tata kehidupan dalam air. Proses pembusukan terjadi pada suhu tinggi serta tingkat oksidasi yang juga lebih besar. Pengukuran suhu penting karena pada umumnya instalasi pengolahan air limbah meliputi proses biologis yang bergantung suhu.

- **Sifat Kimia**

Berdasarkan bahan yang dikandungnya, sifat kimia air limbah digolongkan menjadi:

1. Senyawa Organik

Air limbah pada umumnya mengandung senyawa organik 40% total padatan yang tersusun dari unsur – unsur seperti: H, O, N, P dan S yang bentuknya berupa senyawa protein, karbohidrat, lemak, minyak, detergen dan pestisida.

2. Senyawa Anorganik

Keberadaan komponen-komponen anorganik dalam air limbah perlu mendapat perhatian dalam menempatkan kualitas air limbah sebagai bahan buangan karena keberadaan bahan-bahan organik ini tidak menutup kemungkinan terkandung racun yang menambah beban dan potensi bahaya air limbah. Air yang mengandung bahan kimia yang berbahaya dapat merugikan kehidupan manusia, hewan dan binatang. Bahan organik terlarut dapat menghasilkan oksigen dalam air serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada air.

- **Sifat Biologi**

Keberadaan mikroorganisme dalam air limbah dapat membantu proses pengolahan sendiri. Namun bila mikroorganisme dalam air limbah tidak sesuai dengan ketentuan yang ada, akan menimbulkan gangguan bagi lingkungan.

Setiap limbah perlu dikarakteristik terlebih dahulu sebelum rancangan proses dimulai. Sifat limbah cair yang perlu diketahui adalah volume aliran, konsentrasi organik, karakteristik dan toksisitas. Tingkat bahaya keracunan yang disebabkan oleh limbah juga bergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

Berdasarkan sumber atau asal limbah, maka limbah dapat dibagi kedalam beberapa golongan yaitu :

- 1) Limbah *domestic*, yaitu semua limbah yang berasal dari kamar mandi, dapur, tempat cuci pakaian, dan lain sebagainya, yang secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik baik padat maupun cair, bahan berbahaya dan beracun (B-3), garam terlarut, lemak.

- 2) Limbah *nondomestic*, yaitu limbah yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, dan transportasi serta sumber-sumber

lainnya. Limbah pertanian biasanya terdiri atas pestisida, bahan pupuk dan lainnya (Kristianto,2002).

2.7 Limbah Tempe

Tempe adalah salah satu hasil pangan dari Indonesia, dimana dalam proses pembuatannya dengan cara fermentasi dari kacang kedelai atau kacang-kacang yang lainnya yang dapat difermentasikan dengan *Rhizopus oligosporus*. Kedelai merupakan bahan yang bermanfaat. Tempe sudah diakui mempunyai peran yang besar dalam usaha meningkatkan gizi masyarakat terutama bagi golongan menengah kebawah. Disamping itu industri tempe yang sebagian besar masih merupakan industri rumah tangga dan dikerjakan secara tradisional, telah mampu menyerap banyak tenaga kerja.

Proses produksi tempe, memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Limbah yang diperoleh dari proses proses tersebut diatas dapat berupa limbah cair maupun limbah padat. Sebagian besar limbah padat yang berasal dari kulit kedelai, kedelai yang rusak dan mengambang pada pencucian serta lembaga yang lepas pada waktu pelepasan kulit, sudah banyak yang dimanfaatkan untuk makanan ternak. Limbah cair berupa air bekas rendaman kedelai dan air bekas rebusan kedelai masih dibuang langsung diperairan disekitarnya (Anonim, 1989). Pada proses pembuatan tempe diperlukan proses perebusan kedelai selama kurang lebih setengah jam kemudian dilakukan perendaman kedelai selama satu malam dan proses fermentasi selama dua hari.

Komposisi protein, lemak, dan karbohidrat tempe tidak banyak berubah dibandingkan dengan kedelai, namun karena adanya enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang tempe, maka protein, lemak, dan karbohidrat pada

tempe menjadi lebih mudah dicerna di dalam tubuh dibandingkan yang terdapat dalam kedelai (Bastian,2010). Proses produksi pada industri tempe sebagian besar menghasilkan limbah cair yang berasal dari lokasi pemasakan kedelai, pencucian kedelai. Karakter limbah cair yang dihasilkan berupa bahan organik padatan tersuspensi (kulit, selaput lendir dan bahan organik lain). Salah satu cara pengolahan limbah cair rebusan kedelai adalah dengan menjadikannya sebagai pupuk cair (Fratama,2013).

Limbah pengolahan tempe yang berasal dari bahan baku kacang kedelai, baik berupa kupasan kulit ari kacang kedelai juga limbah cair berupa air rebusan dapat dimanfaatkan untuk bahan makanan ikan. Nilai gizi limbah pengolahan tempe lebih tinggi dibanding ampas tahu. Nilai gizi yang terkandung adalah protein 8,66%; lemak 3,79%; air 51,63% (Anonymous, 2008)

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

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

Senyawa Kimia	Kadar	Satuan
N	38,51	ppm
P	6,98	ppm
K	0,02	%
C	0,02	%

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

Tabel 2. Hasil analisa uji proksimat

Parameter	Hasil	Satuan

Protein	0,26	%
Lemak	0	%
Air	97,97	%
Abu	0,36	%
Karbohidrat	1,41	%

2.8 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan hasil akhir dan atau hasil antara dari perubahan atau peruraian bagian dari sisa-sisa tanaman dan hewan. Misalnya bungkil, guano, tepung tulang dan sebagainya. Karena pupuk organik berasal dari bahan organik yang mengandung segala macam unsur maka pupuk ini pun mengandung hampir semua unsur (baik makro maupun mikro). Hanya saja, ketersediaan unsur tersebut biasanya dalam jumlah yang sedikit. Pupuk organik diantaranya ditandai dengan ciri-ciri :

- Nitrogen terdapat dalam bentuk persenyawaan organik sehingga mudah dihisap tanaman.
- Tidak meninggalkan sisa asam anorganik didalam tanah.
- Mempunyai kadar persenyawaan C organik yang tinggi, misalnya hidrat arang (Murbandono, 2000).

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

sampah rumah tangga, kotoran ternak (sapi, kambing, ayam), arang sekam, dan abu dapur (Deptan, 2006).

Syarat-syarat yang dimiliki pupuk organik, yaitu :

- a. Zat N atau zat lemasnya harus terdapat dalam bentuk persenyawaan organik, jadi harus mengalami peruraian menjadi persenyawaan N yang mudah dapat diserap oleh tanaman.
- b. Pupuk tersebut dapat dikatakan tidak meninggalkan sisa asam organik didalam tanah.
- c. Pupuk organik tersebut seharusnya mempunyai kadar persenyawaan C organik yang tinggi, seperti hidrat arang (Sutejo, 1990).



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan limbah cair industri tempe sebagai pupuk organik cair terhadap kelimpahan *Nanochloropsis* serta analisis kualitas air sebagai parameter pendukung. Analisis tersebut terdiri dari parameter fisika yang meliputi suhu dan salinitas. Parameter kimia yang meliputi suhu, derajat keasaman (pH), DO, CO₂, Nitrat dan Phospoat.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Tersarang. Menurut Hanafiah (2008), percobaan adalah suatu tindakan coba-coba "*trial*" yang dirancang untuk menguji "*validity*" dari hipotesis yang diajukan. Percobaan merupakan suatu alat penelitian yang digunakan untuk menyelidiki sesuatu yang belum diketahui atau untuk menguji suatu teori atau hipotesis. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemberian limbah cair industri tempe sebagai pupuk organik cair terhadap kelimpahan nanochloropsis. Dengan pemberian konsentrasi yang berbeda berdasarkan kandungan N yang dibutuhkan plankton yaitu : A (0,5 mg/L), B (1,0 mg/L), C (1,5 mg/L), D

(2,0 mg/L). Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil dua macam sumber data yaitu data primer dan data sekunder.

- a. Dalam penelitian ini data primer diperoleh dari data hasil pengamatan terhadap kelimpahan *nanochloropsis*. Baik yang diberi perlakuan dengan dosis yang berbeda dan kontrol. Selain itu dilakukan juga pengamatan parameter kualitas air yang menunjang kehidupan *nanochloropsis*. Parameter kualitas air yang diamati adalah suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, Nitrat, Fosfat.
- b. Dalam penelitian ini data sekunder didapatkan dari jurnal, majalah, internet, buku-buku serta instansi pemerintahan yang terkait guna menunjang keberhasilan penelitian ini.

3.3 Alat dan Bahan

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

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, pada tanggal 6 -15 Januari 2015. Pengamatan kualitas air dilakukan selama 2 hari sekali.

3.5 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan pola tersetarang karena dalam penelitian ini semua kondisi baik bahan, media maupun lingkungannya dibuat sehomogen mungkin (Hanafiah, 2008). Untuk mengetahui perbedaan waktu pengamatan dan pengaruh perbedaan dosis pupuk organik dari limbah tempe menggunakan rancangan bersarang

maka untuk membandingkan dan mendapati perlakuan terbaik dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Model linear rancangan acak lengkap tersarang adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + T_{j(i)} + \epsilon_{k(ij)} \quad i=1,2,\dots,a$$

$$J=1,2,\dots,b$$

$$K=1,2,\dots,c$$

Dimana :

Y_{ijk} : Nilai pengamatan level ke- j yang bersarang dalam level ke-l pada ulangan ke-k

μ : rata-rata

G_i : efek perlakuan ke i

$T_{j(i)}$: efek waktu j yang ada dalam perlakuan i

$\epsilon_{(ij)k}$: Galat percobaan untuk ulangan ke-k pada faktor B level ke-j yang bersarang pada faktor A level ke-i

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

Berdasarkan nilai kandungan nitrat yang di uji pada limbah cair industri tempe sebesar 38,51 ppm. Menurut Mackenthum (1969) dalam Tambaru (2008), Pertumbuhan fitoplankton memerlukan kandungan nitrat berkisar 0,9 – 3,5 mg/l).

Tabel 3. Perlakuan (Konsentrasi limbah cair industri tempe)

Perlakuan dan ulangan			Konsentrasi (mg/l)
K1	K2	K3	0
A1	A2	A3	0,5
B1	B2	B3	1,0

C1	C2	C3	1,5
D1	D2	D3	2,0

Keterangan :

K adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair tempe 0 mg/l

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

B adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair tempe 1,0 mg/l

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

D adalah perlakuan dengan konsentrasi limbah cair tempe 2,0 mg/l

1,2,3 adalah ulangan percobaan

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Kultur *Nanochloropsis sp.*

Lama kultur dilakukan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang menunjukkan pertumbuhan maksimal dari *nanochloropsis sp.*. Adapun parameter yang diamati yaitu fisika meliputi suhu dan salinitas, kimia meliputi pH, DO, nitrat, fosfat, dan biologi meliputi laju pertumbuhan kelimpahan *nanochloropsis sp.*

3.6.2 Sterilisasi Alat dan Media

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

a. Sterilisasi Alat

Langkah-langkah yang dilakukan pada sterilisasi alat antara lain (Modul Praktikum Mikrobiologi laut, 2013) :

- Bungkus rapi alat yang akan disterilisasi dengan kertas pembungkus
- Buka tutup Autoclave, masukkan aquadest ke dalam autoclave hingga penanda batas air
- Tempatkan alat dan bahan ke dalam autoclave, susun rapi. Tutup autoclave

- Autoclave dinyalakan dan tunggu hingga suhu mencapai 121°C dan tekanan sebesar 1 atm/15 lb (kondisi sterilisasi), jangan lupa menutup katup uap autoclave
- Mulai sterilisasi 15-20 menit. Setelah selesai, matikan autoclave dan buka katup uap autoclave
- Tunggu hingga tekanan turun hingga 0 atm (suhu agak dingin), buka secara hati-hati penutup autoclave. Keluarkan alat dan bahan dari dalam autoclave.

b. Sterilisasi Air Laut sebagai Media Kultur

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

- Dituang air laut ke dalam tandon atau baik
- Diberi clorin 1ml/l.
- Diberi aerasi dan dibiarkan selama 24 jam
- Diberi Na-tiosulfat untuk menetralkan clorin
- Ditetesi clorin tes untuk mengetahui kandungan chlorin pada air laut, jika berwarna kuning menandakan kandungan clorin masih banyak dan jika bening maka air laut siap digunakan

3.6.3 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan Penunjang Lainnya

Menyiapkan 15 toples dengan volume 5 liter dan peralatan penunjang lainnya yang sudah disterilisasi.

b. Persiapan Media *Nanochloropsis sp.*

1. Menyiapkan 15 toples dengan volume 5 liter yang telah steril

2. Menyiapkan media untuk kultur *nanochloropsis sp.* menggunakan volume 5 liter air laut
3. Memasukan pupuk Limbah Cair industri tempe yang diberi bakteri pengurai EM 4 bertujuan untuk proses mineralisasi bahan organik menjadi an-organik didiamkan selama 3 hari
4. Memasukkan bibit *nanochloropsis sp.* dengan kepadatan 2×10^3 sel/ml

c. Persiaan Bibit *Nanochloropsis sp.*

Bibit *Nanochloropsis sp.* yang diambil dari stok dihitung kepadatan tebarnya dengan rumus menurut Kurniasih (2001) :

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

Keterangan : N1 : Kepadatan awal

V1 : Volume stok awal

N2 : Kepadatan kultur yang dihendaki

V2 : Volume kultur yang dihendaki

3.6.4 Pelaksanaan Penelitian

1. Meletakkan secara acak masing-masing toples sesuai perlakuan
2. Memasukan media air laut kesetiap toples
3. Menambahkan limbah cair industri tempe kesetiap toples dengan konsentrasi yang sudah ditentukan. Proses selanjutnya diberi aerasi selama 24 jam.
4. Setelah media diaerasi selama 24 jam, dilakukan penebaran bibit *nanochloropsis sp.* dengan kepadatan 2×10^3 sel/ml yaitu 16 ml bibit dari perhitungan :

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

$$(59 \times 10^4) \times V1 = (2 \times 10^3) \times 5000 \text{ ml}$$

$$V1 = 16,95 \text{ ml}$$

5. Mengamati pertumbuhan mikroalga dimulai dari hari pertama penebaran
6. Mengamati parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, phosfat

3.7 Analisa Kualitas Air

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

A. pH (SNI, 2004)

1. Menyiapkan pH paper atau pH pen.
2. Menstandarisasi terlebih dahulu pH pen sebelum digunakan dengan aquades.
3. Masukkan pH pen ke dalam air dan kemudian lihat angka pada layar pH pen. Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH pen
4. Setelah dipakai segera standarisasi kembali.

B. Suhu (SNI, 2004)

Langkah-langkah untuk mengukur suhu adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan Thermometer Hg ke dalam perairan dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa di dalam Thermometer Hg menunjukkan skala tertentu.
2. Mencatat skala yang ditunjukkan oleh thermometer Hg dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.

3. Membaca skala pada Thermometer Hg saat masih berada di dalam perairan dan jangan sampai tangan menyentuh bagian tubuh Thermometer.

C. Salinitas(Kordi dan Tancung, 2007):

Pengukuran salinitas 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

D. Dissolved Oxygen (DO) (Suprpto,2011)

Alat yang digunakan adalah DO meter cara untuk mengukur DO yaitu :

1. Menekan tombol power dan dibiarkan $\pm 3 - 5$ menit sampai dalam keadaan stabil.
2. Menekan tombol bertanda panah ke atas dan ke bawah secara bersamaan kemudian dilepaskan.
3. Menekan mode sampai terbaca % oksigen.
4. Menaikan atau menurunkan nilai altitude dengan menggunakan tombol tanda panah ke atas dan ke bawah sampai sesuai dengan nilai altitude dan tekan enter.
5. DO meter siap digunakan, memasukan probe ke perairan.
6. Menyalakan DO meter, ditunggu sampai angka stabil dimana angka atas menunjukkan nilai DO (oksigen terlarut) dan mencatat hasilnya.

E. Nitrat (Hariyadi,1992)

Prosedur pengukuran Nitrat adalah sebagai berikut :

1. Saring 25 ml sampel dan tuangkan ke dalam cawan porselin / Petri dish
2. Uapkan diatas pemanas sampai kering hati – hati jangan sampai pecah dan didinginkan
3. Tambahkan 1 ml asam fenol disulfonik, aduk dengan pengaduk gelas dan encerkan dengan 10 ml aquadest.
4. Tambahkan dengan meneteskan NH_4OH (1:1) sampai terbentuk warna. Encerkan dengan aquadest sampai 25 ml. Kemudian masukkan dalam cuvet.
5. Bandingkan dengan larutan standar pembanding yang telah dibuat, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (pada panjang gelombang $410 \mu\text{m}$).

F. Orthofosfat (Hariyadi,1992)

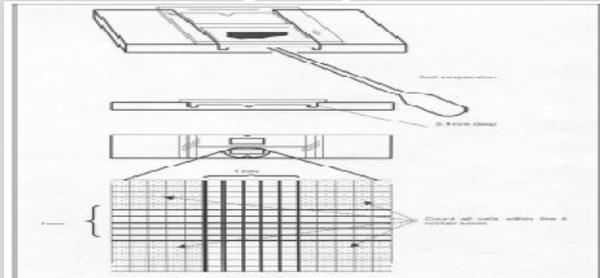
Prosedur pengukuran Orthofosfat adalah sebagai berikut :

1. Tuangkan 25 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer berukuran 50 ml.
2. Tambahkan 1 ml amonium molybdat dan dihomogenkan.
3. Tambahkan 2 tetes SnCl_2 dan dihomogenkan.
4. Bandingkan warna biru air sampel dengan larutan standar, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (panjang gelombang $690 \mu\text{m}$).

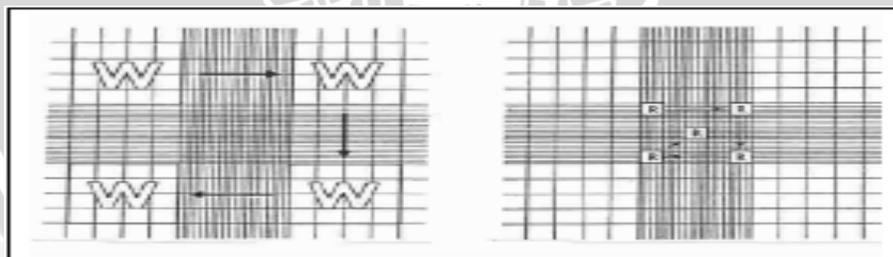
3.8 Perhitungan Kelimpahan Mikroalga

Kelimpahan mikroalga dapat dihitung dengan menggunakan alat haemocytometer. Pengamatan kelimpahan mikroalga pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang. Menurut buku panduan praktikum budidaya makanan alami (2013), cara penggunaan alat Haemocytometer adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan haemocytometer yang akan digunakan. Membersihkan permukaan haemocytometer dan cover glass dengan menggunakan tissue kering
2. Menutup haemocytometer pada bagian tengah dengan menggunakan cover glass
3. Mengambil fitoplankton yang akan dihitung kepadatannya dengan menggunakan pipet tetes
4. Apabila algae bergerak aktif, maka ditambahkan lugol/formalin
5. Menuangkan kedalam haemocytometer secara hati-hati (jangan sampai berlebih) dan jangan sampai ada gelembung udara

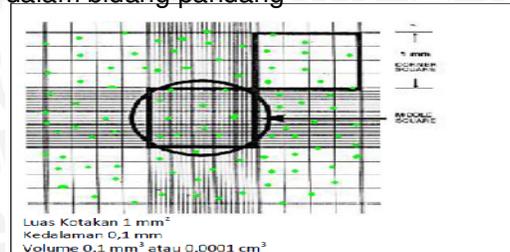


6. Meletakkan dan mengamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x
7. Membagi bidang pandang menjadi 4 bagian



Menghitung jumlah fitoplankton dari 4 bidang pandang tersebut

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



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

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

3.9 Analisis Data

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

Tabel 4. Analisis ragam Rancangan tersarang

SK	Db	JK	KT	Fhit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	a-1					
Waktu dalam perlakuan	a(b-1)					
Galat	ab(n-1)					
Total	Abn - 1					

Jika dari tabel sidik ragam didapatkan hasil perlakuan yaitu bila F hitung < F tabel 5% tidak ada perbedaan nyata = non- significant different H0 diterima pada taraf uji 5%. Bila F hitung > F tabel 5% ada perbedaan nyata = significant different, H1 diterima pada taraf uji 5 %. Bila F hitung > F tabel 1% ada perbedaan sangat nyata = highly signification different. H1 diterima pada taraf uji 1%

Sedangkan untuk uji beda nyata terkecil (BNT) menurut Hanafiah (2002) adalah sebagai berikut:

$$BNT\alpha = t\alpha(v) \cdot \sqrt{SED}$$

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

$$SED = \sqrt{MSE}$$

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

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

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelimpahan *Nanochloropsis sp.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kultur yang dilakukan selama 8 hari dengan penambahan limbah cair tempe sebagai sumber utama nutrisi yang memberikan hasil kelimpahan yang berbeda-beda pada tiap perlakuan (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil Nilai kelimpahan *nanochloropsis sp.*

Perlakuan	Lama Hari (x10 ³)									Jumlah
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
K1	2	14	22	36	48	62	78	96	72	430
K2	2	16	20	32	35	55	62	87	68	377
K3	2	18	22	44	47	59	74	88	78	432
A1	2	16	36	49	54	62	78	84	64	445
A2	2	26	34	54	56	70	82	97	86	507
A3	2	28	38	47	58	68	72	98	85	496
B1	2	22	34	56	59	72	77	93	84	499
B2	2	28	42	52	66	80	86	108	88	552
B3	2	24	30	48	62	78	84	96	82	506
C1	2	22	38	59	65	72	78	102	88	526
C2	2	20	38	64	67	74	82	116	92	555
C3	2	24	34	56	62	66	72	98	84	498
D1	2	24	36	51	62	75	88	104	106	548
D2	2	26	42	54	66	82	96	132	124	624
D3	2	32	44	54	68	78	92	107	112	589

Keterangan :

- K = *Nanochloropsis* 2×10^3 sel/ml ; Konsentrasi limbah cair tempe 0 mg/L
 A = *Nanochloropsis* 2×10^3 sel/ml ; Konsentrasi limbah cair tempe 0,5 mg/L
 B = *Nanochloropsis*. 2×10^3 sel/ml ; Konsentrasi limbah cair tempe 1,0 mg/L
 C = *Nanochloropsis* 2×10^3 sel/ml ; Konsentrasi limbah cair tempe 1,5 mg/L
 D = *Nanochloropsis* 2×10^3 sel/ml ; Konsentrasi limbah cair tempe 2,0 mg/L

Berdasarkan hasil dari kelimpahan *nanochloropsis*. yang ada pada tabel diatas selanjutnya dilakukan perhitungan uji F untuk mengetahui pengaruh limbah cair tempe terhadap kelimpahan *nanochloropsis* sp dengan dosis yang berbeda didapatkan hasil pada tabel 6.

Tabel 6. Daftar Analisis Ragam Kelimpahan *Nanochloropsis* sp.

SK	DB	JK	KT	FHIT	1%	5%
Perlakuan	4	180332,2	45083,05	1602,48	3,56	2,48
Waktu dalam Perlakuan	40	127376,4	3184,41	113,19	1,84	1,54
Galat	90	2532	28,13333			
Total	134	310240,6				

Hasil analisis keragaman pada (tabel 6) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair dari limbah tempe dengan dosis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang nyata terhadap kelimpahan *Nanochloropsis* sp. Demikian juga waktu dalam perlakuan menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang nyata terhadap kelimpahan *Nanochloropsis* sp Untuk mengetahui perbedaan didalam perlakuan pemberian dosis yang berbeda limbah cair tempe terhadap kelimpahan *Nanochloropsis* sp. Maka dapat dilakukan dengan Uji BNT. Hasil uji BNT disajikan pada table di bawah ini :

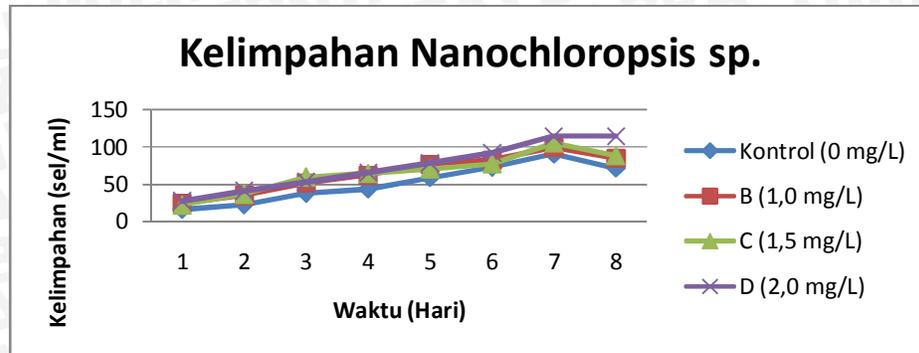
Tabel 7. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Rerata	Notasi
K= 45,889	a

A= 53,63	a
B= 57,667	bc
C= 58,481	bc
D= 65,222	c

Hasil dari uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan K sama dengan perlakuan A tapi berbeda dengan perlakuan B,C dan D. Perlakuan K menunjukkan kelimpahan yang paling rendah disebabkan karena tidak ada penambahan unsur hara dan perlakuan A pemberian dosis limbah tempe yang paling kecil. Menurut Subarijanti (1990), Besar kecilnya produksi plankton dalam suatu perairan tergantung kepada tingkat kesuburan perairan untuk meningkatkan kesuburan perairan dapat dilakukan dengan penambahan unsur hara atau unsur hara kedalam perairan melalui usaha pemupukan. Perlakuan B sama dengan perlakuan C berbeda dengan perlakuan D. perlakuan D menunjukkan kelimpahan yang paling tinggi disebabkan adanya penambahan unsur hara dari limbah tempe dengan dosis yang diberikan lebih tinggi dari lainnya, pada dosis yang tinggi akan menghasilkan konsentrasi unsur hara yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Pamungkas (2011) yang menyatakan bahwa unsur hara yang didapat dari pemberian pupuk degan dosis yang lebih tinggi akan mampu meningkatkan kelimpahan *Nanochloropsis sp.* Akan tetapi dari penelitian ini belum menunjukkan hasil yang maksimal dan belum diketahui dosis yang optimal untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp.*

Pengaruh waktu pengamatan terhadap kelimpahan sebagai akibat adanya perlakuan dapat disajikan pada gambar grafik 2.



Gambar 3. Kelimpahan *Nanochloropsis* sp. selama 8 hari ($\times 10^3$)

Berdasarkan grafik diatas, Kelimpahan pada awal penelitian secara umum setiap perlakuan masih rendah. *Nanochloropsis* sp. Pada awal pemeliharaan mengalami fase adaptasi, yaitu fase menyesuaikan diri dengan lingkungannya setelah media kultur tersebut diberi pupuk atau unsur hara (Handajani,2006). Pada hasil pengamatan kelimpahan *Nanochloropsis* sp. pada perlakuan kontrol tidak menunjukkan peningkatan kelimpahan *Nanochloropsis* sp yang significant dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena tidak adanya masukan unsur harat baik unsur hara mikro maupun unsur hara makro dimana dalam penelitian ini pasokan unsur hara berasal dari pupuk organik cair limbah tempe. Setiap kultur *Nanochloropsis* sp membutuhkan nutrisi, baik hara makro maupun hara mikro untuk menunjang pertumbuhannya dan semuanya itu akan dipenuhi oleh media kultur (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995).

Pada fase logaritmik atau eksponensial adalah fase dimana pembelahan sel dan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal. Kelimpahan *Nanochloropsis* sp. pada fase eksponensial terjadi pada hari ke 6-7. pada perlakuan D (2,0) menunjukkan kelimpahan tertinggi yaitu sebesar 132×10^3 sel/ml. Besarnya kelimpahan *Nanochloropsis* sp. dikarenakan dosis limbah cair tempe yang diberikan dalam jumlah yang cukup sehingga *Nanochloropsis* sp. dapat

memanfaatkan unsur hara lebih efektif. Hunter (1970) menjelaskan bahwa kelimpahan fitoplankton di suatu perairan adalah akibat dari pemanfaatan unsur hara, radiasi sinar matahari, suhu dan lingkungan. Perbedaan waktu dalam mencapai puncak populasi tiap perlakuan diakibatkan perbedaan nutrisi yang terkandung pada tiap perlakuan. Kelebihan atau kekurangan nutrisi dalam media kultur akan mempengaruhi pertumbuhan kultur, misalnya dalam waktu pencapaian puncak. Ketersediaan nutrisi akan menjadi faktor pembatas bila nutrisi dalam media mengalami penurunan dan telah habis dikonsumsi. Akibatnya, kultur akan berhenti tumbuh tetapi tidak mati dan akan aktif lagi jika memperoleh tambahan nutrisi kembali. Dengan kata lain, pertumbuhan *Nanochloropsis* sp terhenti karena nutrisi pada media sudah tidak memadai lagi sehingga terjadi kompetisi nutrisi dan akhirnya, jumlah sel pun menurun akibat banyak sel yang sudah tidak mendapatkan nutrisi lagi.

Setelah mengalami fase eksponensial, pertumbuhan alga akan mengalami fase penurunan populasi, pada fase Stasioner hal ini terjadi pada seluruh perlakuan. Penyebab penurunan jumlah populasi diakibatkan karena nutrisi yang terkandung pada media tidak mencukupi kebutuhan untuk hidup alga. Peningkatan populasi alga menyebabkan berkurangnya unsur hara dengan cepat sehingga terjadi penurunan laju pertumbuhan (utomo et.al, 2005). Pada pengamatan hari ke-8, pada perlakuan A (0,5 mg/L), B (1,0 mg/L), C (1,5 mg/L) D (2,0 mg/L) grafik populasi terus menunjukkan penurunan jumlah populasi dan pada perlakuan Kontrol (0 ml/l) grafik penurunan terjadi pada hari ke-7. Fase penurunan jumlah populasi atau fase kematian, diakibatkan oleh semakin menurunnya jumlah nutrisi pada media perlakuan. Nutrisi yang ada pada media sudah tidak dapat memenuhi kebutuhan *Nanochloropsis* sp, untuk tumbuh. Sehingga, grafik populasi mengalami penurunan pada akhir pengamatan. Hal ini berarti ketersediaan

nutrisi pada media kultur dalam jumlah tertentu mutlak diperlukan (Sylvester *et al* 2002). Cornelius (1999), menyatakan bahwa salah satu penyebab kelimpahan fitoplankton menurun karena kurangnya unsur hara di dalam perairan. Peningkatan populasi alga menyebabkan berkurangnya unsur harat dengan cepat sehingga terjadi penurunan laju pertumbuhan. Kematian sel dapat disebabkan oleh mulai berkurangnya nutrisi yang tersedia sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel, kualitas air (Suantika dan Hendrawandi, 2008). Perbedaan kelimpahan *nanochloropsis sp.* disebabkan karena pengaruh pemberian limbah cair tempe sebagai pupuk organik cair dengan volume yang berbeda. Sehingga unsur hara atau unsur hara yang terkandung di setiap perlakuan juga berbeda pula. Keberadaan fitoplankton pada percobaan dapat dipacu pertumbuhannya dengan pemupukan. Pupuk yang dapat digunakan diantaranya adalah pupuk organik. Menurut Sutejo (2002) pupuk organik juga dapat memperbesar populasi jasad renik di perairan.

4.2 Parameter Kualitas Air

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

4.2.1 Suhu

Suhu merupakan derajat panas dingin suatu zat, suhu pada umumnya dapat diukur dengan menggunakan thermometer. Suhu merupakan faktor pembatas yang penting untuk kehidupan organisme, karena setiap organisme

mempunyai kemampuan yang terbatas untuk mentolerir perubahan suhu yang terjadi pada lingkungannya. Aktivitas mikroorganisme memerlukan suhu optimum yang berbeda-beda. Suhu sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi (Effendi,2003).

Tabel 8 . Hasil pengukuran Suhu

Perlakuan	Kisaran suhu
K	27,5 – 31,5
A	27,3 – 29,3
B	27,3 – 32,5
C	27,0 – 30,8
D	27,1 – 30,9

Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar 27,1 – 32,5°C. Perubahan suhu yang terjadi selama penelitian masih dalam batas layak untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp*, hal ini sesuai dengan pendapat Sutamiharja (1975) yang menyatakan bahwa *Nanochloropsis sp*. mampu hidup dan tumbuh pada kisaran suhu 5-35°C, tetapi suhu optimal untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp*. adalah berkisar antara 23-30°C. Organisme akan tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi suhu yang optimalnya. Kondisi dibawah atau diatas suhu optimal akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan organisme (Wahyudi, 1999).

4.2.2 Oksigen Terlarut (*Disolved Oksigen*)

Oksigen merupakan unsur terpenting bagi kehidupan di laut, bersumber terutama dari udara yang sangat bergantung pada tekanan parsial gas di atmosfer. Namun proses ini sangat bergantung pada sederetan faktor yang mempengaruhinya seperti kecerahan dan tingkat kesuburan yang terdapat pada perairan (Sapulete dan Sujatmo, 1990).

Oksigen merupakan senyawa yang terdiri dari dua unsur O, dan digunakan oleh organisme untuk metabolisme. Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut di perairan alami (Effendi, 2003). Selama penelitian berlangsung, peneliti menggunakan aerator untuk menyuplai kandungan oksigen di dalam perairan. Fungsi aerator selain sebagai penyuplai oksigen, ialah sebagai pengaduk media agar tidak terjadi pengendapan bahan organik di dasar media kultur. Penelitian Suryanto (2004), menjelaskan bahwa gelembung udara pada perlakuan aerasi menyebabkan terjadinya arus vertikal dan horizontal sehingga tidak terjadinya stratifikasi unsur hara yang mempunyai kecenderungan untuk mengendap. Akan terjadi pengocokan dan pengadukan pada kultur yang diberi aerasi dan mencegah terjadinya pengendapan mikroalga (Danusubrata, 2010).

Tabel 9 . Hasil pengukuran oksigen terlarut

Perlakuan	Kisaran DO (Dissolved Oxygen)
K	6,09 - 6,65
A	6,16 – 6,96
B	6,32 – 6,71
C	6,04 – 6,90
D	6,08 – 6,78

Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar 6,04 – 6,96 mg/L. Nilai kandungan oksigen terlarut terendah terletak pada perlakuan C dengan nilai kandungan oksigen terlarut yakni sebesar 6,04 mg/L. Sedangkan nilai kandungan oksigen terlarut tertinggi terletak pada perlakuan B dengan nilai kandungan oksigen terlarut yakni sebesar 6,96 mg/L. Kadar oksigen terlarut dalam penelitian ini dapat dikatakan optimum untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp.* Kandungan oksigen di dalam air yang dianggap optimum bagi budidaya biota air adalah 4-10 ppm (Kordi dan Tancung, 2007). Besar kecilnya kandungan oksigen dalam perairan tergantung dari banyak sedikitnya fitoplankton dan aktifitas aerob di dalam perairan. Kandungan oksigen di dalam perairan akan digunakan untuk respirasi dan proses aerob oleh bakteri. Sebagian besar, konsumsi oksigen terlarut pada media penelitian digunakan pada proses aerob. Bakteri akan mengubah bahan organik yang terdapat di dalam perairan menjadi bahan anorganik yang seterusnya dapat digunakan secara langsung oleh *Nanochloropsis sp.* Penambahan oksigen pada media berasal dari fotosintesis yang dilakukan oleh *Nanochloropsis sp* dan pemberian aerasi. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (35%) dan aktifitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novotny dan Olem, 1994). Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air (Effendi, 2003).

4.2.3 Salinitas

Nybakken (1998) mengatakan bahwa salinitas pada berbagai tempat di lautan terbuka yang jauh dari pantai variasinya sempit saja biasanya 34-37 ‰ dengan rata-rata 35‰. Perbedaan salinitas terjadi karna adanya perbedaan penguapan dan presipitasi. Kisaran salinitas air laut berada antara 0-40‰ yang berarti salinitas kandungan garam berkisar antara 0-40 g/kg air laut. Secara umum permukaan perairan indonesia rata-rata berkisar antara 32-34 ‰ (Dahuri dkk., 1996).

Salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat di perairan, salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil ($^0/_{00}$) dan dibedakan menjadi 3 yaitu perairan tawar kurang dari 0,5ppm, perairan payau 0,5ppm – 30ppm dan air laut 30ppm – 40ppm (Effendi, 2003).

Tabel 10 . Hasil pengukuran salinitas

Perlakuan	Kisaran salinitas ppt
K	28 – 34
A	28 – 36
B	28 – 34
C	28 – 34
D	28 – 36

Berdasarkan hasil pengukuran salinitas selama penelitian berkisar 28– 36 ppt. Nilai salinitas terendah pada pengamatan yaitu sebesar 28 ppt dan tertinggi 36 ppt. Data pengamatan menunjukkan bahwa nilai salinitas optimum untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp.* Menurut Converti (2009) dalam Mashitah (2011) , salinitas optimum untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp.*

berkisar antara 30-32 ppt. Darley (1982) menyatakan 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 *nanochloropsis sp.* akan menurun sejalan dengan naiknya salinitas dari 40-60 ppt. Besar kecilnya nilai salinitas tergantung oleh faktor evaporasi dan input air dari luar perairan. Salah satu faktor yang menyebabkan salinitas rendah ialah akibat adanya input air dari luar badan perairan atau faktor suhu yang tinggi ataupun rendah sehingga menyebabkan proses evaporasi menjadi ikut meningkat sehingga kadar salinitas perairan ikut berubah.

4.2.4 Derajat Keasaman

pH adalah logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik buruknya suatu perairan (Sastrawijaya, 1991). pH di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktivitas fotosintesa, suhu, dan salinitas. pH relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5 dan 8,4. Namun pada pada umumnya air laut bersifat alkalis (pH 8,2) kecuali dekat pantai (Dojlilo dan Best, 1993).

Derajat keasaman atau lebih dikenal dengan *puissance negative de H* (pH), memiliki peran dalam menentukan kelarutan dan ketersediaan ion mineral sehingga mempengaruhi penyerapan unsur harat oleh sel. Perubahan nilai pH yang drastis dapat mempengaruhi kerja enzim serta dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan beberapa mikroalga (Prihantini *et al.*,2005). Pengukuran pH selama penelitian berlangsung menggunakan pH meter. Nilai pH selama pengamatan berkisar antara 8,03

hingga 8,37. Nilai tersebut masih dikatakan toleran untuk media hidup *Nanochloropsis sp.* Kebanyakan alga hijau biru tumbuh baik pada pH netral dan lebih mentolerir kondisi basa dari pada kondisi asam karena alga itu mampu memanfaatkan karbon dioksida dengan efisien walau tersedia pada konsentrasi yang sangat rendah (Hariyati, 2008).

Tabel 11 . Hasil pengukuran pH

Perlakuan	Kisaran pH
K	7,77 – 8,44
A	7,36 – 8,38
B	7,31 – 8,36
C	7,35 – 8,32
D	7,98 – 8,35

Derajat keasaman media kultur sangat mempengaruhi cepat atau lambatnya pertumbuhan alga. Perubahan pH media banyak dipengaruhi oleh adanya penyerapan unsur tertentu pada media (Fogg, 1975) selanjutnya Effendi (2003) menjelaskan bahwa derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tumbuhan dan hewan air. Menurut Awalina (2011), adanya peningkatan pH hingga akhir proses dekomposisi, disebabkan oleh terbentuknya NH_3 selama proses dekomposisi yang bersifat basa.

4.2.5 Nitrat (NO_3^-)

Di perairan, nitrogen terbagi menjadi 2 yaitu nitrogen anorganik terdiri atas ammonia (NH_3), ammonium (NH_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3) dan molekul nitrogen (N_2) dalam bentuk gas. Sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea (Effendi, 2003). Nitrat (NO_3^-) merupakan senyawa nitrogen utama yang diserap oleh mikroalga untuk pertumbuhannya (Suantika dan Hendrawandi, 2009). Keberadaan nitrat pada perairan merupakan faktor penentu untuk keberadaannya plankton.

Tabel 12. Hasil pengukuran nitrat

Perlakuan	Kisaran Nitrat
K	0,62 – 1,43
A	0,67 – 1,73
B	0,78 – 2,03
C	0,65 – 1,82
D	1,02 – 2,30

Berdasarkan hasil pengukuran nitrat selama penelitian berkisar 0,62–2,30 mg/L. Hasil pengamatan nilai nitrat tersebut menunjukkan bahwa kandungan nitrat pada perlakuan masih tergolong baik. Hal ini didukung oleh pernyataan Lapu (1994) dalam Amini dan Syamdidi (2006), bahwa *Nanochloropsis* dapat tumbuh dengan baik pada kandungan nitrat antara 0,9–3,5 ppm. Kandungan nitrat berkurang seiring berjalannya waktu hal ini dapat dilihat dari data hasil Kandungan nitrat pada hari pengamatan pertama lebih tinggi dan cenderung rendah pada hari terakhir. Penambahan kandungan nitrat pada media berasal dari perlakuan yang diberikan selama kultur berlangsung. Penambahan limbah cair tempe sebagai pengganti pupuk

organik cair menyebabkan penambahan berbagai unsur kimia pada media kultur. Berkurangnya kandungan nitrat pada media kultur mengindikasikan bahwa nutrisi yang terdapat pada media mulai berkurang sehingga nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan *Nanochloropsis sp* mulai berkurang.

Menurut Subarijanti (2000), pada umumnya nitrat kurang dari 5 ppm. Batas minimal untuk pertumbuhan alga adalah 0,35 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar nitrat pada *Nanochloropsis sp.* yang diberi pupuk organik cair dari limbah tempe masih optimal untuk mendukung kehidupan alga. Nilai nitrat pada media masih tergolong tinggi hal ini disebabkan karena selain mendapatkan masukkan nitrat dari limbah cair tempe dan air yang digunakan berasal dari air laut yang memiliki kandungan unsur harat dan kadar nitrat yang lebih tinggi daripada air tawar sehingga mempengaruhi kadar nitrat pada media. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Arnev (2010), yang menyatakan bahwa air laut merupakan campuran dari 96,5 % air murni dan 3,5 % material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut.

4.2.6 Ortofosfat

Fosfat merupakan salah satu unsur esensial bagi metabolisme dan pembentukan protein. Boyd (1989) menyatakan bahwa suatu perairan dikatakan subur bila kadar fosfatnya 0.06 ppm sampai 10 ppm, sedangkan wardoyo (1978) mengatakan bahwa perairan yang mengandung konsentrasi fosfat lebih besar dari 0.2 ppm termasuk perairan yang sangat subur. Selain nitrat, mikroalga juga membutuhkan fosfat sebagai makrounsur hara untuk kebutuhan hidup sehari-hari. Dalam perairan fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu ortho-fosfat, meta-fosfat, dan poly-fosfat (Subarijanti, 1990). Fosfat dapat

diserap oleh organisme dalam bentuk orthofosfat (Prabowo, 2009). Fosfat sangat penting karena memiliki fungsi dalam pembelahan sel dan penyusun lemak dan protein (Saefudin, 1986 dalam Subarijanti, 1990) serta berperan dalam transfer energi di dalam sel (Effendi, 2003).

Tabel 13. Hasil pengukuran ortofosfat

Perlakuan	Kisaran ortofosfat
K	0,31 – 0,87
A	0,56 – 1,43
B	0,61 – 1,21
C	0,36 – 1,09
D	0,23 – 0,89

Berdasarkan hasil pengukuran ortofosfat selama penelitian berkisar 0,23 – 1,43 mg/L. Dari hasil yang diperoleh selama pengamatan menunjukkan bahwa kondisi perairan masih tergolong baik, hal ini didukung menurut pendapat Wardoyo (1978) mengatakan bahwa perairan yang mengandung konsentrasi fosfat lebih besar dari 0.2 ppm termasuk perairan yang sangat subur. Bila kadar ortofosfat kurang dari 0,01 mg/L, maka pertumbuhan fitoplankton akan terhambat namun bila terdapat dalam jumlah yang tinggi akan menyebabkan peningkatan perkembangan fitoplankton sehingga terjadi eutrofikasi (Wardoyo, 1981). Senyawa nitrat dan fosfat secara alamiah berasal

dari perairan itu sendiri melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan, sisa-sisa organisme mati dan buangan limbah baik limbah daratan seperti domestik, industri, pertanian, dan limbah peternakan ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara (Wattayakorn, 1988 dalam Ulqodry *et al.*,2010).

Kandungan ortofosfat yang besar menyebabkan terjadinya peningkatan populasi *Nanochloropsis sp.* Menurut Effendi (2003), keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae diperairan (*algae bloom*) (Wetzel, 1975 dalam Subarijanti, 1990). Pada saat perairan cukup mengandung fosfor, algae mengakumulasi fosfor di dalam sel melebihi kebutuhannya, fenomena ini disebut sebagai (*luxury consumption*) atau konsumsi berlebih (Effendi, 2003). Kelebihan fosfor yang diserap akan dimanfaatkan pada saat perairan mengalami defisiensi fosfor, sehingga algae masih dapat tumbuh selama beberapa waktu selama periode kekurangan pasokan fosfor.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pemanfaatan limbah cair tempe sebagai alternatif penggunaan pupuk organik cair dalam upaya meningkatkan kelimpahan *nanochloropsis sp.*, dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelimpahan *nanochloropsis sp.* Dosis pupuk pada perlakuan D (2,0 mg/L) memberikan pengaruh terhadap perkembangan kelimpahan *nanochloropsis sp.* yang tinggi.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah tempe sebagai pupuk organik cair. Penggunaan pupuk organik cair ini diharapkan dapat menambah ketersediaan unsur hara dan selanjutnya dapat meningkatkan kelimpahan plankton pada media budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, S S; Yogi D P; Reza E E. 2012. Koefisien Transfer Gas (KLa) Pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (lima). *Jurnal Teknik Lingkungan*. UNAND 9(2): 155-163 ISSN 1829-6084
- Alfa, D.F. 2002. Kemampuan Genjer, Kangkung Air dan Selada Air untuk Menurunkan Kosentrasi Logam Timbal (Pb) di Dalam Air. Skripsi. Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor
- Apriyadi, T. 2008. Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air sebagai Bioremediator Dalam Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin. Fakultas Peikanan Dan Ilmu Kelautan. Institusi Pertanian Bogor
- Awalina. 2011. Bioakumulasi Ion Logam (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Fitoplankton pada Beberapa Perairan Situ di Sekitar Kabupaten Bogor. TESIS. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya
- Barus, T.A., 2001. Pengantar Limnologi Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Program Studi Biologi USU FMIPA, Medan, Hlm. 5-8.
- Bold, H.C, dan Wynne, M.J. 1985. *Introduction to the Algae*. Prentice-Hall. New Jersey
- Boyd, C. E., 1989. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agriculture Experiment Station. Auburn University. Birmingham Publishing Co. Birmingham.
- Chi, S. C., Y. C. Wu, T. M. Cheng. 2005. Persistent infection of betanodavirus in a novel cell line derived from the brain tissue of barramundi (*Lates calcarifer*). *Dis Aquat Org* Vol. 65: 91-98
- Daize, H., M. Xun, Y. Kejun dan R. Senging, 1990. *Biodigestion the Pivot of Chinese Ecoagricultural construction*, Beijing.
- Danusubrata Rachmad, 2010. *Kultivasi Konsorsium Alamiah Mikroalga Dengan Memanfaatkan Unsur hara Pada Berbagai Limbah Cair Agroindustri*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Darley W.M. 1982. *Algal Biology: a Physiological Approach*. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Ditjen Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan. 2003. *Fitoremediasi*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Dolan, J. 1992. Mixotrophy in ciliates. A review of nanochloropsis Symbiosis and chloroplast retention. *Mar. Microb. Food Webs*. 1992;6: 115-132
- 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
- Eyster, C. 1978. Unsur harat Concentration Requirements for Nanochloropsis sorokinian. Available from the author or the Mobile college Library, Mobile, Alabama 36613. 78-81.
- Fitriana, T. 2005. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan TSP terhadap Pertumbuhan Populasi Nanochloropsis sp. SKRIPSI. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Fogg. 1975. *Algae Cultures and Fitoplankton Ecology*. Second Edition. The University of Winsconsin. London
- Goldman, C.R. and A.J. Home . 1983. *Limnology*. Mc.Graw- Hill Book Company Unite State of America. America
- Google Image, 2014. <https://www.google.co.id/search?q=spirulina+platensis&sa>. Diakses pada tanggal 6 Agustus 2014. Login ub.ac.id Brawijaya.
- Hanafiah, K. A., 2004. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Handajani, H dan Sri, D,h. 2002. *Budidaya Perairan*. UMM Press: Malang
- Haryadi, S. 2003. *Pencemaran Daerah Aliran Sungai (DAS) di dalam manajemen bioregional Jabodetabek: Tantangan dan harapan*. Workshop pengembangan konsep bioregional sebagai dasar pengelolaan kawasan secara berkelanjutan. Bogor, 4-5 November 2002. Pusat penelitian Biologi LIPI. Bogor
- Hariyadi, S., I.N.N. Suryodiptro, dan B. Widigdo. 1992. *Limnologi; penuntun Praktikum dan Media Analisa Air*. Bogor; Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor
- Hariyati, 2008. *Pertumbuhan dan Biomassa Spirulina Sp. dalam Skala Laboratoris*. Vol 10 No.1 Hal.19-22. Universitas Dipenogoro. Semarang.
- Hunter, R. W. D., 1970. *Aquatic Productivity, an introduction to Some Basic Aspects of Biological Oceanography*. New York: Mac Millan Publishing Co. Inc.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuti, 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme Laut*. Kanisius, Yogyakarta.
- Ikawati, S. A. Zulfikar dan D. Azizah. 2013. *Efektivitas dan Efisiensi Fitoremediasi pada Detergen dengan Menggunakan Tanaman Genjer*. Universitas Maritim Ali Haji. Riau

- Junus Mochammad, Satata Budya, dan Arifin Syamsul, 2007. Pengaruh Limbah Pupuk Cair Biogas Yang Dipekatkan Terhadap Pertumbuhan Cabai. Jurnal Ternak Tropika Vol.6 No.2 ; 88-100.
- Kordi K. H. Gufron M., dan Tancung Andi Baso, 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan.Rineka. Jakarta.
- Kristianto,P.2002. Ekologi Industri.Penerbit ANDI.Yogyakarta
- Kumar, H D and Singh, N.H. 1979. A Textbook on Algae. Mac. Milan Int.Collegeed, London
- Masithah, S.F. 2011. Perancangan Bioreaktor Untuk Budidaya Mikroalga. SKRIPSI . Universitas Brawijaya. Malang
- Murbandono, L. 2000. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta
- Muthawali, D. I. Analisa COD Dari Campuran Limbah Domestik Dan Laboratorium Di Balai Riset Dan Standarisasi Industri. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Novotny, V. dan Olem, H., 1994.Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold, New York. 1054.
- Odum, E. P, 1994. Dasar-dasar Ekologi. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Prabowo., D. A.,2009. Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan Nanochloropsis sp. pada Skala Laboratorium.Skripsi, Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Hal:11-12.
- Pamukas,N A. 2011. Perkembangan kelimpahan fitoplankton dengan pemberian pupuk organik cair. Berkala perikanan terubuk. ISSN 0126-6265. Hlm. 79-90
- Prasetyo Budi, 2010. Penentuan Jenis Spirulina sp. Di Situ Babakan, Jagakarsa, Jakarta Selatan.FMIPA. Universitas Terbuka. Tangerang.
- Prihantini Nining Betawati, Putri Berta dan Yuniati Ratna, 2005. Pertumbuhan Nanochloropsis spp. Dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. Jurnal Sains Vol.9 No.1 Hal:1-6.
- Resmawati, M.B, R.F. Christiana, R.Saraswati, W.Wulaningrum, I.Rohdiana. 2010. Pengaruh Penambahan Pupuk Enceng Gondok (Eichonia crassipes) Dengan Dosis Berbeda Pada Kultur Nannochloropsisoculata. Program Kreativitas Mahasiswa. Universitas Airlangga. Surabaya
- Rostini I. S. Pi. 2007. Kultur Fitoplankton Nanochloropsis sp. Pada Skala Laboratorium. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Padjajaran. Bandung. Hal 33-36.
- Sarief, E.S. 1989. Fisika – Kimia Tanah Pertanian.Pustaka Buana , Bandung 220 Hal
- Shoba,A .2006. Hubungan Komunitas Fitoplankton dan Unsur Hara N dan P di Danau Sunter Selatan , Jakarta Utara. Skripsi. Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.

- Shofi, M.1999. Peranan Algae untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan. <http://www.google.com.html>. Diakses tanggal 29 Januari 2014
- Suantika Gede dan Hendrawandi, 2009.Efektivitas Teknik Kultur Menggunakan Sistem Kultur Statis, Semi-kontinyu, dan Kontinyu terhadap Produktifitas dan Kualitas Kultur Spirulina sp. Jurnal Sains. Vol.14 No.2.
- Subarijanti, H.U. 1980. Kesuburan dan Pemupukan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- _____,1990. Kesuburan dan Pemupukan Perairan.Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suryanto H. A. Maizar, 2005. Kemelimpahan Kelas Fitoplankton Pada Budidaya Udang Galah (*Macrobranchium rosenbergii*) Dengan Sistem Yang Berbeda. Jurnal Penelitian Perikanan Vol.8 No.1 Hal:12-17. 2005. Malang.
- Susana Tjutju, 2004. Sumber Nitrogen dalam Air Laut. Jurnal Oseanografi Vol.29 No.3 Hal:25-33.
- Sutamiharja, R T M. 1992.Pengelolaan kualitas air dan pencemaran air di dalam industrial water pollution control and water quality management. Seminar on industrial water pollution Control and water quality management. Jakarta. 6-10 Januari 1992. Jakarta. Pp 43-48
- Sutedjo. 1990. Mikrobiologi Tanah. Rineka Cipta. Jakarta
- _____. 2002. Pupuk dan Pemupukan. Rineka Cipta : Jakarta
- Sylvester B, Nelvy D, Sudjiharno. 2002. Persyaratan budidaya fitoplankton. budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. 10:24-36
- Tetelepta, L.D. 2011. Pertumbuhan Kultur *Nanochloropsis* spp Skala Laboratorium pada Beberapa Tingkat Kepadatan Inokulum. Jurusan Biologi.
- Ulqodri T.Zia, Yulisman, Syahdan Muhammad dan Santoso, 2010. Karakteristik dan Sebaran Nitra, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah. Jurnal Sains Vol.13 No.1(D).
- Utomo N.B.P, Winarti dan A.Erlina, 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang Dikultur dengan Pupuk Inorganik (Urea, TSP dan ZA) dan Kotoran Ayam. Jurnal Akuakultur Indonesia Vol.4(1) Hal: 41-48.
- Wahyudi, P.1999.Nanochloropsis: Mikroalga Sumber Protein Sel Tunggal.Jurnal Sains dan Teknologi ,1(5): 35-41
- Weeks, P.Donald. 2011. Homologous Recombination in *Nannochloropsis* : A Powerful Tool in an Industrially Relevant Alga. Department of Biochemistry, University of Nebraska, Lincoln, NE 68588. www.pnas.org/cgi/10.1073/pnas.1105861108 Volume 108 Nomor 52.
- Widianingsih, Ridho Ali, Hartati Retno dan Harmoko, 2008.Kandungan Nutrisi *Spirulina platensis* yang Dikultur Pada Media yang Berbeda. Jurnal Ilmu Kelautan Vol.13 (3) No. 167-170. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wijoseno, Tangguh. 2011. Uji Pengaruh Variasi Media Kultur Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil, dan Karotenoid Pada Mikroalga *Nanochloropsis vulgaris* Buitenz

org.Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.Depok.

Wulandari, N.D.A., 2011. Penggunaan Media Alternatif pada Produksi Spirulina fusiformis SKRIPSI. Tidak diterbitkan. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Yazied, N. 2009. Analisis Limbah Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Di Rumah Sakit Islam Siti Hajar Mataram. Universitas Brawijaya. Malang.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Kelimpahan *Nanochloropsis sp.* (ind/ml)

Perlakuan	Lama Hari (x10 ³)									Jumlah
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
K1	2	14	22	36	48	62	78	96	72	430
K2	2	16	20	32	35	55	62	87	68	377
K3	2	18	22	44	47	59	74	88	78	432
Jumlah	6	48	66	112	130	176	214	271	218	1239
kuadrat	36	2304	4356	12544	16900	30976	45796	73441	47524	233877
A1	2	16	36	49	54	62	78	84	64	445
A2	2	26	34	54	56	70	82	97	86	507
A3	2	28	38	47	58	68	72	98	85	496
Jumlah	6	70	108	150	168	200	232	279	235	1448
kuadrat	36	4900	11664	22500	28224	40000	53824	77841	55225	294214
B1	2	22	34	56	59	72	77	93	84	499
B2	2	28	42	52	66	80	86	108	88	552
B3	2	24	30	48	62	78	84	96	82	506
Jumlah	6	74	106	156	187	230	247	297	254	1557
kuadrat	36	5476	11236	24336	34969	52900	61009	88209	64516	342687
C1	2	22	38	59	65	72	78	102	88	526
C2	2	20	38	64	67	74	82	116	92	555
C3	2		34	56	62	66	72	98	84	498

		4								
Jumlah	6	6	110	179	194	212	232	316	264	1579
kuadrat	36	356	12100	32041	37636	44944	53824	99856	69696	354489
D1	2	4	36	51	62	75	88	104	106	548
D2	2	6	42	54	66	82	96	132	124	624
D3	2	32	44	54	68	78	92	107	112	589
Jumlah	6	82	122	159	196	235	276	343	342	1761
kuadrat	36	6724	14884	25281	38416	55225	76176	117649	116964	451355

$$FK = \frac{(1239 + 1448 + 1557 + 1579 + 1761)^2}{135}$$

$$= 251.165,4$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(1239)^2 + (1448)^2 + (1557)^2 + (1579)^2 + (1761)^2}{27} - FK$$

$$= 180.332,2$$

$$JK \text{ waktu dalam perlakuan} = \frac{(6^2 + \dots + 342^2)}{3} - \frac{(1239^2 + \dots + 1761)^2}{27}$$

$$= 127.376,4$$

$$JK \text{ Total} = 2^2 + 14^2 + \dots + 124^2 + 112^2 - FK$$

$$= 310240,6$$

$$JK \text{ Galat} = JKT - (JKP + JKW (P))$$

$$= 310.240,6 - (180.332,2 + 127.376,4)$$

$$= 2.532$$

Daftar Analisis Ragam Kelimpahan *Nanochloropsis* sp.

SK	DB	JK	KT	FHIT	1%	5%
Perlakuan	4	180332,2	45083,05	1602,48	3,56	2,47
Waktu dalam Perlakuan	40	127376,4	3184,41	113,1899	1,84	1,54
Galat	90	2532	28,13333			
Total	134	310240,6				

Perhitungan Beda Nyata Terkecil

Perlakuan

$$SED = \frac{\sqrt{2x kt \text{ acak}}}{\text{ulangan}}$$

$$SED = \frac{\sqrt{2x 28,1333}}{3}$$

$$SED = 4,33$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t 5\% \times SED \\ &= 1,99 \times 4,33 \\ &= 8,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= t 1\% \times SED \\ &= 2,63 \times 4,33 \\ &= 11,38 \end{aligned}$$

Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Rerata	K= 45,889	A= 53,63	B= 57,667	C= 58,481	D= 65,222	Notasi
K= 45,889	-	7,741	11,778*	12,592*	19,333*	a
A= 53,63	-	-	4,037	4,851	11,592*	a
B= 57,667	-	-	-	0,814	7,555	bc
C= 58,481	-	-	-	-	6,741	bc
D= 65,222	-	-	-	-	-	C

Lampiran 2. Perhitungan Penentuan Dosis

Massa Jenis $N_2 = 1,25 \text{ mg/ml}$

C = 0,02 % = 0,0002 C

N = 0,03 % = 0,0003 N

1 L (1000 ml) x 0,0002 = 0,2 ml C

1 L (1000 ml) x 0,0003 = 0,3 ml N

0,2 ml C x 0,05 = 0,01 Berat kering bakteri C

0,01 : 0,5 = 0,02 Bakteri

0,02 x 0,1 = 0,002 Berat kering bakteri N

0,3 - 0,002 = 0,29 ml N yang dilepas ke perairan

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

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

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

$$\text{Dosis } 2,0 \text{ mg/l} = \frac{2,0 \text{ mg}}{L} \times \frac{\text{ml}}{1,25 \text{ mg}} = 1,6 \text{ ml/L}$$

Untuk Dosis 0,5 mg/L limbah yang dibutuhkan $\frac{0,4 \text{ ml/L} \times 2}{0,29 \text{ ml/L}} = 2,75 \text{ ml}$

Untuk Dosis 1,0 mg/L limbah yang dibutuhkan $\frac{0,8 \text{ ml/L} \times 2}{0,29 \text{ ml/L}} = 5,52 \text{ ml}$

Untuk Dosis 1,5 mg/L limbah yang dibutuhkan $\frac{1,2 \text{ ml/L} \times 2}{0,29 \text{ ml/L}} = 8,27 \text{ ml}$

Untuk Dosis 2,0 mg/L limbah yang dibutuhkan $\frac{1,6 \text{ ml/L} \times 2}{0,29 \text{ ml/L}} = 11 \text{ ml}$

Lampiran 3. Hasil Analisa Kualitas Air

a. Pengukuran Suhu (°C)

Perlakuan	Hasil pengamatan suhu (°C)				
	0	2	4	6	8
K1	28,8	27,9	27,8	31,5	28,1
K2	28,9	28,0	28,1	29,1	27,4
K3	28,0	27,5	27,7	29,5	27,2
A1	28,2	27,9	28,2	32,1	27,3
A2	29,0	27,3	28,2	29,3	27,4
A3	28,0	27,5	28,7	28,1	27,4
B1	28,3	28,0	28,8	32,5	27,3
B2	29,0	28,3	28,7	29,8	27,3
B3	29,0	27,8	28,0	30,3	27,3
C1	29,0	27,9	28,8	32,7	27,3
C2	28,1	27,7	28,5	31,3	27,0
C3	28,0	27,6	28,4	30,8	27,3
D1	28,5	27,9	28,9	32,6	27,3
D2	28,7	27,9	28,7	32,8	27,3
D3	29,0	28,1	28,9	30,9	27,1

b. Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/liter)

Perlakuan	Hasil pengamatan Oksigen Terlarut (mg/liter)
-----------	--

Hari ke-	0	2	4	6	8
K1	6,60	6,44	6,37	6,59	6,24
K2	6,09	6,29	6,65	6,45	6,40
K3	6,20	6,31	6,25	6,47	6,30
A1	6,33	6,33	6,67	6,30	6,73
A2	6,16	6,48	6,41	6,96	6,53
A3	6,77	6,39	6,30	6,29	6,47
B1	6,86	6,37	6,30	6,53	6,71
B2	6,32	6,29	6,36	6,34	6,26
B3	6,49	6,38	6,40	6,20	6,68
C1	6,08	6,35	6,90	6,43	6,18
C2	6,12	6,04	6,15	6,24	6,10
C3	6,35	6,07	6,22	6,23	6,14
D1	6,32	6,44	6,33	6,32	6,76
D2	6,14	6,38	6,28	6,15	6,78
D3	6,08	6,33	6,59	6,60	6,43

c. Pengukuran Salinitas (ppt)

Perlakuan	Hasil pengamatan Salinitas (ppt)				
	0	2	4	6	8
K1	28	29	32	34	30
K2	28	28	33	33	31
K3	28	28	33	31	33
A1	28	28	30	36	32
A2	28	28	32	35	30
A3	28	29	32	34	33
B1	28	28	33	33	32
B2	28	29	32	34	30
B3	28	30	31	34	30
C1	28	28	30	32	29
C2	28	29	32	34	31
C3	28	28	31	34	32
D1	28	29	31	34	32
D2	28	29	33	36	32
D3	28	28	33	35	31

d. Pengukuran pH

Perlakuan	Hasil pengamatan pH
-----------	---------------------

Hari ke-	0	2	4	6	8
K1	7,97	8,28	8,38	8,32	8,21
K2	7,86	8,44	8,41	8,37	8,12
K3	7,77	8,35	8,30	8,40	8,18
A1	7,69	8,26	8,27	8,41	8,16
A2	7,45	8,37	8,32	8,45	8,21
A3	7,36	8,22	8,38	8,51	8,18
B1	8,02	8,16	8,24	8,34	8,11
B2	7,31	8,12	8,28	8,36	8,14
B3	8,12	8,20	8,23	8,30	8,20
C1	7,35	8,17	8,20	8,27	8,32
C2	7,78	8,15	8,29	8,20	8,12
C3	8,19	8,20	8,21	8,31	8,11
D1	8,06	8,03	8,17	8,27	8,18
D2	8,17	8,21	8,20	8,35	8,12
D3	7,98	8,17	8,21	8,32	8,14

e. Pengukuran Nitrat (mg/liter)

Perlakuan	Hasil pengamatan Nitrat (mg/liter)	
	1	8
Hari ke -		
K1	1,08	0,68
K2	1,43	0,80
K3	1,31	0,65
A1	1,69	0,67
A2	1,73	0,78
A3	1,62	0,74
B1	2,03	1,19
B2	1,43	0,78
B3	1,65	0,93
C1	2,03	1,27
C2	1,82	0,74
C3	1,76	0,62
D1	2,30	1,47
D2	1,62	1,02
D3	1,96	1,19

f. Pengukuran Ortofosfat (mg/liter)

Perlakuan	Hasil pengamatan Ortofosfat (mg/liter)	
	1	8
K1	0,78	0,33
K2	0,87	0,42
K3	0,63	0,31
A1	1,43	1,10
A2	1,26	0,56
A3	0,96	0,64
B1	1,02	0,82
B2	1,21	0,93
B3	0,98	0,61
C1	0,93	0,72
C2	1,09	0,89
C3	0,65	0,36
D1	0,89	0,43
D2	0,73	0,23
D3	0,56	0,35

Lampiran 4. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

Alat	Bahan	Parameter	Unit
Toples volume LHaemocytometer Mikroskop Selang Aerator Aerator	5 Air Laut Aquadest Bibit <i>Nanochloropsis sp.</i> Tissue Limbah cair tempe	Kelimpahan <i>Nanochloropsis sp.</i>	Ind/ml
DO Meter	Air dari media Tissue Aquadest	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L
pH Pen	Air dari media Tissue Aquadest	Derajat Keasaman (pH)	-
Refraktometer	Air dari media Tissue Aquadest	Salinitas	ppt

Cawan Porselen Spatula Pipet tetes Pipet volume Bola hisap Gelas ukur Cuvet Spektrofotometer Washing bottle Hot plate	Air dari media Asam fenol disulfonik Aquadest Larutan NH ₄ OH Kertas label	Nitrat	mg/L
Beaker glass Pipet tetes Gelas ukur Spektrofotometer Cuvet	Air dari media Ammonium molybdate Larutan SnCl ₂ Kertas Label	Fosfat	mg/L

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian Persiapan kultur *Nanochloropsis sp.*



