

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DARI
Azolla microphylla DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
PERTUMBUHAN *Chlorella* sp.**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh:

**NOVITA MAYA HAZIZA
NIM. 115080101111049**



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

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DARI
Azolla microphylla DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
PERTUMBUHAN *Chlorella* sp.**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

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

Oleh:

NOVITA MAYA HAZIZA

NIM. 115080101111049



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI
PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DARI
Azolla microphylla DENGAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP
PERTUMBUHAN *Chlorella* sp.

Oleh:
NOVITA MAYA HAZIZA
NIM. 115080101111049

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 04 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. : _____
Tanggal : _____

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Mulyanto, M.Si
NIP. 19600317 198602 1 001
Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

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

Mengetahui
Ketua Jurusan

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

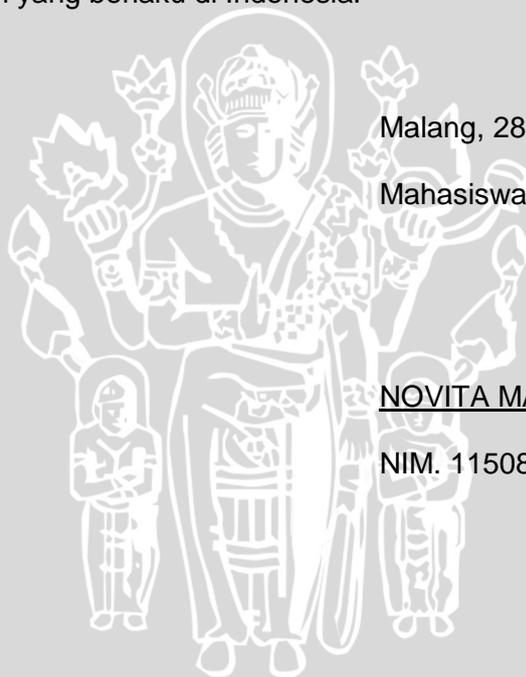
Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan penelitian Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 28 Juli 2015

Mahasiswa,

NOVITA MAYA HAZIZA

NIM. 115080101111049



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu kelancaran penelitian hingga penulisan laporan Skripsi ini dapat terselesaikan.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS selaku dosen pembimbing 1 dan Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS selaku dosen pembimbing 2 atas kesediaan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis hingga terselesaikannya laporan ini.
3. Ir, Putut Widjanarko, MP selaku dosen penguji 1 dan Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku dosen penguji 2 atas kesediaan waktunya untuk menjadi dosen penguji..
4. Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan dan Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan
5. Kepada Ayah dan Ibu tercinta, terima kasih atas dorongan yang kuat, kebijaksanaan dan do'a restunya.
6. Teman-teman di program studi Manajemen Sumberdaya Perairan atas bantuannya selama ini.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah berperan dalam terselesaikannya laporan ini.

Malang, 28 Juli 2015

Penulis

RINGKASAN

NOVITA MAYA HAZIZA. Skripsi tentang Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dari *Azolla microphylla* dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. (dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. ENDANG YULI H., MS.** dan **Dr. Ir. MOHAMMAD MAHMUD, MS.**)

Berbagai kajian ekologis banyak membahas mengenai peranan fitoplankton sebagai pakan alami bagi biota-biota perairan, khususnya bagi biota perairan yang bersifat herbivora. Pada saat ini banyak jenis-jenis fitoplankton yang dibudidayakan sebagai pakan alami. Salah satu jenis fitoplankton yang dibudidayakan sebagai pakan alami adalah *Chlorella* sp. Mikroalga *Chlorella* sp. memiliki potensi sebagai pakan alami, pakan ternak, suplemen, serta penghasil komponen bioaktif bahan farmasi dan kedokteran. Dalam budidaya pakan alami pupuk digunakan untuk menumbuhkan fitoplankton, salah satunya adalah pupuk organik dari *Azolla microphylla*. Dimana pupuk organik ini dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015 di Laboratorium Hidrobiologi Perairan, serta Laboratorium Nutrisi dan Pakan Alami Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Sedangkan uji kandungan dari pupuk organik *Azolla microphylla* dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan dari penelitian ini adalah pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. Pemberian dosis yang berbeda pada tiap perlakuan berdasarkan kandungan nitrat yang dibutuhkan oleh *Chlorella* sp. yaitu sebesar A (0,5 mg/l), B (1 mg/l), C (1,5 mg/l) dan D (2 mg/l).

Pengambilan data yang dilakukan adalah data primer dan data sekunder. Adapun data primer terdiri dari perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp., serta pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat. Sedangkan data sekunder terdiri dari informasi-informasi mengenai literatur yang diperoleh dari jurnal, situs internet, buku serta laporan penelitian lainnya.

Hasil penelitian diperoleh jumlah kelimpahan tertinggi didapat pada perlakuan C (dosis 1,5 mg/l) yaitu $14,18 \times 10^4$ sel/ml, yang kemudian diikuti perlakuan A (dosis 0,5 mg/l) yaitu $13,95 \times 10^4$ sel/ml, perlakuan D (dosis 2 mg/l) yaitu $11,64 \times 10^4$ sel/ml, perlakuan B (dosis 1 mg/l) yaitu $11,58 \times 10^4$ sel/ml dan perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l) yaitu $9,22 \times 10^4$ sel/ml.

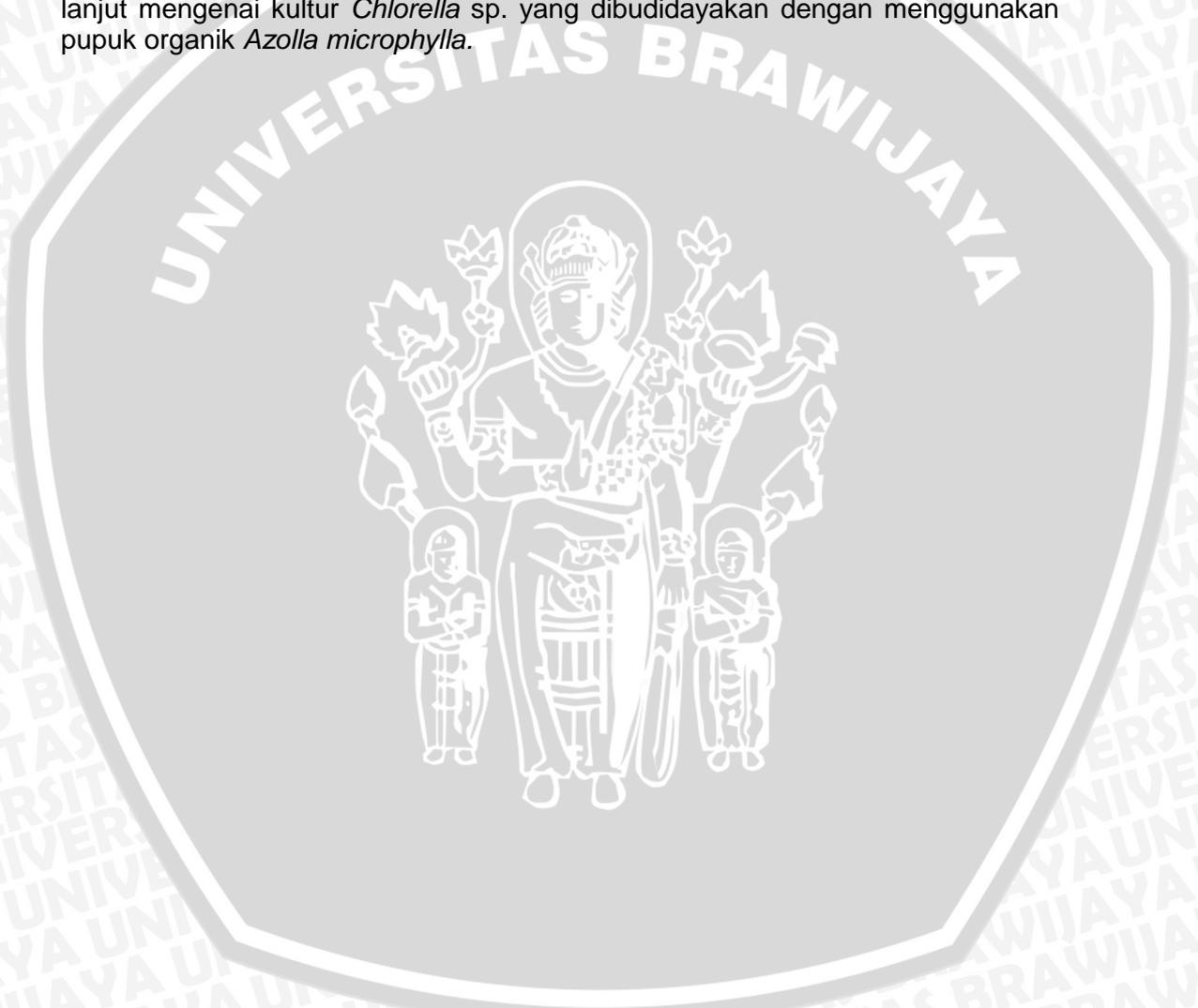
Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. dapat dilihat dari f Tabel 5% (2,43) < f Hitung (21,19) > f Tabel 1% (3,45), berarti H_1 diterima yang artinya pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

Kisaran parameter kualitas air pada media pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu suhu 26,04-26,12 °C, pH 7,98-8,76, salinitas 33,71-34,07 ppt, DO 6,82-6,87 mg/l,

nitrat 1,37-2,02 mg/l, dan fosfat 0,42-1,35 mg/l. Dapat disimpulkan bahwa kisaran kualitas air tersebut masih tergolong baik dan masih layak digunakan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran kualitas air selama penelitian masih dalam batas toleransi pertumbuhan *Chlorella* sp. Selain itu, dengan adanya pemberian perlakuan pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda pada kelimpahan *Chlorella* sp. menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata yaitu dengan adanya hasil analisis ragam f Tabel 5% (2,43) $<$ f Hitung (21,19) $>$ f Tabel 1% (3,45).

Adapun saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian adalah pupuk organik dari *Azolla microphylla* layak digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik yang murah, ramah lingkungan dan memiliki kandungan unsur hara yang tinggi. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kultur *Chlorella* sp. yang dibudidayakan dengan menggunakan pupuk organik *Azolla microphylla*.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dari *Azolla microphylla* dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp." ini. Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Dalam tulisan Laporan Skripsi ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi penggunaan pupuk organik dari *Azolla microphylla*, kelimpahan *Chlorella* sp. serta analisis kualitas air meliputi parameter fisika (suhu) dan parameter kimia (ph, DO, salinitas, nitrat dan fosfat) yang bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air yang baik dalam media tumbuh *Chlorella* sp. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menambah wacana baru dalam pemanfaatan pupuk organik dari *Azolla microphylla* terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

Sangat disadari bahwa dengan keterbatasan yang dimiliki penulis, masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 28 Juli 2015

Penulis

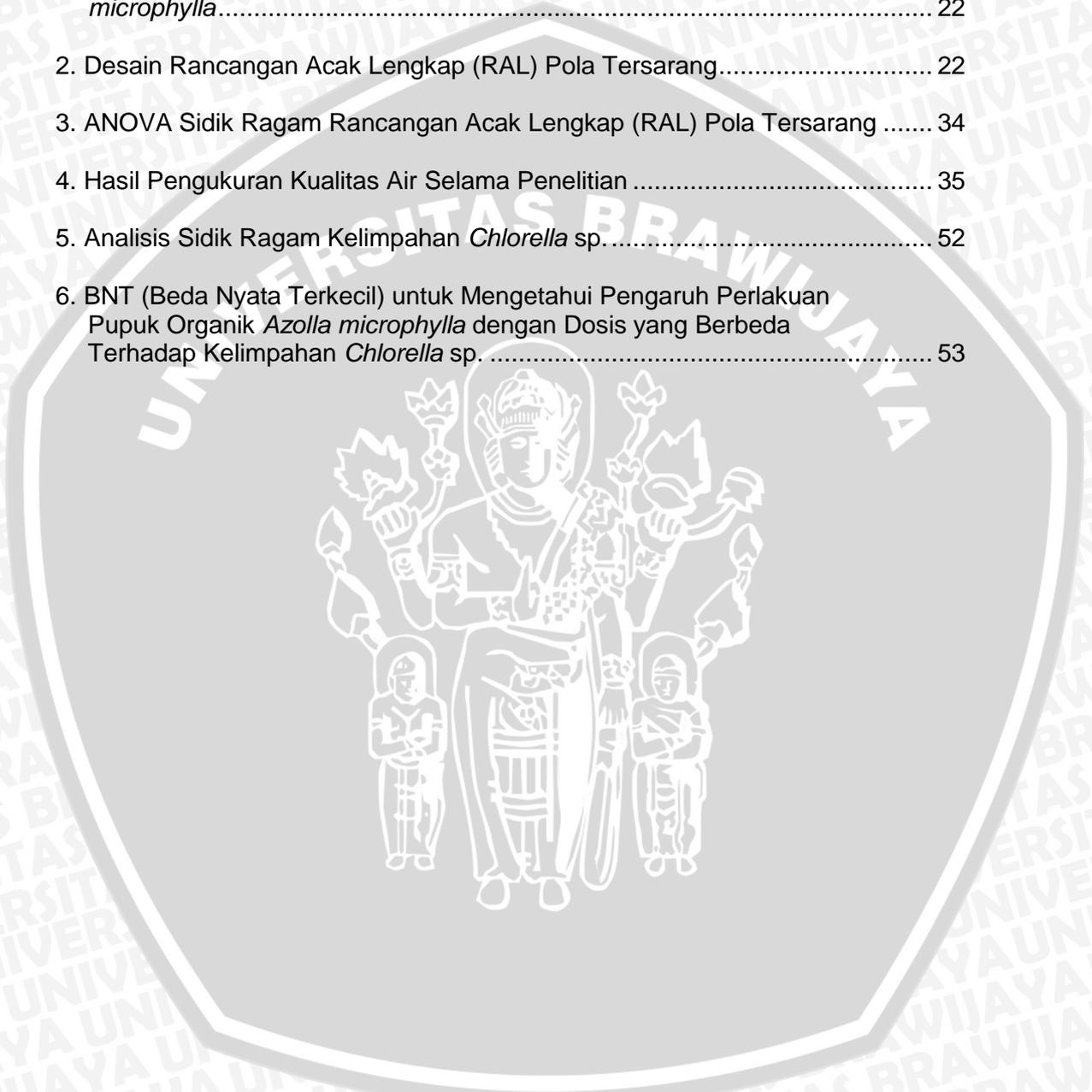
DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
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 Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Chlorella</i> sp.	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Chlorella</i> sp.	6
2.1.2 Siklus Hidup <i>Chlorella</i> sp.	7
2.1.3 Habitat dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp.	9
2.1.4 Manfaat dan Nilai Nutrisi <i>Chlorella</i> sp.	11
2.2 Pupuk	12
2.2.1 Definisi Pupuk dan Pemupukan	12
2.2.2 Jenis Pupuk	12
2.2.3 Pupuk Organik dari <i>Azolla microphylla</i>	14
2.3 Parameter Kualitas Air	15
2.3.1 Suhu	15
2.3.2 pH	15
2.3.3 Oksigen Terlarut (DO)	16
2.3.4 Salinitas	16
2.3.5 Nitrat	17
2.3.6 Fosfat	17
2.4 Cahaya	18
2.5 Aerasi	19
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	20
3.1 Materi Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.3.1 Pengambilan Data Penelitian	21
3.4 Rancangan Penelitian	21

3.5	Prosedur Penelitian.....	23
3.5.1	Sterilisasi Alat dan Media Penelitian.....	24
3.5.2	Persiapan Penelitian.....	25
3.5.3	Prosedur Pengomposan <i>Azolla microphylla</i>	26
3.5.4	Prosedur Penggunaan Pupuk Organik dari <i>Azolla microphylla</i> pada Media Kultur.....	27
3.5.5	Prosedur Analisis Uji Kandungan NO ₃ , PO ₄ , K, C, dan N total Pupuk Organik dari <i>Azolla microphylla</i>	27
3.5.6	Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.6	Prosedur Pengukuran Kualitas Air.....	30
3.6.1	Suhu.....	30
3.6.2	pH.....	31
3.6.3	Oksigen Terlarut (DO).....	31
3.6.4	Salinitas.....	31
3.6.5	Nitrat.....	31
3.6.6	Fosfat.....	32
3.7	Prosedur Perhitungan Pertumbuhan Populasi <i>Chlorella sp</i>	32
3.8	Analisis Data.....	33
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Kualitas Air.....	35
4.1.1	Suhu.....	35
4.1.2	Derajat Keasaman (pH).....	37
4.1.3	Salinitas.....	39
4.1.4	Oksigen Terlarut (DO).....	41
4.1.5	Nitrat.....	42
4.1.6	Fosfat.....	45
4.2	Kelimpahan <i>Chlorella sp</i>	46
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA.....	56
	LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Anaisis Kandungan Unsur Hara dalam Pupuk Organik <i>Azolla microphylla</i>	22
2. Desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Tersarang.....	22
3. ANOVA Sidik Ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Tersarang	34
4. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian	35
5. Analisis Sidik Ragam Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp.....	52
6. BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk Mengetahui Pengaruh Perlakuan Pupuk Organik <i>Azolla microphylla</i> dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp.....	53

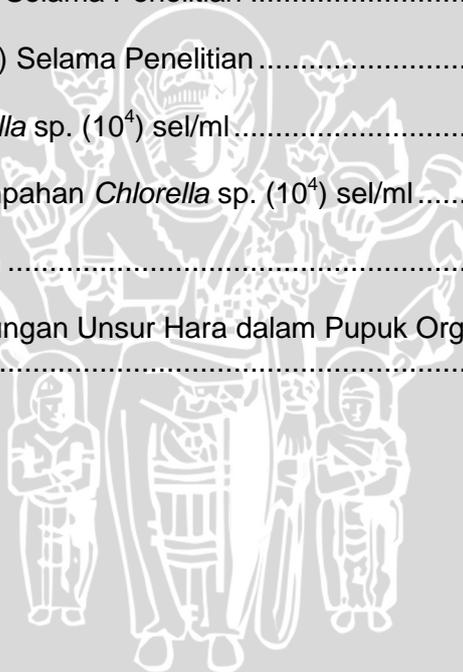


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Chlorella</i> sp.....	6
2. Fase Pertumbuhan Mikroalga.....	9
3. Denah Percobaan.....	23
4. Diagram Rata-rata Pengukuran Suhu (°C) pada Media Kultur <i>Chlorella</i> sp....	36
5. Diagram Rata-rata Pengukuran pH pada Media Kultur <i>Chlorella</i> sp.....	38
6. Diagram Rata-rata Pengukuran Salinitas (ppt) pada Media Kultur <i>Chlorella</i> sp.....	40
7. Diagram Rata-rata Pengukuran DO (mg/l) pada Media Kultur <i>Chlorella</i> sp....	41
8. Diagram Rata-rata Pengukuran Nitrat (mg/l) pada Media Kultur <i>Chlorella</i> sp.....	43
9. Diagram Rata-rata Pengukuran Fosfat (mg/l) pada Media Kultur <i>Chlorella</i> sp.....	45
10. Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. (sel/ml) yang diberi perlakuan pupuk organik <i>Azolla microphylla</i> dengan dosis yang berbeda.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	61
2. Perhitungan Dosis yang Digunakan dalam Penelitian.....	62
3. Pengukuran Suhu (°C) Selama Penelitian.....	63
4. Pengukuran pH Selama Penelitian	64
5. Pengukuran Salinitas (ppt) Selama Penelitian	65
6. Pengukuran DO (mg/l) Selama Penelitian.....	66
7. Pengukuran Nitrat (mg/l) Selama Penelitian	67
8. Pengukuran Fosfat (mg/l) Selama Penelitian	68
9. Data Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. (10^4) sel/ml.....	69
10. Perhitungan Data Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. (10^4) sel/ml.....	70
11. Dokumentasi Penelitian	74
12. Hasil Analisis Uji Kandungan Unsur Hara dalam Pupuk Organik <i>Azolla microphylla</i>	77



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai kajian ekologis banyak membahas mengenai peranan fitoplankton sebagai pakan alami bagi biota-biota perairan, khususnya bagi biota perairan yang bersifat herbivora. Dimana potensi fitoplankton juga telah banyak dikenali dalam suatu usaha pembenihan ikan dan udang pada *hatchery*. Jenis-jenis fitoplankton yang banyak dibudidayakan sebagai pakan alami yaitu *Skeletonema costatum*, *Dunaliella* sp., *Tetraselmis chuii*, *Chlorella* sp., *Chaetoceros calcitrans* dan lain-lain (Erlina *et al.*, 2004).

Salah satu jenis fitoplankton yang banyak dibudidayakan sebagai pakan alami adalah *Chlorella* sp. *Chlorella* sp. merupakan alga uniselular berwarna hijau, memiliki ukuran mikroskopis, selnya berdiameter 3-8 μm , berbentuk bulat, tidak dapat bergerak aktif karena tidak memiliki flagella, memiliki dinding sel yang terdiri dari selulosa dan pektin, serta memiliki satu buah inti sel dan satu kloroplas pada setiap selnya. *Chlorella* sp. biasanya terdapat di perairan payau, laut dan tawar, maka *Chlorella* sp. dapat dikatakan sebagai alga yang bersifat kosmopolit (Kumar dan Singh, 1976).

Salah satu mikroalga jenis *Chlorella* sp. memiliki potensi sebagai pakan alami, pakan ternak, suplemen, serta penghasil komponen bioaktif bahan farmasi dan kedokteran. Hal ini yang menyebabkan pada saat ini mulai banyak dibudidayakan *Chlorella* sp. yang salah satunya yaitu dengan menggunakan teknik kultur. Keberhasilan teknik kultur *Chlorella* sp. itu sendiri, bergantung pada kesesuaian antara jenis mikroalga yang dibudidayakan dengan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga tersebut (Prihantini *et al.*, 2005). Sedangkan menurut Setyowati (2006), tujuan dari pelaksanaan kultur fitoplankton pada skala laboratorium yaitu untuk

mendapatkan dan menjaga agar fitoplankton tetap monospesifik, untuk mendapatkan persediaan bibit untuk skala massal, untuk melakukan pemeliharaan dari jenis fitoplankton yang dikoleksi, serta untuk melakukan penyuburan media kultur untuk meningkatkan populasi fitoplankton.

Pemenuhan pakan alami dalam jumlah besar dan waktu yang relatif singkat dilakukan dengan menambahkan pupuk organik atau pupuk anorganik ke dalam perairan, yang biasa disebut dengan pemupukan. Dimana pemupukan merupakan salah satu cara menambahkan unsur hara ke dalam perairan dengan menumbuhkan plankton sebagai pakan alami ikan untuk meningkatkan produksi ikan. Selain itu, pupuk juga sangat berperan penting dalam menyeimbangkan unsur hara bagi pertumbuhan fitoplankton, dengan maksud agar tercapai hasil produksi yang optimal (Subarijanti, 1990).

Dua syarat yang perlu diperhatikan agar pemupukan efisien yaitu adanya syarat kuantitatif dan kualitatif. Syarat kuantitatif berkaitan dengan penggunaan dosis pupuk yang tepat sesuai dengan kesuburan tanah, sedangkan syarat kualitatif berkaitan dengan jenis pupuk yang digunakan, waktu dan penempatan pupuk (Nugroho *et al.*, 1999). Jika dalam pemupukan penggunaan pupuk anorganik terus menerus digunakan tanpa diimbangi dengan pupuk organik, hal ini dapat merusak sifat fisik tanah dan sifat khas dari permukaan tanah.

Pupuk *Azolla* adalah salah satu pupuk organik yang dapat digunakan dalam budidaya pakan alami. Pupuk ini dipilih karena dapat mempertahankan kesuburan tanah. Selain itu, di dalam pupuk *Azolla* banyak terdapat kandungan unsur hara yang tinggi dibandingkan dengan pupuk lainnya. Pupuk *Azolla* juga dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik (Djojosoewito, 2000).

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp., diantaranya suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, karbondioksida, intensitas

cahaya matahari dan unsur hara. Penambahan unsur hara sering dilakukan di dalam kegiatan budidaya pakan alami. Hal ini disebabkan karena air sebagai media *Chlorella* sp. hanya memiliki kandungan nutrisi yang terbatas. Oleh karena itu, perlunya penambahan nutrisi yang berasal dari luar dilakukan dengan cara menambahkan pupuk ke dalam perairan. Pada penelitian ini pupuk *Azolla microphylla* digunakan sebagai pupuk organik untuk menumbuhkan *Chlorella* sp. Pupuk ini digunakan karena harganya murah, memiliki manfaat tinggi, tidak merusak fisik tanah dan merupakan salah satu pupuk alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti pupuk anorganik. Adanya pengaruh yang berbeda terhadap penggunaan pupuk organik dan pupuk anorganik, maka dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. sebagai pakan alami ikan.

1.2 Rumusan Masalah

Pupuk di dalam dunia perikanan baik pupuk organik maupun pupuk anorganik, banyak digunakan sebagai bahan yang ditambahkan pada kolam atau tambak untuk mencukupi kebutuhan unsur hara yang diperlukan oleh organisme perairan. Dimana pemupukan juga bermanfaat untuk menumbuhkan plankton sebagai pakan alami ikan.

Azolla microphylla merupakan salah satu tumbuhan air yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari alam dan memiliki banyak kandungan bahan organik. Pupuk organik dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya karena adanya kandungan unsur hara yang tinggi. Salah satu fitoplankton yang memanfaatkan kandungan dari pupuk organik itu adalah *Chlorella* sp. Adanya kandungan gizi lengkap yang dimiliki oleh *Chlorella* sp., maka *Chlorella* sp. sangat berpotensi untuk dibudidayakan.

Berdasarkan uraian di atas, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi mahasiswa dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan pupuk organik yang dapat digunakan untuk menumbuhkan *Chlorella* sp. sebagai pakan alami ikan.
2. Bagi masyarakat diharapkan dapat digunakan sebagai penunjang dalam penggunaan pupuk organik sebagai pupuk alternatif lain untuk menumbuhkan pakan alami, sehingga dapat mengurangi penggunaan dari pupuk anorganik.

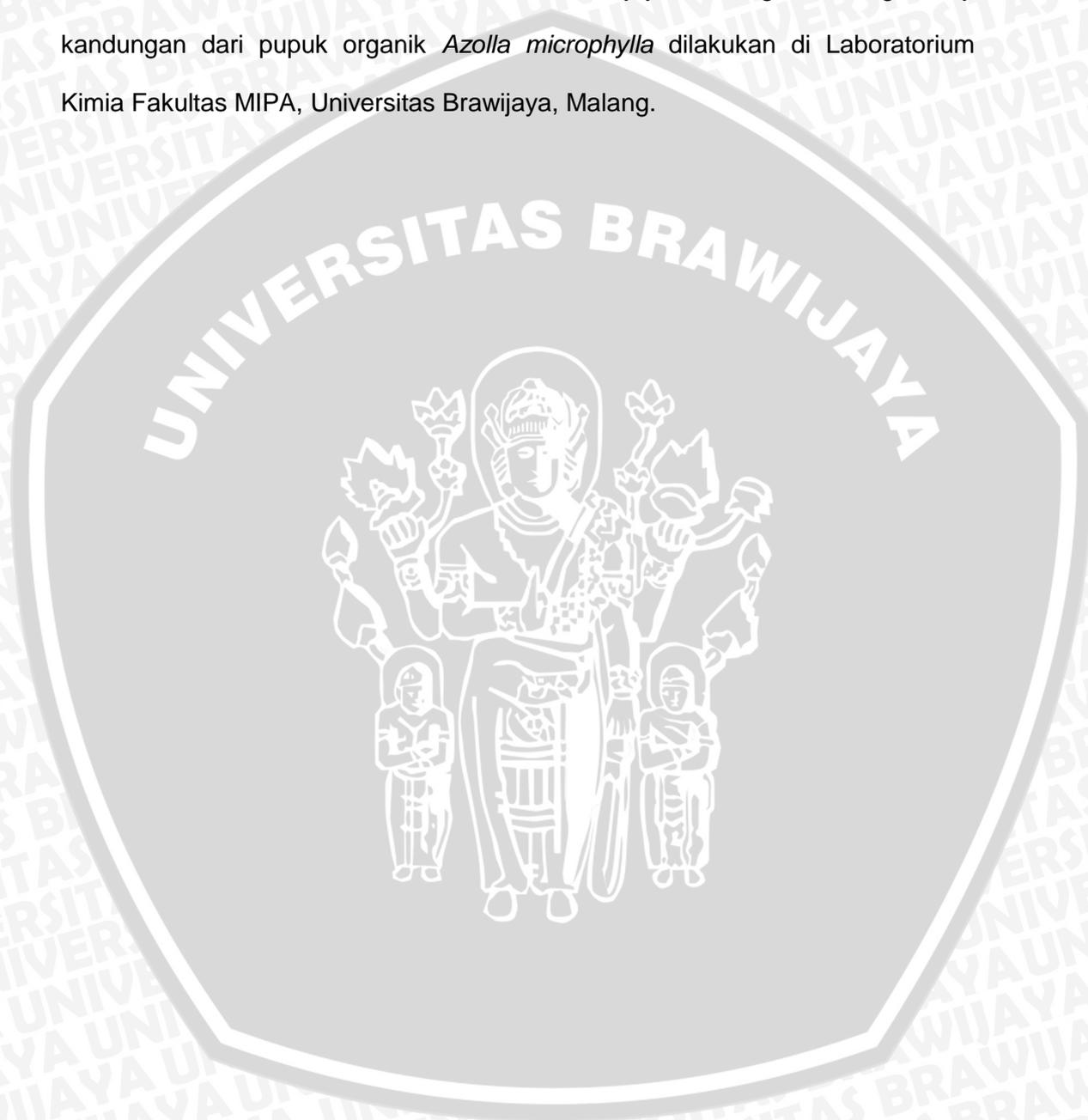
1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga dengan pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

H_1 : Diduga dengan pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015 di Laboratorium Hidrobiologi Perairan, serta Laboratorium Nutrisi dan Pakan Alami Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Sedangkan uji kandungan dari pupuk organik *Azolla microphylla* dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Chlorella* sp.

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Chlorella* sp.

Menurut Bold dan Wynne (1985), klasifikasi *Chlorella* sp. adalah sebagai berikut.

Divisi : Chlorophyta

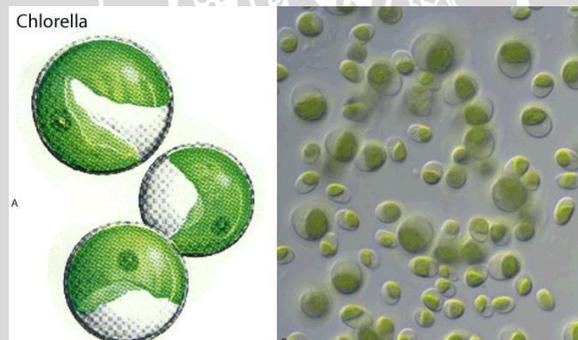
Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Chlorococcales

Famili : Oocystaceae

Genus : *Chlorella*

Spesies : *Chlorella* sp.



Gambar 1. *Chlorella* sp.
(Prabowo, 2009)

Chlorella sp. merupakan salah satu organisme autotrof, yaitu organisme yang mampu membuat makanannya sendiri. *Chlorella* sp. memiliki karakteristik ini dikarenakan mempunyai pigmen klorofil, sehingga dapat melakukan fotosintesis (Pitriana dan Rahmatia, 2008). *Chlorella* sp. memiliki bentuk sel bulat menyerupai bola, tidak bergerak, dengan dinding sel tebal dan ukuran sel antara 3-8 μm . *Chlorella* sp. yang berwarna hijau cerah ini, tidak memiliki bulu cambuk sehingga tidak dapat bergerak aktif (Kuncoro, 2004).

Chlorella sp. memiliki bentuk sel yang bervariasi seperti bola atau bulat telur. Permukaan sel yang dimiliki oleh *Chlorella* sp. dilindungi oleh dinding sel yang terbuat dari selulosa. Sel-sel tersebut dapat bertahan hidup di alam bebas dan terkadang juga ada yang membentuk koloni maupun individu, serta tidak dapat bergerak. Di dalam sel tersebut terdapat inti sel yang memiliki cadangan makanan yang terbuat dari polisakarida. Selain itu, mitokondria yang dimiliki oleh *Chlorella* sp. juga berfungsi sebagai sumber energi bagi sel tersebut (Labina, 1994 dalam Ali, 2013).

2.1.2 Siklus Hidup *Chlorella* sp.

Perkembangbiakan *Chlorella* sp. terjadi secara vegetatif. Pada tahapan pembelahan sel, tiap-tiap sel induk membelah dengan menghasilkan 4,8 atau 16 autospora yang dibebaskan secara bersamaan dengan pecahnya sel induk. Perkembangbiakan sel diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar, kemudian dilanjutkan dengan terjadinya peningkatan aktivitas sintesa sebagai persiapan dari pembentukan autospora dan diikuti dengan pelepasan autospora (Bold dan Wynne, 1985).

Menurut Afandi (2003) dalam Ali (2013), perkembangbiakan *Chlorella* sp. terjadi secara aseksual, yaitu dengan mengeluarkan beberapa spora dari sel induknya (perkembangbiakan sel). Dalam keadaan normal pembelahan sel dapat terjadi sekali dalam sehari. Tahapan-tahapan pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dibedakan sebagai berikut.

1. Tingkat pertumbuhan, pada tingkat ini terjadi penambahan besarnya sel.
2. Tingkat pemasakan dini, pada tingkat ini terjadi beberapa proses persiapan pembentukan sel baru.
3. Tingkat pemasakan akhir, pada tingkat ini terjadi pembentukan sel induk muda.

4. Tingkat pelepasan sel.

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

a) Fase Lag (Adaptasi)

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

b) Fase Logaritmik (Ekspansional)

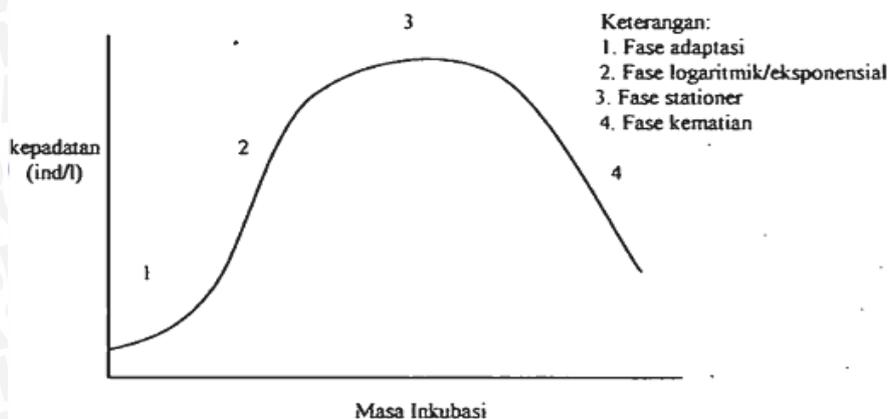
Pada fase ini diawali oleh pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap pada kondisi kultur optimum. Pada fase ini laju pertumbuhan mencapai maksimal karena sel melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya.

c) Fase Stasioner

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

d) Fase Kematian

Fase yang terakhir adalah fase kematian dimana laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksi. Jumlah sel menurun secara geometrik. Penurunan kepadatan mikroalga ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH air, jumlah hara yang ada dan beberapa kondisi lingkungan yang lain.



Gambar 2. Fase Pertumbuhan Mikroalga
(Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

2.1.3 Habitat dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Menurut Labina (1994) dalam Ali (2013), *Chlorella* sp. dapat hidup di air tawar, air payau, ataupun di air laut. Selain itu, *Chlorella* sp. juga memiliki suatu kemampuan untuk bertahan hidup terhadap perubahan lingkungan yang terjadi secara tiba-tiba, baik berupa suhu, salinitas, maupun pH.

Menurut Prabowo (2009), berdasarkan habitatnya *Chlorella* sp. dapat dibedakan menjadi *Chlorella* air laut dan *Chlorella* air tawar. *Chlorella* air laut dapat mentolerir kadar salinitas antara 33-40 ppt, sedangkan *Chlorella* air tawar dapat mentolerir kadar salinitas hingga 5 ppt. Beberapa spesies dari *Chlorella* air laut dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang relatif bervariasi. Sedangkan untuk *Chlorella* sp. pada umumnya pada salinitas 25-34 ppt dapat tumbuh optimal, pada salinitas 15 ppt akan tumbuh lambat dan pada salinitas 0-60 ppt tidak dapat tumbuh.

Proses pertumbuhan *Chlorella* sp. sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan. Menurut Dewi dan Gultom (2009), faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. adalah:

1. Suhu

Suhu yang tinggi sangat dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk proses pertumbuhan. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. sebesar 30 °C.

2. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya yang diperlukan *Chlorella* sp. untuk proses fotosintesis sebesar 4000-3000 lux.

3. pH

Nilai pH optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 6,6-7,3.

4. Oksigen terlarut

Di perairan oksigen terlarut berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis. *Chlorella* sp. membutuhkan oksigen untuk proses respirasi. Kadar oksigen terlarut yang berkisar antara 3-5 mg/l kurang produktif, 5-7 mg/l memiliki produktifitas tinggi dan lebih dari 7 mg/l produktivitasnya sangat tinggi.

5. Unsur hara

Alga membutuhkan unsur-unsur, baik yang berupa mikro maupun makro untuk pertumbuhannya. Makronutrien merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar, meliputi C, H, O, N, P, K, S, Si, Ca dan Cl. Sedangkan mikronutrien adalah unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dan merupakan koenzim yang meliputi Mn, Fe, Zn, Cu dan Mg.

6. Karbondioksida

Karbon adalah salah satu makronutrien yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan *Chlorella* sp. Salah satu sumber karbon di perairan adalah

CO₂. Dimana CO₂ secara langsung berfungsi sebagai bahan untuk fotosintesis.

7. Salinitas

Salinitas dapat mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmosis air. Semakin tinggi salinitas perairan, maka semakin tinggi pula tekanan osmotik. Tekanan osmotik yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan *Chlorella* sp. Salinitas optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah 25-28 ppt.

2.1.4 Manfaat dan Nilai Nutrisi *Chlorella* sp.

Banyak manfaat yang dimiliki oleh *Chlorella* sp., diantaranya yaitu sebagai makanan kesehatan (*health food*) maupun *food additive* yang berfungsi untuk meningkatkan kandungan gizi suatu bahan makanan. Banyaknya manfaat yang dimiliki oleh *Chlorella* sp. ini dikarenakan adanya kandungan gizi yang lengkap yang dimiliki oleh *Chlorella* sp., seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, serat, klorofil, β -carotene dan *Chlorella Growth Factor* (CGF). Kandungan gizi yang dimiliki oleh *Chlorella* sp. yaitu 60,5% protein, 11% lemak, 20,1% karbohidrat, 4,6% mineral dan serat 0,2% (Wenno *et al.*, 2010). Sedangkan menurut Wigajatri *et al.*, (2003) dari banyaknya jenis fitoplankton, *Chlorella* sp. adalah salah satu jenis fitoplankton yang memiliki banyak manfaat diantaranya yaitu sebagai nutrisi tambahan untuk manusia, pakan ternak dan biofilter limbah.

Chlorella sp. memiliki dinding sangat tebal yang terdiri dari 27% protein, 9,2% lemak, 15,4% selulosa, 31% hemiselulosa, 3,3% glukosamin dan 5,2% abu yang banyak mengandung zat besi serta kapur. Dari berbagai penelitian tentang dinding sel yang dimiliki oleh *Chlorella* sp., dinding sel yang utuh dapat dimanfaatkan sebagai salah satu perangsang sistem kekebalan tubuh, menyerap

kolesterol, menyerap racun dan merangsang limfosit dinding usus. Tetapi untuk pemanfaatan *Chlorella* sp. sebagai bahan pangan alternatif, seluruh dinding selnya harus dipecahkan dan dipisahkan. Sedangkan pemanfaatan *Chlorella* sp. sebagai bahan makanan kesehatan memerlukan sebagian dinding sel dalam keadaan utuh (Wijoseno, 2011).

2.2 Pupuk

2.2.1 Definisi Pupuk dan Pemupukan

Pupuk merupakan suatu bahan yang ditambahkan ke tanah ataupun tanaman yang bertujuan untuk melengkapi ketersediaan unsur hara dalam tanah. Dalam arti luas, pupuk adalah suatu bahan yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, kimia, ataupun biologi tanah sehingga memiliki kandungan unsur hara yang baik (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Sedangkan menurut Subarijanti (2005), pemupukan merupakan salah satu usaha dengan menambahkan unsur-unsur hara organik ataupun anorganik ke dalam kolam dengan maksud untuk meningkatkan produksi ikan dengan cara menumbuhkan plankton sebagai pakan alami. Pemupukan selain bermaksud menambahkan unsur-unsur hara untuk pertumbuhan alga sebagai pakan alami juga bermaksud agar dicapai kondisi media yang baik untuk pertumbuhan pakan alami secara maksimal. Keberhasilan pemupukan ini tentu saja tergantung pada teknik pengelolaannya baik tanah kolam atau tambak maupun waktu dan dosis yang diberikan. Untuk itu penggunaannya harus efektif dan efisien, sehingga dapat berhasil dan berguna.

2.2.2 Jenis Pupuk

Pupuk digolongkan menjadi dua, yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik merupakan jenis pupuk yang terbuat dari sisa-sisa makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh bakteri pengurai.

Contohnya adalah pupuk kompos dan pupuk kandang. Sedangkan pupuk anorganik atau pupuk buatan merupakan jenis pupuk yang dibuat oleh pabrik dengan cara mencampur berbagai bahan kimia, sehingga memiliki persentase kandungan hara yang tinggi. Contoh pupuk anorganik adalah urea, TSP dan Gandasil (Novizan, 2002).

Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), klasifikasi pupuk dapat digolongkan sebagai berikut.

a. Berdasarkan asalnya, pupuk dibedakan menjadi:

- 1) Pupuk alam, yakni pupuk yang terdapat di alam atau dibuat dari bahan alam dengan bantuan bakteri pengurai. Misalnya pupuk kompos, pupuk kandang, guano dan pupuk hijau.
- 2) Pupuk buatan, yakni pupuk yang dibuat oleh pabrik. Misalnya TSP, urea, rustika dan nitrophoska.

b. Berdasarkan senyawanya, pupuk dibedakan menjadi:

- 1) Pupuk organik, yakni pupuk yang berupa senyawa organik.
- 2) Pupuk anorganik, yakni pupuk dari senyawa anorganik.

c. Berdasarkan fasenya, pupuk dibedakan menjadi:

- 1) Pupuk padat, yaitu pupuk yang umumnya mempunyai kelarutan beragam mulai yang mudah larut air sampai yang sukar larut air.
- 2) Pupuk cair, yaitu pupuk berupa cairan yang cara penggunaannya dilarutkan terlebih dahulu dengan air.

d. Berdasarkan cara penggunaan pupuknya, pupuk dibedakan menjadi:

- 1) Pupuk daun, yaitu pupuk yang cara pemupukan dilarutkan terlebih dahulu dalam air, kemudian disemprotkan pada permukaan daun.
- 2) Pupuk akar atau pupuk tanah, yakni pupuk yang diberikan ke dalam tanah di sekitar akar agar diserap oleh akar tanaman.

e. Berdasarkan reaksi fisiologisnya, pupuk dibedakan menjadi:

- 1) Pupuk yang mempunyai reaksi fisiologis asam.
- 2) Pupuk yang mempunyai reaksi fisiologis basa.

2.2.3 Pupuk Organik dari *Azolla microphylla*

Azolla adalah tumbuhan air yang bersimbiosis dengan ganggang biru (*Anabaena azollae*). Kandungan protein dalam *Azolla* cukup tinggi berkisar antara 13-30% berat kering. Dengan adanya kandungan protein dalam *Azolla* yang sangat tinggi dapat dijadikan sebagai pakan alternatif untuk ternak (Etikawati dan Jutono, 2000).

Tumbuhan air yang banyak dikembangkan menjadi pupuk hijau adalah *Azolla* (*A. mexicana*, *A. microphylla*, *A. pinnata*, *A. japonica*, *A. filiculoides*, *A. nilotica*, dan *A. caroliniana*). Penggunaan *Azolla* sebagai pupuk ini cukup potensial dikembangkan di lahan persawahan. Dalam penelitian dilaporkan penggunaan *Azolla* untuk budidaya padi sawah mampu memasok 20-4 kg N per hektar ke dalam tanah dan mampu meningkatkan hasil padi 19,23% atau 0,5 ton per hektar. Apabila penggunaan *Azolla* diberikaan dua kali yaitu sebelum dan sesudah tanam, peningkatan hasil padi bisa mencapai 38,46% atau 1 ton per hektar (Wongso, 2007).

Menurut Nugroho *et al.*, (1999), kompos *Azolla* merupakan pupuk organik yang digunakan sebagai pengganti dari pupuk anorganik serta membantu dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, serta biologi tanah sehingga sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan pupuk alami (termasuk kompos *Azolla*) sebagai pupuk tanah dapat meningkatkan kandungan C organik.

Dalam proses pembuatan pupuk organik dari *Azolla microphylla* ini melalui teknologi pengomposan dengan menggunakan cairan EM-4 (*Effective Microorganism*) yang berguna untuk mempercepat proses pengomposan. Em-4

merupakan campuran dari *Lactobacillus* sp., *Azobacter*, ragi, bakteri fotosintetik dan jamur pengurai selulosa. EM-4 ini digunakan untuk fermentasi bahan organik. Bakteri fotosintetik merupakan mikroorganisme utama EM-4 membentuk zat-zat yang berguna berupa asam amino, asam nukleat, zat bioaktif dan gula yang berfungsi untuk mempercepat proses dekomposisi dimana meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme (Wididana dan Muntoyah, 1999).

2.3 Parameter Kualitas Air

2.3.1 Suhu

Suhu dapat berdampak langsung dan tidak langsung terhadap fitoplankton. Efek yang berdampak langsung adalah toleransi terhadap keadaan suhu, sedangkan efek yang berdampak tidak langsung yaitu melalui lingkungan (Sudaryanti, 1989). Umumnya spesies mikroalga yang dibudidaya toleran terhadap suhu 16-27°C. Suhu yang optimal dalam budidaya fitoplankton berkisar antara 20-24°C (Ekawati, 2005).

Chlorella sp. merupakan salah satu jenis alga yang mampu menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Menurut Wahyudi (1999), suhu optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 23-30°C.

2.3.2 pH

Nilai pH merupakan parameter yang sangat penting dalam pemantauan kualitas perairan. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen terlarut dan adanya ion-ion (Nur, 2006). Biasanya kisaran pH yang digunakan dalam budidaya alga berkisaran antara 7-9, sedangkan kisaran pH yang optimal berkisar antara 8,2-8,7. Kegagalan yang biasa terjadi dalam budidaya alga disebabkan oleh kegagalan dalam mempertahankan pH pada media budidaya tersebut (Ekawati, 2005).

Kestabilan pH di suatu perairan perlu dipertahankan, karena pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme air, ketersediaan unsur P dalam air, serta daya racun amoniak dan H_2S dalam air (Subarijanti, 2000). pH yang optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 6,6-7,3 (Ohama dan Miyachi, 1992 *dalam* Dewi dan Gultom, 2009).

2.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan merupakan faktor penting bagi kehidupan organisme perairan karena diperlukan untuk proses pernafasan. Sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Fluktuasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain terutama pada saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsur kimia di perairan (Effendi, 2003).

Menurut Fox (1987) *dalam* Dewi dan Gultom (2009) mengatakan bahwa perkembangbiakan alga di laboratorium membutuhkan oksigen terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut berkisar antara 3-5 mg/l kurang produktif, kisaran 5-7 mg/l memiliki produktifitas yang tinggi dan kisaran di atas 7 mg/l produktifitasnya sangat tinggi.

2.3.4 Salinitas

Menurut Effendi (2003), salinitas merupakan konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam permil (‰), menggambarkan padatan total dalam air. Setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromide dan iodida digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi.

Salinitas dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang ada di perairan. Dimana salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmosis air. Semakin tinggi salinitas perairan, maka semakin tinggi pula tekanan osmotiknya. Tekanan

osmotik yang tinggi dapat mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. (Fachrullah, 2011). Salinitas yang optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 25-28 ppt (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.3.5 Nitrat

Senyawa nitrogen organik yang paling penting di perairan adalah nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Kedua senyawa tersebut merupakan sumber nitrogen penting bagi pertumbuhan autotrof (fitoplankton). Mikroorganisme berperan dalam metabolisme senyawa nitrogen dalam berbagai cara (Mintardjo et al., 1984 dalam Subarijanti, 1990).

Nutrien utama yang sangat dibutuhkan bagi fitoplankton untuk proses pertumbuhannya adalah nitrogen dalam bentuk nitrat. Bentuk nitrogen dalam perairan berdasarkan urutan peningkatan kandungannya dalam perairan adalah NO_2^- , NH_3 , NO_3^- dan NH_4^+ . Nitrat (NO_3^-) adalah nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dari alga. Nitrat-nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil dihasilkan dari oksidasi sempurna senyawa nitrogen di suatu perairan (Wiadnya, 1997).

2.3.6 Fosfat

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

Unsur fosfat dalam perairan terdapat dalam tiga bentuk yaitu ortofosfat, metafosfat dan polifosfat. Dari ketiga bentuk unsur fosfat tersebut, hanya ortofosfat yang dimanfaatkan oleh alga. Kebutuhan fosfat dan alga hanya dalam

jumlah tertentu saja dan tergantung jenisnya (Subarijanti, 1990). Sedangkan menurut Pristantiningrum (2004), unsur fosfat merupakan nutrien yang penting bagi segala bentuk kehidupan. Dalam perairan terutama air kolam, umumnya fosfat terdapat dalam jumlah yang kecil yaitu 0,5-0,10 mg/l, serta mempunyai mobilitas sangat kecil. Kebutuhan fosfat oleh alga hanya dalam jumlah tertentu tergantung dari jenisnya dan apabila sampai berlebihan akan mempengaruhi kesuburan perairan.

2.4 Cahaya

Intensitas cahaya merupakan faktor penting di dalam proses kultur pakan alami *Chlorella* sp. Cahaya dalam proses fotosintesis dibutuhkan sebagai sumber energi, karena di dalam proses fotosintesis terdiri dari reaksi gelap dan reaksi terang (fotoperiod) dengan adanya proses kimia dan fotokimia. Yang terpenting dalam fotoperiod adalah lamanya ada cahaya bukan intensitas cahaya, hal ini kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan mikroalga akan lama penyinaran yang ideal. Lamanya penyinaran ini dapat dimanipulasi (diperpanjang atau dipersingkat) yang biasa disebut dengan siklus gelap terang. Biasanya kultur alga yang dilakukan di laboratorium, menggunakan lampu TL 40 watt sebagai pengganti sinar matahari, karena periodisitas cahaya yang berlangsung memenuhi syarat dalam proses fotosintesis (Utami *et al.*, 2012).

Menurut Wahyudi (1999), faktor-faktor cahaya yang mempengaruhi kehidupan alga meliputi periodisitas, kualitas dan intensitas cahaya. Dimana periodisitas menggambarkan lamanya cahaya mengenai sel alga, sedangkan kualitas cahaya menggambarkan mengenai jenis cahaya, yang umumnya cahaya dengan panjang gelombang 400-700 milimikron. Intensitas cahaya sendiri menggambarkan mengenai banyaknya jumlah cahaya yang diterima.

2.5 Aerasi

Menurut Abuzar *et al.*, (2012), aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas, khususnya pada transfer gas oksigen ke dalam air. Adanya penambahan oksigen ke dalam air dapat membantu menguraikan limbah yang terdapat di dalam air tersebut, termasuk limbah bahan organik yang diuraikan menjadi bahan anorganik yang akan dimanfaatkan oleh alga untuk proses pertumbuhannya.

Aerasi dimanfaatkan untuk membantu agar tidak terjadi pengendapan alga dan memastikan bahwa alga yang hidup di dalam air bisa mendapatkan cahaya dan nutrisi yang sama. Aerasi digunakan dengan tujuan untuk mengurangi stratifikasi suhu dan menambah pertukaran gas di media dengan udara yang mana merupakan sumber penting karbon udara untuk proses fotosintesis dalam bentuk karbondioksida (Ekawati, 2005). Aerasi perlu dilakukan secara terus menerus agar *Chlorella* sp. tidak mengendap pada dasar tempat budidaya. Jika terjadi pengendapan, maka dapat menyebabkan *Chlorella* sp. tidak dapat berkembang dengan baik (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. Selain itu, juga dilakukan analisis kualitas air sebagai parameter pendukung dalam pertumbuhan *Chlorella* sp. Analisis kualitas air tersebut meliputi parameter fisika (suhu), parameter kimia (pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat), serta parameter biologi (perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp.).

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

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

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Setyanto (2005), metode eksperimen merupakan salah satu metode penelitian ilmiah dimana penelitian memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut. Sedangkan Issac dan Michael (1997) menyatakan bahwa penelitian eksperimen bertujuan untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan menggunakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen, dan kemudian membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan.

Tujuan dari metode eksperimen dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

3.3.1 Pengambilan Data Penelitian

Menurut Sugiono (2005), pengambilan data dapat dilakukan dalam berbagai *setting*, berbagai sumber dan berbagai cara. Bila dilihat dari sumber datanya, maka pengambilan data dapat menggunakan sumber data primer dan sumber data sekunder. Adapun data primer terdiri dari perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp., serta pengukuran kualitas air yang meliputi parameter fisika (suhu) dan parameter kimia (pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat). Sedangkan data sekunder terdiri dari informasi-informasi mengenai literatur yang diperoleh dari jurnal, situs internet, buku serta laporan penelitian lainnya.

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) tersarang, karena dalam penelitian ini menggunakan media atau tempat penelitian yang seragam atau homogen, sehingga banyak digunakan untuk penelitian laboratorium, rumah kaca dan peternakan (Sastrosupadi, 2000). Penelitian ini menggunakan rancangan bersarang untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. Setelah diberi perlakuan dengan menambahkan pupuk organik *Azolla microphylla*.

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini yaitu pemberian pupuk berdasarkan dari hasil uji kandungan nitrat pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda untuk setiap perlakuan yaitu 0 mg/l (0 mg/5L), 0,5 mg/l (0,167 mg/5L), 1 mg/l (0,335 mg/5L), 1,5 mg/l (0,503 mg/5L) dan 2 mg/l (0,671 mg/5L) yang dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Sebagai bahan yang akan digunakan sebagai pupuk organik, maka harus diketahui terlebih dahulu kandungan dari pupuk organik *Azolla microphylla*. Adapun hasil analisis

dari pupuk organik *Azolla microphylla* yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Unsur Hara dalam Pupuk Organik *Azolla microphylla*

Senyawa Kimia	Kadar (Berat Kering)
NO ₃	1,49 %
PO ₄	0,95 %
K	1,76 %
C	18,03 %
N	2,73 %

Menurut Lapu (1994) dalam Amini dan Syamdidi (2006), untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat tumbuh dengan baik kandungan nitrat antara 0,9-3,5 mg/l. Pada kadar nitrat di bawah 0,1 mg/l atau di atas 45 mg/l, nitrat dapat merupakan faktor pembatas kesuburan. Dengan mengetahui komposisi dari pupuk tersebut, maka dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan dosis dalam penelitian ini. Perhitungan dosis yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 2.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) tersarang dengan 5 perlakuan dan 3 kali pengulangan sehingga didapatkan 15 perlakuan. Adapun desain RAL tersarang adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang

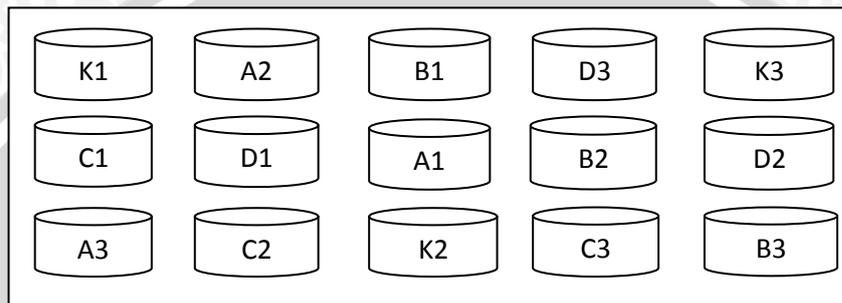
Dosis	Ulangan	Pengamatan hari ke-														Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
K	1	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₁₆	K ₁₇	K ₁₈	K ₁₉	K ₁₁₀	K ₁₁₁	K ₁₂	K ₁₁₃	K ₁₄	K ₁
	2	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₂₆	K ₂₇	K ₂₈	K ₂₉	K ₂₁₀	K ₂₁₁	K ₂₁₂	K ₂₁₃	K ₂₁₄	K ₂
	3	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₃₄	K ₃₅	K ₃₆	K ₃₇	K ₃₈	K ₃₉	K ₃₁₀	K ₃₁₁	K ₃₁₂	K ₃₁₃	K ₃₁₄	K ₃
Jumlah		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K...
-																
-																
-																
D	1	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄	D ₁₅	D ₁₆	D ₁₇	D ₁₈	D ₁₉	D ₁₁₀	D ₁₁₁	D ₁₁₂	D ₁₁₃	D ₁₁₄	D ₁
	2	D ₂₁	D ₂₂	D ₂₃	D ₂₄	D ₂₅	D ₂₆	D ₂₇	D ₂₈	D ₂₉	D ₂₁₀	D ₂₁₁	D ₂₁₂	D ₂₁₃	D ₂₁₄	D ₂
	3	D ₃₁	D ₃₂	D ₃₃	D ₃₄	D ₃₅	D ₃₆	D ₃₇	D ₃₈	D ₃₉	D ₃₁₀	D ₃₁₁	D ₃₁₂	D ₃₁₃	D ₃₁₄	D ₃
Jumlah		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄	D...

Keterangan:

K_{10} = nilai pengamatan hari ke-0 yang bersarang dalam kontrol pada ulangan ke-1

D_{314} = nilai pengamatan hari ke-14 yang bersarang dalam pupuk organik *Azolla microphylla* pada ulangan ke-3

Denah percobaan adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Denah Percobaan

Keterangan:

A = perlakuan dengan konsentrasi pupuk organik *Azolla microphylla* 0,5 mg/l

B = perlakuan dengan konsentrasi pupuk organik *Azolla microphylla* 1 mg/l

C = perlakuan dengan konsentrasi pupuk organik *Azolla microphylla* 1,5 mg/l

D = perlakuan dengan konsentrasi pupuk organik *Azolla microphylla* 2 mg/l

E = perlakuan kontrol tanpa menggunakan pupuk 0 mg/l

1, 2 dan 3 = ulangan

3.5 Prosedur Penelitian

Waktu pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari pengamatan, dengan menggunakan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Adapun parameter yang diamati yaitu parameter fisika meliputi suhu, parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, nitrat dan fosfat, serta parameter biologi meliputi perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp.

3.5.1 Sterilisasi Alat dan Media Penelitian

a. Sterilisasi Alat

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

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

b. Sterilisasi Air sebagai Media Kultur

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

1. Menuangkan air laut ke dalam panci.
2. Meletakkan panci berisi air laut ke atas kompor.
3. Merebus air laut sampai mendidih.

4. Menyaring air laut yang sudah direbus dengan menggunakan plankton net yang sudah disterilisasi agar tidak ada kotoran pada media kultur.
5. Menyimpan air laut yang sudah steril dan digunakan untuk pengkulturan.

3.5.2 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan Penunjang Lainnya

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

b. Persiapan Media *Chlorella* sp.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan media *Chlorella* sp. adalah:

1. Menyiapkan 15 toples dengan volume 5 liter yang telah steril.
2. Menyiapkan media untuk kultur *Chlorella* sp. menggunakan volume 5000 ml air laut dengan salinitas 30 ppt.
3. Memasukkan pupuk organik *Azolla microphylla* sesuai perlakuan dan diaerasi sampai tercampur rata.
4. Memasukkan bibit *Chlorella* sp. dengan kepadatan 2×10^4 sel/ml (Abdulgani *et al.*, 2007).

c. Persiapan Bibit *Chlorella* sp.

Menurut Boyd (1982), bibit *Chlorella* sp. yang diambil dari stok dihitung kepadatannya sebelum ditebar dengan rumus:

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan:

V_1 = volume stok *Chlorella* sp. yang akan ditebar (ml)

N_1 = jumlah *Chlorella* sp. yang akan digunakan untuk penebaran (sel/ml)

V_2 = volume *Chlorella* sp. yang terdapat pada toples

N_2 = jumlah *Chlorella* sp. yang dikehendaki pada penebaran awal (sel/ml)

Diketahui jumlah *Chlorella* sp. pada stok adalah 2×10^5 sel/ml, sedangkan jumlah *Chlorella* sp. yang dikehendaki pada penebaran awal adalah 2×10^4 sel/ml, maka volume *Chlorella* sp. yang diambil dari stok dan akan ditebar dapat dihitung sebagai berikut.

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$V_1 \times 2 \times 10^5 = 5000 \text{ ml} \times 2 \times 10^4$$

$$V_1 = 500 \text{ ml}$$

3.5.3 Prosedur Pengomposan *Azolla microphylla*

Adapun prosedur pengomposan *Azolla microphylla* di Laboratorium Pusat Pengembangan dan Bioteknologi, Universitas Muhammadiyah Malang yaitu:

1. Mengambil *Azolla microphylla* dari kolam budidaya *Azolla*. Tumbuhan *Azolla microphylla* didapatkan dari kolam budidaya Pusat Pengembangan dan Bioteknologi, Universitas Muhammadiyah Malang. Setelah itu dicuci bersih dengan menggunakan air dan kemudian diangin-anginkan.
2. Menyiapkan kotak yang berasal dari beton (ukuran 1x1 meter) untuk tempat pengomposan. Setelah itu *Azolla microphylla* yang sudah bersih dan kering dimasukkan ke dalam kotak beton untuk dilakukan proses pengomposan.
3. Menyiapkan EM-4 (*Effective Microorganism*). EM-4 yang akan digunakan yaitu 2 tutup botol per 10 kg *Azolla microphylla* yang akan digunakan. Ditambahkan gula pasir 2 sendok makan yang berfungsi sebagai bahan makanan utama mikroorganisme, kemudian ditambahkan air secukupnya. Selanjutnya larutan EM-4 dicampurkan dengan *Azolla microphylla* yang sudah dicampur secara rata, agar terjadi pengaktifan mikroorganisme secara merata.

4. Menutup kotak beton dengan plastik hitam yang bertujuan agar proses pengomposan mendapat hasil yang maksimal karena bakteri yang ada pada EM-4 adalah bakteri anaerob.
5. Menunggu proses pengomposan selama kurang lebih 50 hari dengan waktu pembalikan setiap seminggu sekali. Pembalikan dilakukan dengan tujuan agar proses dekomposisi terjadi secara merata. Pengamatan warna dan tekstur kompos dari *Azolla microphylla* berakhir bila warna telah hitam dan berubah tekstur menjadi kecil.

3.5.4 Prosedur Penggunaan Pupuk Organik dari *Azolla microphylla* pada Media Kultur

Adapun prosedur penggunaan pupuk organik dari *Azolla microphylla* pada media kultur yaitu:

1. Meletakkan pupuk organik dari *Azolla microphylla* pada aluminium foil kemudian di oven dengan suhu 70°C. Selama kurang lebih 5 jam.
2. Menghaluskan pupuk dengan cara diblender sampai benar-benar lembut dan ditimbang untuk masing-masing perlakuan.

3.5.5 Prosedur Analisis Uji Kandungan NO₃, PO₄, K, C, dan Ntotal Pupuk Organik dari *Azolla microphylla*

a. Analisis Uji NO₃

Adapun prosedur analisis uji kandungan NO₃ pupuk organik *Azolla microphylla* di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya yaitu:

1. Mengambil contoh air 5 ml dan memasukkan ke dalam gelas piala 50 ml. Kemudian menguapkan dengan pemanas air sampai kering.
2. Menambahkan 2 ml larutan phenol sulfat dan aduk dengan pengaduk gelas.
3. Memasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, ditambahkan 7 ml amoniak pekat sehingga timbul warna kuning dalam larutan, menambahkan

aquades sampai tanda batas, dan kemudian baca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

b. Analisis Uji PO₄

Adapun prosedur analisis uji kandungan PO₄ pupuk organik *Azolla microphylla* di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya yaitu:

1. Memasukkan 10 ml contoh air ke dalam tabung reaksi.
2. Menambahkan 2 ml reagen campuran, kocok dan biarkan selama 5 menit.
3. Membaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 816,5 nm dan mencatat absorbansinya.

c. Analisis Uji K (Kalium)

Adapun prosedur analisis uji kandungan K (Kalium) pupuk organik *Azolla microphylla* di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya yaitu:

1. Menimbang contoh ± 2 gr, memasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam tanur dan panaskan pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C} \pm 2$ jam sampai menjadi abu.
3. Menunggu hingga dingin, kemudian menambahkan 5 ml larutan aquaregia (3HCl; 1HNO₃) dan panaskan di atas kompor listrik.
4. Menambahkan larutan HNO₃ encer (2,5 N) sebanyak 10 ml, panaskan di atas kompor listrik perlahan-lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk gelas.
5. Menyaring ke dalam labu 100 ml dan menambahkan aquades sampai tanda batas, kocok sampai homogen.
6. Membaca dengan AAS dengan memakai katode (lampu) yang sesuai dan mencatat absorbansinya.

d. Analisis Uji C (Carbon)

Adapun prosedur analisis uji kandungan C (Carbon) pupuk organik *Azolla microphylla* di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya yaitu:

1. Menimbang contoh 0,1-0,5 gr + 5 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ + 7,5 ml H_2SO_4 .
2. Memanaskan pada suhu 145 - 155°C selama 30 menit.
3. Menambahkan 0,3 ml indikator peroin setelah dingin dan mentitrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (perubahan warna dari hijau ke coklat), dan kemudian lakukan titrasi blanko.

e. Analisis Uji N total

Adapun prosedur analisis uji NO_3 di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya yaitu:

1. Menimbang contoh ± 1 gr, memasukkan ke dalam labu Kjeldhal ± 1 gr garam campuran (tablet Kjeldhal) + H_2SO_4 pekat 8 cc + 2 butir batu didih, kemudian didestruksi sampai terbentuk warna hijau jernih.
2. Menunggu hingga dingin dan menetralkan dengan NaOH 30% sampai netral (terbentuk endapan atau agak basah).
3. Menyaring dan memasukkan ke dalam labu ukur 250 cc, menambahkan aquades sampai tanda batas, kocok sampai homogen.
4. Mengambil 25 cc larutan, memasukkan ke dalam labu ukur 50 cc + 2 cc larutan Ka Na-Tartrat + 2 cc larutan Nesler, menambahkan aquades sampai tanda batas, kemudian dickocok dan dibaca dengan spektrofotometer. Selanjutnya dicatat absorbansinya.

3.5.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, yaitu:

1. Meletakkan secara acak masing-masing toples sesuai perlakuan.

2. Memasukkan media air laut dengan volume 5 liter ke setiap toples.
3. Menambahkan pupuk organik *Azolla microphylla* ke setiap toples dengan dosis 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l dan 2 mg/l.
4. Memberi aerasi untuk membantu menambah kandungan oksigen dalam air yang diperlukan oleh fitoplankton untuk proses metabolisme dan mencegah pengendapan fitoplankton.
5. Melakukan penebaran bibit *Chlorella* sp. dengan kepadatan 2×10^4 sel/ml.
6. Menempatkan toples yang berisi kultur *Chlorella* sp. pada tempat yang terkena cahaya matahari langsung sebagai sumber energi untuk fotosintesis.
7. Mengamati pertumbuhan *Chlorella* sp. setiap hari yang dimulai dari hari pertama penebaran dengan menggunakan mikroskop.
8. Mengamati parameter kualitas air seperti suhu, pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat setiap hari yang dimulai dari hari pertama penebaran..

3.6 Prosedur Pengukuran Kualitas Air

3.6.1 Suhu

Menurut Suprpto (2011), prosedur pengukuran suhu dengan menggunakan pH meter adalah:

1. Mengkalibrasi pH meter menggunakan larutan kalibrasi.
2. Menekan tombol ON/OFF.
3. Menunggu hingga di layar menunjukkan "ready".
4. Memasukkan pH meter ke dalam media kultur.
5. Menunggu hingga muncul kata "ready".
6. Mencatat angka yang tertera di layar.

3.6.2 pH

Menurut Bloom (1998), prosedur pengukuran pH meter adalah:

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

3.6.3 Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Suprpto (2011), prosedur pengukuran oksigen terlarut (DO) dengan menggunakan DO meter adalah:

1. Mengkalibrasi DO meter terlebih dahulu dengan aquades.
2. Masukkan DO meter sampai batas yang telah ditentukan.
3. Membiarkan beberapa saat kemudian angkat dan baca nilainya.

3.6.3 Salinitas

Menurut Effendi (2003), prosedur pengukuran salinitas dengan menggunakan refraktometer adalah:

1. Membuka penutup refraktometer dan menetesinya dengan aquades, serta menstandarkannya agar garis biru berhimpit dengan angka nol.
2. Membersihkan kaca obyek refraktometer dan menetes air sampel secukupnya.
3. Melihat nilai salinitas yang tertera pada skala refraktometer dan catat hasilnya.

3.6.4 Nitrat

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran nitrat adalah:

1. Menyaring 25 ml air sampel dalam *beaker glass* dan dituangkan ke dalam cawan porselin.

2. Menguapkan di atas pemanas sampai kering, hati-hati jangan sampai pecah dan didinginkan.
3. Menambahkan 1 ml asam fenol disulfonik, diaduk dengan spatula dan diencerkan dengan 10 ml aquades.
4. Menambahkan dengan meneteskan NH_4OH (1:1) sampai terbentuk warna kekuningan, dincerkan dengan aquades sampai 25 ml, kemudian dimasukkan dalam cuvet.
5. Mengukur di spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 μm .

3.6.5 Fosfat

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran fosfat adalah:

1. Menuangkan 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer berukuran 25 ml.
2. Menambahkan 1 ml ammonium molybdate dan dihomogenkan.
3. Menambahkan 2 tetes (0,0908 ml) larutan SnCl_2 dan dihomogenkan.
4. Membandingkan warna biru dari sampel dengan larutan standar dengan spektrofotometer (panjang gelombang 690 μm).

3.7 Prosedur Perhitungan Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dilihat dari perubahan jumlah sel *Chlorella* sp., dimana untuk menghitung kelimpahan dari *Chlorella* sp. menggunakan *haemocytometer*. Pengamatan pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dilakukan dengan langkah-langkah antara lain:

- Melakukan pengamatan *Chlorella* sp. setiap hari selama 14 hari (2 minggu) dimulai dengan hari pertama penebaran dengan menggunakan mikroskop dan *haemocytometer*.
- Menghitung jumlah sel *Chlorella* sp. dalam sel/L dengan menggunakan *haemocytometer* dan rumus menurut Fogg (1975) yaitu:

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

3.7 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang dengan 3 kali pengulangan pada setiap perlakuan. Semua analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan cara statistik dengan analisis keragaman (ANOVA). Jika dari analisis keragaman (sidik ragam) diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau sangat berbeda nyata (*highly significant*), maka untuk membandingkan nilai dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), untuk mengetahui perlakuan yang mana yang berbeda. Model statistik untuk percobaan adalah:

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

Dimana:

Y_{ijk} : nilai pengamatan level ke- j yang bersarang dalam level ke- i 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 .

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

Tabel 3. ANOVA Sidik Ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) Tersarang

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

Jika dari tabel sidik ragam didapatkan hasil perlakuan yaitu bila F hitung < F tabel 5% tidak ada perbedaan nyata = *non-significant different*, maka H_0 diterima pada taraf uji 5%. Bila F hitung > F tabel 5% ada perbedaan nyata = *significant different*, maka H_1 diterima pada taraf uji 5%. Bila F hitung > F tabel 1% ada perbedaan sangat nyata = *highly signification different*, maka H_1 diterima pada taraf uji 1%. Selanjutnya dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan rumus:

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

BNT 5% = t tabel 5% DBG x SED

BNT 1% = t tabel 1 % DBG x SED

Kesimpulan:

- Jika selisih \leq BNT 5%, maka tidak berbeda nyata
- Jika BNT 5% < selisih < BNT 1%, maka berbeda nyata
- Jika selisih \geq BNT 1%, maka berbeda sangat nyata.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Air

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton dalam media kultur salah satunya adalah kualitas air. Beberapa parameter kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi suhu, pH, salinitas, DO, nitrat dan fosfat. Adapun hasil dari pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 4.

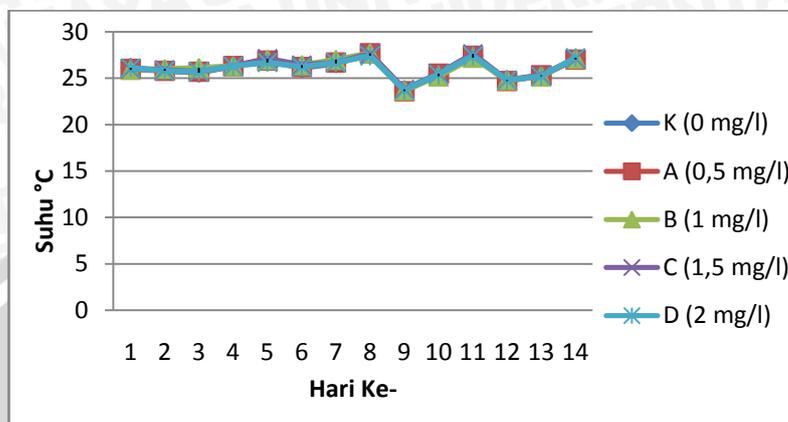
Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian

Kualitas Air	Hasil Kultur	Literatur
Suhu (°C)	26,04 – 26,12	23-30 (Wahyudi, 1999)
pH	7,98 – 8,76	7,5–8,5 (Amini, 2005)
Salinitas (ppt)	33,71 – 34,07	0- 35 (IsnansetyodanKurniastuty, 1995)
DO (mg/l)	6,82 – 6,87	5 -7 (Dewi dan Gultom, 2009)
Nitrat (mg/l)	1,37 – 2,02	0,9 – 3,5 (Amini dan Syamdidid, 2006)
Fosfat (mg/l)	0,42 – 1,35	0,27 – 5,51 (Sumardianto, 1995)

4.1.1 Suhu

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

Data hasil pengukuran suhu pada media kultur *Chlorella* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan untuk grafik pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik rata-rata pengukuran suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada media kultur *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian kultur *Chlorella* sp. yang diberi pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda berkisar antara $26,04\text{-}26,12^{\circ}\text{C}$. Kisaran suhu tersebut masih tergolong dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. Dimana menurut Taw (1990) dalam Susanti *et al.*, (2013), suhu yang optimal untuk kultur *Chlorella* sp. diperlukan temperatur antara $25\text{-}35^{\circ}\text{C}$, peningkatan suhu hingga batas tertentu mampu merangsang aktifitas molekul dan meningkatnya laju difusi dan laju fotosintesis. Sedangkan menurut Sutamiharja (1975) berpendapat bahwa *Chlorella* sp. mampu hidup dan tumbuh pada kisaran suhu $5\text{-}35^{\circ}\text{C}$, tetapi suhu optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara $23\text{-}30^{\circ}\text{C}$. Selain itu, Effendi (2003) menyatakan bahwa alga dari divisi *Chlorophyta* dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$ dan $20\text{-}20^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran suhu rata-rata pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2mg/l) yang didapat pada hari ke-9 yaitu berkisar antara $23,6\text{-}23,8^{\circ}\text{C}$, dengan tingginya jumlah kelimpahan

Chlorella sp. diikuti dengan meningkatnya kandungan oksigen terlarut. Suhu juga mempengaruhi kelarutan oksigen di perairan, jika suhu air naik maka kelarutan oksigen di dalam air menurun. Sebaliknya jika suhu air rendah maka kelarutan oksigen di dalam air semakin tinggi. Sedangkan untuk hasil pengukuran suhu rata-rata pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2 mg/l) yang didapat pada hari ke-14 yaitu berkisar antara 27-27,2°C, dengan diikuti penurunan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. Menurut Nurhayati *et al.*, (2013), suhu juga dapat mempengaruhi kondisi kesetimbangan antara respirasi dan fotosintesis. Suhu yang meningkat menyebabkan respirasi juga meningkat, dimana hal ini akan mengakibatkan kemampuan berfotosintesis suatu mikroorganisme juga akan menurun.

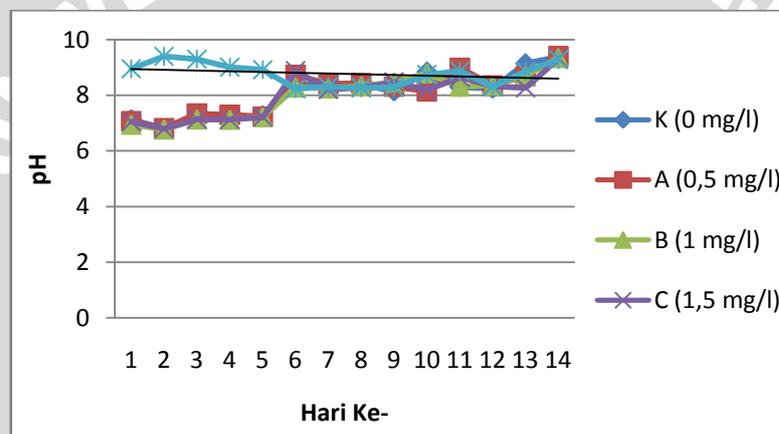
Suhu selama penelitian cenderung tinggi bagi pertumbuhan *Chlorella* sp., hal ini disebabkan karena terjadi proses dekomposisi pupuk organik *Azolla microphylla* yang bersifat organik menjadi anorganik yang dapat diserap langsung oleh *Chlorella* sp. Menurut Higa (1990) dalam Prammatmaja (2008) pada pupuk organik dengan perlakuan aerob, mikroorganisme yang berperan besar selama proses pupuk organik yaitu mikroorganisme mesofilik karena suhu berkisar kurang dari 45°C.

4.1.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi (Prescod, 1978 dalam Simanjuntak, 2009). Selain itu, pH mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tumbuhan dan hewan air, sehingga pH sering digunakan sebagai petunjuk baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup (Effendi, 2003). Sedangkan menurut Tebbut (1992),

berpendapat bahwa pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa ammonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan di perairan yang memiliki pH rendah. Ammonium yang bersifat tidak toksik, namun pada suasana alkalis (pH tinggi) lebih banyak ditemukan ammonia yang terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibandingkan dengan ammonium.

Data hasil pengukuran pH pada media kultur *Chlorella* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 4, sedangkan untuk grafik pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik rata-rata pengukuran pH pada media kultur *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil pengukuran pH selama penelitian kultur *Chlorella* sp. yang diberi pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda berkisar antara 7,98-8,76. Kisaran pH tersebut masih tergolong dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Wahyudi (1999), kultur *Chlorella* sp. mempunyai kisaran pH optimal antara 6,8-9,4. Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH berpengaruh pada pertumbuhan organisme air, ketersediaan unsur P dalam air, serta daya racun amoniak dan H_2S dalam air (Subarijanti, 2000). Hal ini dapat dilihat pada hari ke-9 dimana terjadi fase stasioner perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2 mg/l) yang mengalami peningkatan jumlah

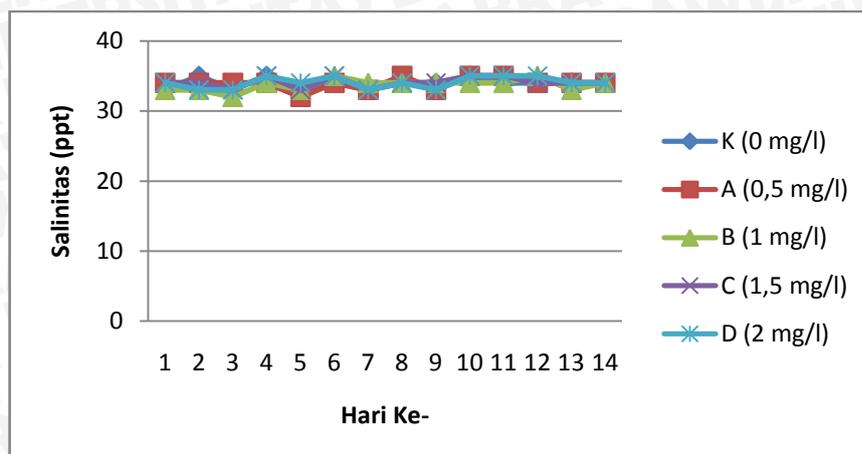
kelimpahan *Chlorella* sp. dan diikuti dengan kenaikan nilai pH rata-rata yang berkisar antara 8,14-8,47. Selain itu, Nurhayati *et al.*, (2013) juga berpendapat bahwa perubahan pH yang terjadi pada media kultur disebabkan oleh aktifitas pertumbuhan dari *Chlorella* sp. Dengan adanya peningkatan pH pada media kultur menunjukkan adanya peningkatan pula pada jumlah kelimpahan dari mikroalga.

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

4.1.3 Salinitas

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

Data hasil pengukuran salinitas pada media kultur *Chlorella* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan untuk grafik pengukuran salinitas dapat dilihat pada Gambar 6.



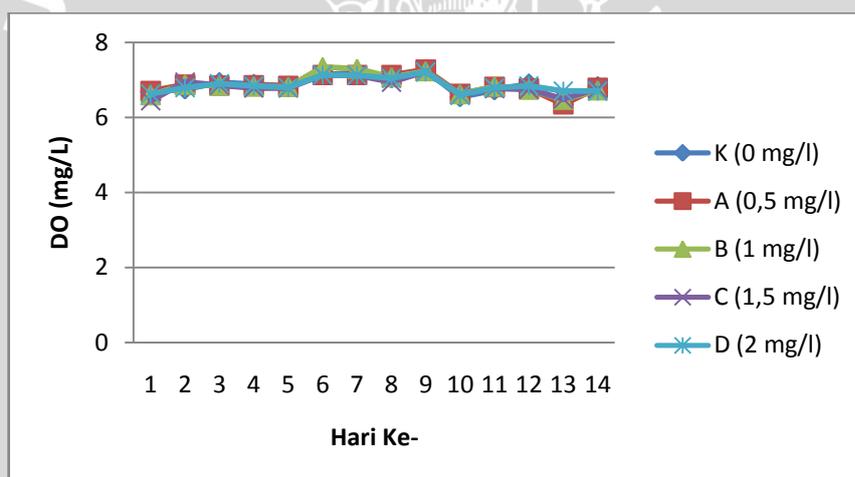
Gambar 6. Grafik rata-rata pengukuran salinitas (ppt) pada media kultur *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil penelitian untuk pengukuran salinitas yang didapat berkisar antara 33,71-34,07 ppt. Salinitas tersebut masih tergolong salinitas yang optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Prabowo (2009), untuk *Chlorella* sp. pada umumnya pada salinitas 25-34 ppt dapat tumbuh optimal, pada salinitas 15 ppt akan tumbuh lambat dan pada salinitas 0-60 ppt tidak dapat tumbuh. Pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2 mg/l) hari ke-9 di dapat nilai salinitas rata-rata berkisar antara 33-34 ppt, dimana pada hari ke-9 jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. mengalami peningkatan. Sebaliknya pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2 mg/l) hari ke-10 sampai hari ke-14 cenderung tinggi yaitu dengan nilai salinitas rata-rata berkisar antara 33-35 ppt dan diikuti dengan turunnya jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. Menurut Darley (1982) menyatakan bahwa salinitas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, sebab berhubungan dengan aktifitas osmosis sel. Semakin tinggi tekanan osmotiknya, maka salinitas suatu perairan akan semakin tinggi pula dan pertumbuhan *Chlorella* sp. akan menurun sejalan dengan naiknya salinitas dari 40-60 ppt.

4.1.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman dan hewan di dalam air. Kehidupan makhluk hidup di dalam air tersebut tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupannya. Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman yang jumlahnya tidak tetap, tergantung dari jumlah tanamannya dan dari atmosfer (udara) yang masuk ke dalam air dengan kecepatan terbatas (Fardiaz, 2001).

Data hasil pengukuran DO pada media kultur *Chlorella* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan untuk grafik pengukuran DO dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik rata-rata pengukuran DO (mg/l) pada media kultur *Chlorella* sp.

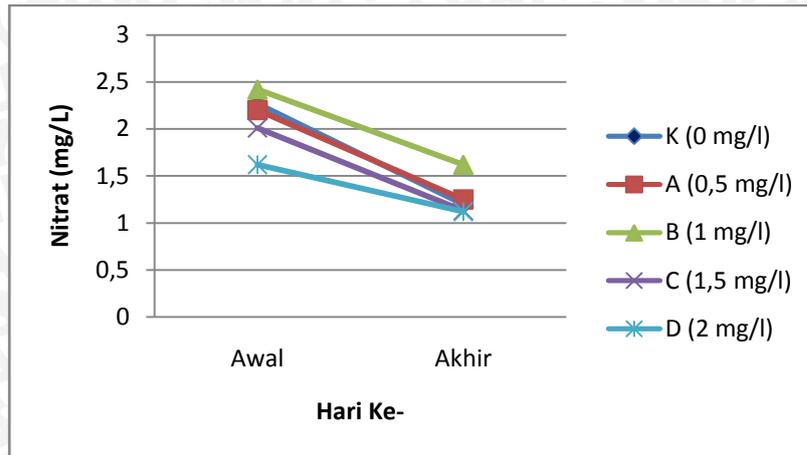
Berdasarkan hasil penelitian untuk pengukuran DO yang didapat berkisar antara 6,82-6,87mg/l. Kisaran DO yang didapat masih tergolong memiliki produktifitas yang tinggi. Menurut Fox (1987) menyatakan bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen terlarut yang cukup pada media kultur untuk pertumbuhannya. Kadar oksigen terlarut 3-5 mg/l kurang produktif, 5-7 mg/l produktifitasnya tinggi dan di atas 7 mg/l memiliki produktifitas yang sangat tinggi. Pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1mg/l),

C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2mg/l) hari ke-9 didapat nilai DO rata-rata tertinggi berkisar antara 7,21-7,27 mg/l yang diikuti dengan kenaikan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. sehingga menghasilkan hasil fotosintesis yang tinggi. Sebaliknya pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2 mg/l) hari ke-10 sampai hari ke-14 nilai DO rendah, dimana nilai kelimpahan *Chlorella* sp. juga mengalami penurunan. Menurut Pradana (2012) bahwa oksigen terlarut dalam perairan didapatkan dari hasil fotosintesis tumbuhan berklorofil. Penurunan oksigen terlarut disebabkan oleh proses dekomposisi yang membutuhkan sejumlah oksigen untuk menguraikan sel-sel fitoplankton yang telah mati oleh mikroba aerob agar menghasilkan nutrien-nutrien yang dapat dimanfaatkan kembali oleh fitoplankton. Menurut Murbandono (1999), suplai oksigen yang cukup akan meningkatkan aktivitas mikroorganismenya, maka kebutuhan mikroorganismenya aerob akan oksigen juga meningkat untuk proses metabolisme.

4.1.5 Nitrat

Nitrat merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan oleh fitoplankton. Menurut Yuli dan Kusriani (2005), nitrat merupakan nitrogen dalam air laut maupun air tawar. Bentuk kombinasi lain dari elemen ini bisa tersedia dalam bentuk ammonia, nitrit dan komponen organik. Kombinasi elemen ini sering dimanfaatkan oleh fitoplankton terutama kalau unsur nitrat terbatas.

Data hasil pengukuran nitrat pada media kultur *Chlorella* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan untuk grafik pengukuran nitrat dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik rata-rata pengukuran nitrat (mg/l) pada media kultur *Chlorella sp.*

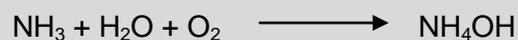
Berdasarkan hasil penelitian untuk pengukurannitrat yang didapat berkisar antara 1,37-2,02mg/l. Kisaran nitrat tersebut masih tergolong kisaran nitrat yang optimal untuk pertumbuhan *Chlorella sp.* Menurut Lapu (1994) dalam Amini dan Syamdidi (2006), untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella sp.* dapat tumbuh dengan baik kandungan nitrat antara 0,9-3,5 mg/l. Pada kadar nitrat di bawah 0,1 mg/l atau di atas 45 mg/l, nitrat dapat merupakan faktor pembatas kesuburan.

Semakin rendah hasil pengukuran nitrat dalam penelitian ini dikarenakan semakin meningkatnya pertumbuhan fitoplankton. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2mg/l) di hari awal penelitian menunjukkan hasil nilai nitrat yang cenderung tinggi, hal ini menunjukkan bahwa nitrat masih belum dimanfaatkan oleh *Chlorella sp.* Sedangkan di hari akhir penelitian nilai nitrat mengalami penurunan, hal ini menunjukkan bahwa nitrat sudah dimanfaatkan oleh *Chlorella sp.* untuk pertumbuhannya dan nitrat juga banyak dimanfaatkan pada hari ke-9 dimana jumlah kelimpahan *Chlorella sp.* sangat tinggi. Menurut Harvey (1926) dalam Redfield (1934) dalam Basmi (1988) berpendapat bahwa persediaan nitrat di dalam air menjadi berkurang dengan semakin meningkatnya pertumbuhan fitoplankton. Selain itu, nilai nitrat yang tinggi di perairan

disebabkan karena penguraian dari plankton yang sudah mati dalam air, sehingga plankton yang sudah mati didepupuk organik menjadi bahan anorganik dan dimanfaatkan kembali oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya (Fitriana, 2005).

Berkurangnya kandungan nitrat pada media kultur mengindikasikan bahwa nutrisi yang ada di media kultur mulai berkurang sehingga nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. juga mulai berkurang. Sehingga mengakibatkan penurunan kelimpahan *Chlorella* sp. Hal ini dikarenakan selama penelitian pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* sebagai sumber nutrisi bagi *Chlorella* sp. diberikan hanya satu kali. Selanjutnya kandungan nitrat yang berada pada media yang digunakan sebagai sumber makanannya, didapat dari hasil penguraian sel-sel *Chlorella* sp. yang telah mati yang kemudian akan dirombak menjadi bahan anorganik yang dapat dimanfaatkan lagi oleh *Chlorella* sp. secara langsung.

Penguraian atau perombakan sel dari organisme yang sudah mati dapat meningkatkan kandungan nitrat dalam perairan, melalui proses nitrifikasi (Effendi, 2003). Subarijanti (2005) menyatakan bahwa amonia dalam bentuk anion bersifat racun dan sangat berbahaya bagi semua kehidupan, namun dalam keadaan aerob di dalam air akan berubah menjadi amonium (NH_4) dengan reaksi sebagai berikut.



Kemudian Effendi (2003) menjelaskan terjadi proses nitrifikasi yang dibantu oleh bakteri nitrosomonas maka NH_4OH akan berubah menjadi nitrit. Proses perubahan ammonia menjadi nitrit, dan nitrit menjadi nitrat ditunjukkan pada persamaan berikut.

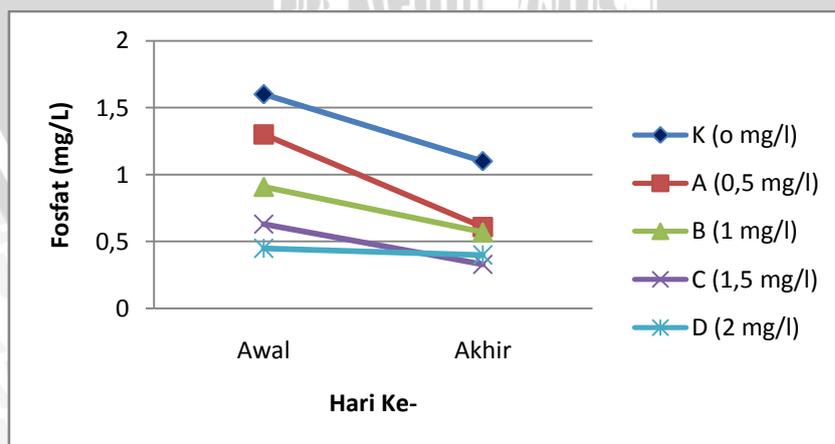


Sisa-sisa tubuh fitoplankton yang telah mati akan tenggelam karena berat jenis protoplasmanya lebih besar daripada air, selanjutnya akan mengalami proses dekomposisi oleh bakteri sehingga unsur nitrat dan fosfat yang terikat pada berbagai senyawa organik dibebaskan dan dikembalikan ke dalam perairan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

4.1.6 Fosfat

Fosfat merupakan penyusun inti sel yang sangat penting dalam pembelahan sel serta sebagai penyusun lemak dan protein (Sarief, 1986 dalam Subarijanti, 1990). Sedangkan Arfiati (2001), menyatakan bahwa fitoplankton dapat memanfaatkan fosfat secara efektif dalam bentuk orthofosfat.

Data hasil pengukuran fosfat pada media kultur *Chlorella* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 8, sedangkan untuk grafik pengukuran fosfat dapat dilihat pada Gambar 9.



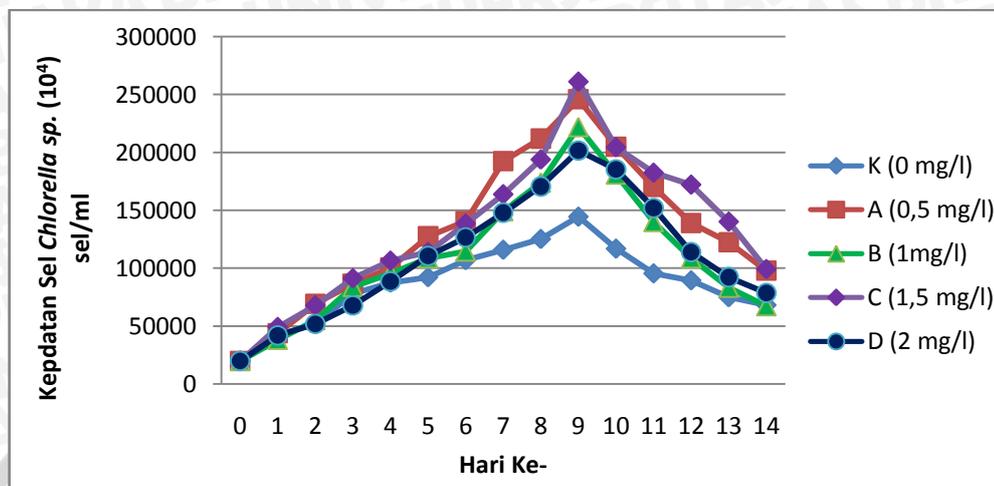
Gambar 9. Grafik rata-rata pengukuran fosfat (mg/l) pada media kultur *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil penelitian untuk pengukuran fosfat yang didapat berkisar antara 0,42-1,35 mg/l. Hasil pengukuran fosfat tersebut masih tergolong tinggi bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Chu (1949) dalam Arfiati (2001), kebutuhan fosfat untuk pertumbuhan fitoplankton, konsentrasi yang diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton berkisar antara 0,018-0,209 mg/l. Pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), A (dosis 0,5 mg/l), B (dosis 1 mg/l), C (dosis 1,5 mg/l) dan D (dosis 2mg/l) pada awal penelitian hingga akhir penelitian kandungan fosfatnya cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh adanya penurunan dari aktifitas penguraian yang mengakibatkan penurunan bahan organik yang ada pada tiap perlakuan. Menurut Yuli dan Kusriani (2005), pada perairan alami phosphorus terdapat dalam bentuk anorganik maupun organik. Sel fitoplankton dapat mengakumulasi fosfat, jika nutrisi tersedia dalam jumlah berlebih. Fosfat tersebut selanjutnya akan dimanfaatkan jika sumber fosfat dalam air habis, sehingga persediaan fosfat ini memungkinkan fitoplankton tetap tumbuh beberapa waktu setelah fosfat dalam air habis.

4.2 Kelimpahan *Chlorella* sp.

Hasil penelitian mengenai kultur *Chlorella* sp. yang dilakukan selama 14 hari dengan penambahan pupuk organik *Azolla microphylla* sebagai sumber utama nutrisi memberikan hasil yang berbeda pada tiap-tiap perlakuan. Adanya perbedaan jumlah kelimpahan pada tiap perlakuan mengindikasikan bahwa *Chlorella* sp. mampu memanfaatkan nutrisi yang terdapat dalam pupuk organik *Azolla microphylla*. Keberadaan fitoplankton di perairan banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan fitoplankton adalah nutrisi atau zat hara. Nutrien merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap biokimia alga (Utomo *et al.*, 2005). Data jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran

9. Sedangkan untuk grafik kelimpahan *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 10. Kelimpahan *Chlorella* sp. (sel/ml) yang diberi perlakuan pupuk pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat dijelaskan bahwa kelimpahan tertinggi selama 14 hari penelitian diperoleh pada perlakuan C (dosis 1,5 mg/l), yang kemudian diikuti perlakuan A (dosis 0,5 mg/l), perlakuan D (dosis 2 mg/l), perlakuan B (dosis 1mg/l) dan perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l). Dari gambar grafik di atas dapat diketahui pemberian dosis yang berbeda akan menghasilkan kelimpahan *Chlorella* sp. yang berbeda pula. Hal ini disebabkan terdapat faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. selain nutrisi dari pupuk yang diberikan. Faktor lain yang diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *Chlorella* sp. adalah temperatur, salinitas dan pH media kultur (Prabowo, 2009).

Pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l) dari fase adaptasi hingga fase stasioner (fase puncak) kelimpahan *Chlorella* sp. terus mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari kelimpahan pada fase adaptasi (dimulai hari ke-1) hingga fase stasioner (hari ke-9) yaitu $4,26 \times 10^4$ sel/ml - $14,46 \times 10^4$ sel/ml. Kemudian setelah mengalami fase stasioner, di hari ke-10 kelimpahan *Chlorella* sp. mulai

mengalami penurunan hingga nanti hari ke-14 dengan kelimpahan $6,83 \times 10^4$ sel/ml, lalu *Chlorella* sp. akan mengalami fase kematian.

Pada perlakuan A (dosis 0,5 mg/l) dari fase adaptasi hingga fase stasioner (fase puncak) kelimpahan *Chlorella* sp. sama dengan pada perlakuan kontrol yaitu terus mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari kelimpahan pada fase adaptasi (dimulai hari ke-1) hingga fase stasioner (hari ke-9) yaitu $4,4 \times 10^4$ sel/ml - $24,46 \times 10^4$ sel/ml. Kemudian setelah mengalami fase stasioner, di hari ke-10 kelimpahan *Chlorella* sp. mulai mengalami penurunan hingga nanti hari ke-14 dengan kelimpahan $9,8 \times 10^4$ sel/ml, lalu *Chlorella* sp. akan mengalami fase kematian.

Pada perlakuan B (dosis 1mg/l) dari fase adaptasi hingga fase stasioner (fase puncak) jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. terus mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari kelimpahan pada fase adaptasi (dimulai hari ke-1) hingga fase stasioner (hari ke-9) yaitu $3,83 \times 10^4$ sel/ml - $22,2 \times 10^4$ sel/ml. Kemudian setelah mengalami fase stasioner, di hari ke-10 kelimpahan *Chlorella* sp. mulai mengalami penurunan hingga nanti hari ke-14 dengan kelimpahan sebesar $6,73 \times 10^4$ sel/ml, yang akan berlanjut pada fase kematian.

Pada perlakuan C (dosis 1,5 mg/l) dari fase adaptasi hingga fase stasioner (fase puncak) jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. terus mengalami peningkatan, tetapi pada perlakuan ini pertambahan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. terjadi sangat pesat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kelimpahan pada fase adaptasi (dimulai hari ke-1) hingga fase stasioner (hari ke-9) yaitu $4,93 \times 10^4$ sel/ml - $26,13 \times 10^4$ sel/ml. Kemudian setelah mengalami fase stasioner, di hari ke-10 jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. mulai mengalami penurunan hingga nanti hari ke-14 dengan kelimpahan $9,93 \times 10^4$ sel/ml, lalu *Chlorella* sp. akan mengalami fase kematian.

Pada perlakuan D (dosis 2mg/l) dari fase adaptasi hingga fase stasioner (fase puncak) jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. terus mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari kelimpahan pada fase adaptasi (dimulai hari ke-1) hingga fase stasioner (hari ke-9) yaitu $4,2 \times 10^4$ sel/ml - $20,16 \times 10^4$ sel/ml. Kemudian setelah mengalami fase stasioner, di hari ke-10 jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. mulai mengalami penurunan hingga nanti hari ke-14 dengan kelimpahan $7,86 \times 10^4$ sel/ml, lalu *Chlorella* sp. akan mengalami fase kematian.

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l), perlakuan A (dosis 0,5 mg/l), perlakuan B (1mg/l), perlakuan C (dosis 1,5 mg/l) dan perlakuan D (dosis 2 mg/l), pada fase adaptasi hingga fase stasioner semuanya mengalami kenaikan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. Selain itu, pada fase setelah stasioner hingga fase kematian juga mengalami penurunan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. Menurut Lewaru (2007) menyatakan bahwa di dalam masa adaptasi, sel *Chlorella* sp. memulihkan enzim dan konsentrasi substrat ke tingkat yang diperlukan untuk pertumbuhan serta masuknya unsur hara ke dalam sel fitoplankton melalui proses difusi. Selain itu Chilmawati dan Suminto (2008) berpendapat bahwa waktu *lag phase* menunjukkan lamanya adaptasi *Chlorella* sp. dengan media barunya. Perbedaan lamanya masa adaptasi diduga karena adanya perbedaan kepekatan antara media kultur dengan cairan tubuh sel alga.

Setelah masa adaptasi berakhir terjadi pertumbuhan yang dipercepat pada fase stasioner, yang tercermin dalam nilai konstanta pertumbuhan spesifik (k). Suminto dan Hirayama (1996), dalam penelitiannya menyatakan bahwa nilai k yang lebih besar mempunyai arti bahwa proses pembelahan sel alga menjadi lebih cepat, sehingga pertambahan sel per satuan waktu akan lebih besar dari pada pertambahan sel di waktu itu sendiri. Sedangkan fase kematian terjadi setelah fase stasioner. Pada fase kematian ini terjadi pengurangan jumlah

kelimpahan dikarenakan jumlah nutrisi yang terdapat dalam media sangat terbatas, sehingga *Chlorella* sp. tidak mampu lagi mempertahankan jumlah kelimpahannya.

Pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* didapatkan jumlah kelimpahan tertinggi selama penelitian fase adaptasi (hari ke-1) diperoleh pada perlakuan C (dosis 1,5 mg/l) yaitu sebesar $4,93 \times 10^4$ sel/ml, yang kemudian diikuti perlakuan A (dosis 0,5 mg/l) sebesar $4,4 \times 10^4$ sel/ml, kemudian perlakuan kontrol (dosis 0 mg/l) sebesar $4,26 \times 10^4$ sel/ml, kemudian perlakuan D (dosis 2 mg/l) sebesar $4,2 \times 10^4$ sel/ml, dan terakhir perlakuan B (dosis 1 mg/l) sebesar $3,83 \times 10^4$ sel/ml. Pada hasil pengamatan kelimpahan *Chlorella* sp. pada perlakuan kontrol tidak menunjukkan peningkatan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. yang signifikan. Hal ini disebabkan karena tidak ada pasokan nutrisi baik unsur hara mikro maupun unsur hara makro yang berasal dari pupuk organik *Azolla microphylla*. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), menyatakan bahwa setiap kultur *Chlorella* sp. membutuhkan nutrisi, baik hara makro maupun hara mikro untuk menunjang pertumbuhannya dan semuanya itu akan dipenuhi oleh media kultur. 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. Dengan kata lain, pertumbuhan *Chlorella* sp. terhenti karena asupan nutrisi pada media sudah tidak memadai lagi, sehingga terjadi kompetisi nutrisi dan terjadi penurunan jumlah sel yang diakibatkan oleh banyaknya sel yang sudah tidak mendapat nutrisi lagi (Tetelepta, 2011).

Pada fase adaptasi yang biasanya terjadi di hari pertama, penambahan jumlah sel *Chlorella* sp. relatif kecil. Hal ini disebabkan karena adanya masa adaptasi *Chlorella* sp. dengan lingkungan yang baru, kemudian dengan bertambahnya hari akan melakukan perkembangbiakan dengan bertambahnya

jumlah sel *Chlorella* sp. Menurut Fogg (1975) menyatakan bahwa sel membutuhkan waktu untuk menyesuaikan diri dengan kondisi baru. Selain itu menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) dalam Resmawati *etal.*, (2012), pada fase adaptasi ini ukuran sel akan meningkat, organisme mengalami pembelahan sel dengan cepat pada semua perlakuan yang ditandai dengan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. pada hari pertama.

Menurut Chilmawati dan Suminto (2008), tingginya kelimpahan pada awal pertumbuhan alga di lingkungan kultur yang baru, hal ini menunjukkan bahwa alga mengalami daya adaptasi dengan lingkungan kultur yang cukup singkat dan langsung tumbuh dengan cepat. Selain itu, perbedaan lamanya masa adaptasi diduga karena adanya perbedaan kepekatan antara media kultur dengan cairan tubuh sel alga. Dalam masa adaptasi sel-sel memulihkan enzim dan konsentrasi substrat ke tingkat yang diperlukan untuk pertumbuhan serta masuknya unsur hara ke dalam sel fitoplankton terjadi melalui proses difusi sebagai akibat perbedaan konsentrasi antara media kultur dengan cairan tubuh. Sedangkan menurut Suriawira (1978), *Chlorella* sp. memiliki waktu generasi yang sangat cepat. Oleh karena itu, dalam waktu yang relatif singkat perbanyakkan sel akan terjadi sangat cepat, terutama jika tersedia cahaya sebagai energi walaupun dalam jumlah sedikit. Pada umumnya perbanyakkan sel terjadi dalam kurun waktu 4-14 jam, tergantung pada lingkungan pendukungnya.

Puncak dari kelimpahan *Chlorella* sp. atau fase stasioner terjadi pada hari ke-9 yaitu pada perlakuan C (dosis 1,5 mg/l) sebesar $26,13 \times 10^4$ sel/ml yang menunjukkan nilai kelimpahan tertinggi, kemudian diikuti perlakuan A (dosis 0,5mg/l) sebesar $24,6 \times 10^4$ sel/ml, kemudian perlakuan B (dosis 1mg/l) sebesar $22,2 \times 10^4$ sel/ml, kemudian perlakuan D (dosis 2mg/l) sebesar $20,16 \times 10^4$ sel/ml dan terakhir pada perlakuan kontrol/K (dosis 0 mg/l) sebesar $14,46 \times 10^4$ sel/ml. Pada hasil pengamatan kelimpahan *Chlorella* sp. dengan pemberian dosis pupuk

yang tinggi tidak menghasilkan kelimpahan yang tinggi, begitu pula sebaliknya dengan pemberian dosis pupuk yang rendah juga tidak menghasilkan kelimpahan yang rendah. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan jumlah kandungan nutrisi yang terdapat pada media kultur. Selain itu, *Chlorella* sp. juga memiliki kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam pupuk organik *Azolla microphylla*. Pada perlakuan C (dosis 1,5mg/l) memiliki nilai kelimpahan tertinggi sebesar $26,13 \times 10^4$ sel/ml dibandingkan perlakuan lainnya, serta dengan kisaran nitrat sebesar 1,92-3,53 mg/l, dimana kisaran nitrat ini merupakan kisaran nitrat yang optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Lapu (1994) dalam Amini dan Syamdidi (2006), untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat tumbuh dengan baik kandungan nitrat antara 0,9-3,5 mg/l. Data hasil analisis sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Analisis Sidik Ragam Kelimpahan *Chlorella* sp.

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	697,5897	174,3974	21,19**	2,43	3,45
Waktu dalam perlakuan	65	5037,513	77,5002	9,41**	1,4	1,61
Galat	140	1151,856	8,22754			
Total	209	6886,959				

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

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. selama penelitian. Hal ini dapat dilihat dari nilai f Tabel 5% (2,43) < f_{hitung} (21,19) > f Tabel 1% (3,45), yang berarti terima H₁, yang artinya dengan pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp., sehingga perlu dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Sedangkan dalam

waktu perlakuan berdasarkan grafik kelimpahan dapat dilihat dari hari ke-1 sampai ke-14 memberikan perbedaan yang sangat nyata, selain itu didapatkan titik puncak dari semua perlakuan dengan kelimpahan tertinggi diperoleh pada hari ke-9. Hasil perhitungan ANOVA untuk waktu dalam perlakuan didapatkan f Tabel 5% (1,4) $< f$ Hitung (9,41) $> f$ Tabel 1% (1,61) yang artinya waktu dalam perlakuan dengan pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* juga memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

Hasil analisis uji BNT (Beda Nyata Terkecil), untuk mengetahui pengaruh perlakuan pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. BNT (Beda Nyata Terkecil), untuk Mengetahui Pengaruh Perlakuan Pupuk Organik *Azolla microphylla* dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp.

Perlakuan	Rata-rata	Notasi / kode
K	9,22	a
B	11,58	b
D	11,64	b
A	13,95	c
C	14,18	c
BNT 1%	1,22	

Berdasarkan hasil uji BNT di atas diketahui bahwa kelimpahan *Chlorella* sp. pada perlakuan pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1mg/l, 1,5 mg/l dan 2mg/l menunjukkan hasil bahwa pada taraf uji 1% yaitu pengaruh pupuk organik *Azolla microphylla* terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. pada dosis 0,5 mg/l hanya berbeda tidak nyata dengan dosis 1,5 mg/l, dan berbeda nyata dengan dosis pupuk organik yang lain. Jadi, dapat disimpulkan hasil penelitian perlakuan terbaik adalah perlakuan A dengan dosis 0,5 mg/l, serta perlakuan terbaik kedua adalah perlakuan C dengan dosis 1,5 mg/l.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

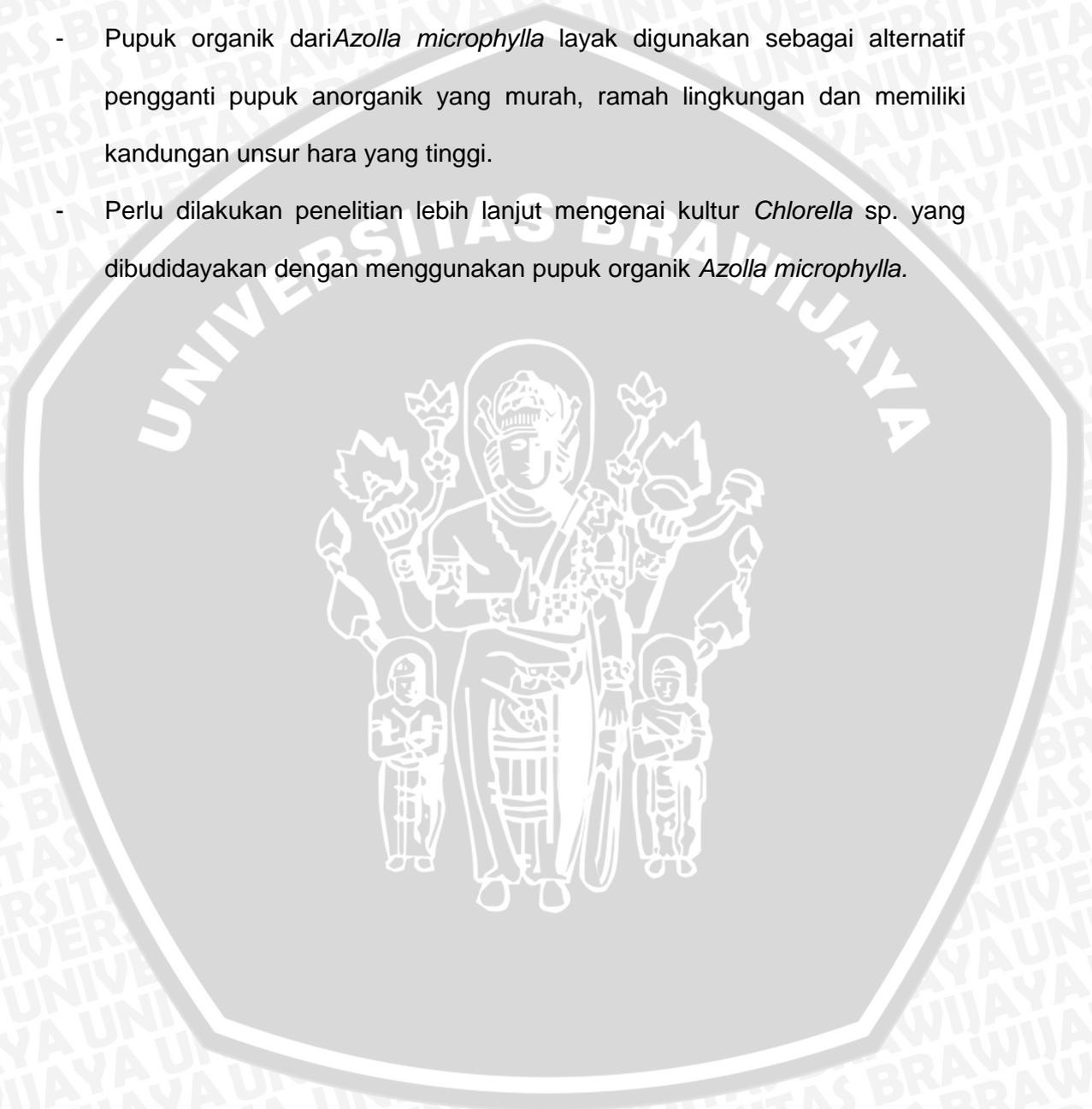
Berdasarkan hasil penelitian pada kultur *Chlorella* sp. dengan menggunakan pupuk organik dari *Azolla microphylla* didapat kesimpulan yaitu:

- Parameter kualitas air selama penelitian ialah suhu 26,04-26,12°C, pH 7,98-8,76, salinitas 33,71-34,07ppt, oksigen terlarut (DO) 6,82-6,87 mg/l, nitrat 1,37-2,02 mg/l, dan fosfat 0,42-1,35mg/l. Dari data hasil pengukuran kualitas air selama penelitian masih dalam batas toleransi pertumbuhan *Chlorella* sp.
- Pemberian perlakuan pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda pada pertumbuhan *Chlorella* sp. menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata yaitu dengan adanya hasil analisis ragam f Tabel 5% (2,43) <f Hitung (21,19) >f Tabel 1% (3,45). Sedangkan dari uji BNT menunjukkan hasil penelitian untuk perlakuan terbaik adalah perlakuan A dengan dosis 0,5 mg/l, serta perlakuan terbaik kedua adalah perlakuan C dengan dosis 1,5 mg/l. Hal ini dikarenakan pada taraf uji 1% pengaruh pupuk organik dari *Azolla microphylla* terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. pada dosis 0,5 mg/l hanya berbeda tidak nyata dengan dosis 1,5 mg/l, dan berbeda nyata dengan dosis pupuk yang lain.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian pada kultur *Chlorella* sp. dengan menggunakan pupuk organik dari *Azolla microphylla* yaitu:

- Pupuk organik dari *Azolla microphylla* layak digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik yang murah, ramah lingkungan dan memiliki kandungan unsur hara yang tinggi.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kultur *Chlorella* sp. yang dibudidayakan dengan menggunakan pupuk organik *Azolla microphylla*.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, N., A. Zuhdi M. F., dan Sukei. 2007. Potensi Mikroalga *Skeletonema costatum*, *Chlorella vulgaris*, dan *Spirulina platensis* Sebagai Bahan Baku Biodiesel. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Abuzar, S. S., D. P. Yogi, dan E. E. Reza. 2012. Koefisien Transfer Gas (K_{La}) pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat Lima. *Jurnal Teknik Lingkungan* 9 (2): 155-163.
- Ali, M. 2013. Degradasi Nitrat Limbah Domestik Dengan Alga Hijau (*Chlorella sp.*). UPN Veteran. Surabaya.
- Amini, S. 2005. Konsentrasi Unsur Hara Pada Media dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analisis. UGM. Yogyakarta. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* 8 (2): 201-206.
- Amini, S. Dan Syamdidi. 2006. Konsentrasi Unsur Hara Pada Media dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analisis. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* VIII (2): 201-206.
- Arfiati, D. 2001. Limnologi Kimia Air. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Basmi, J. 1988. Perkembangan Fitoplankton Sebagai Indikator Perubahan Tingkat Kesuburan Perairan. Jurusan Ilmu Perairan. Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Bloom, J. S. 1998. *Chemical and Physical Water Quality Analysis*. Nuffic UNIBRAW/LUW/Fish. Malang.
- Bold, B. C dan M. J. Wynne. 1985. *Introduction of Algae*. Prentice Hall of Indian Private United. New Delhi.
- Boyd, E. C. 1982. *Water Quality for Warmwater Fish Culture*. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. USA.
- Chilmawati, D. dan Suminto. 2008. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella sp.* Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang. 4 (1): 42-49.
- Darley, W. M. 1982. *Algal Biology: a Physiological Approach*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Dewi, Y. S. Dan Y. H. Gultom. 2009. Pemanfaatan Algae *Chlorella sp.* dan Eceng Gondok untuk Menurunkan Tembaga (Cu) pada Industri Pelapisan Logam. Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Djojosoewito, S. 2000. *Azolla, Pertanian Organik dan Multiguna*. Kanisius. Yogyakarta.

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Ekawati, A. W. 2005. Budidaya Makanan Alami. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Erlina, A., S. Amini, H. Endrawati, dan M. Zainuri. 2004. Kajian Nutritif Phytoplankton Pakan Alami pada Sistem Kultivasi Massal. *Ilmu Kelautan* 9 (4): 206-210.
- Etikawati, N. Dan Jutono. 2000. Perkembangan Biota pada Perakaran *Azolla microphylla* Kaulfuss. *Biodiversitas* 1 (1): 30-35.
- Fachrullah, M. R. 2011. Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka. *Skripsi*. Bogor: IPB: 102 hlm.
- Fardiaz, S. 2001. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta. 190 hlm.
- Fitriana, T. 2005. Pengaruh Pemberian Pupuk Area dan TSP Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fogg, G. E. 1975. *Algae Culture and Phytoplankton Ecology*. Second Edition. University of Winscosin, London.
- Fox, J. M. 1987. *Intensive Algae Culture Techniques*. CRC Hand Book of Marineculture, CRC Press. Inc Boca Ranton Florida.
- Google image. 2015. Gambar *Chlorella* sp. <http://www.gambar-chlorella.com>. Diakses pada tanggal 5 Februari 2015.
- Idris, M. K. 2012. Efektifitas Penyerapan Karbondioksida (CO₂) oleh Fitoplankton (*Chaetoceros* sp.) pada Fotobioreaktor. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Isaac, S. Dan W. B. Michael. 1977. Handbook in Research and Evaluations. San Diego, California: Ediths Publisher.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Kanisius. Yogyakarta.
- Kumar, H. D. dan N. H. Singh. 1976. *A Textbook on Algae*. Mac. Milan Int. Colledgeed, London.
- Kuncoro, E. B. 2004. Akuarium Laut. Kanisius. Yogyakarta.
- Lewaru, M. W. 2007. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh pada Media Kultur PHM Terhadap Kandungan Protein *Chlorella* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 6 (1): 37-42.

- Murbandono, L. 1999. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Nugroho, A., D. Hariyono., A. Soegianto., dan N. Hariatin. 1999. Upaya Meningkatkan Hasil Jagung Manis Melalui Pemberian Kompos *Azolla* dan Pupuk N (urea). *Agrivita* 1 (22): 11-17.
- Nur, S. 2006. Karakteristik Komunitas Makrozoobenthos dan Kaitannya dengan Lingkungan Perairan di Teluk Jakarta. Institut Pertanian Bogor. IPB.
- Pitriana, P. Dan D. Rahmatia. 2008. Bioekspo "Menjelajah Alam dengan Biologi". Jatra Graphics. Solo.
- Prabowo, D. A. 2009. Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium. *Skripsi*. FPIK. IPB. Bogor.
- Pradana, A. 2012. Pengaruh Pembedaan Pemberian Pupuk NPK dan Limbah Cair Tahu Terhadap Laju Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. yang Dikultur dalam Skala Laboratorium. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Malang. Universitas Brawijaya.
- Pramatmaja, W. A. 2008. Pengelolaan Sampah Secara Terpadu di Dusun Karangbendo Banguntapan Bantul Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Prihantini, N. B., B. Putri dan R. Yuniarti. 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. Dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) Dengan Variasi pH Awal. *MAKARA Sains* 9 (1): 1-6.
- Pristatiningrum, R. 2004. Pengaruh Pemberian Limbah Cair dengan Dosis yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Putri. 2011. Studi Morfologi Sel Mikroalga Laut *Chlorella* sp. pada Kultur Murni In Vitro. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. Iomu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Setyanto, E. 2005. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen Dalam Kajian Komunikasi. *Jurnal Ilmu Komunikasi* 3(1): 37 -48
- Setyowati, S. 2006. Penanganan Biomassa Mikroalgae Jenis *Spirulina platensis* Sebagai Bahan Baku Pangan. Institut Sepuluh Nopember Surabaya.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan (F. Fish. Sci.)* XI (1): 31-45.

- SNI. 1990. Metode Pengukuran Kualitas Air. Dinas Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Sopiah, N., A. Mulyanto, dan S. Sehabudin. 2013. Pengaruh Kelimpahan Sel Mikroalga Air Tawar (*Chlorella* sp.) Terhadap Penambatan Karbondioksida. Balai Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 14 (1): 1-6.
- Subarijanti, H. U. 1990. Kesuburan dan Pemupukan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Subarijanti, H. U. 2000. Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Subarijanti, H. U. 2005. Pemupukan dan Kesuburan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugiono. 2005. Memahami Penelitian Kualitatif. Alfabeta. Bandung.
- Sumardianto. 1995. Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 57 p.
- Suminto dan K. Hirayama. 1996. *Effects of Bacteria Coexistence on the Growth of a Marine Diatome Chaetoceros* Publisher, Part III: 223-230.
- Suprpto. 2011. Metode Analisis Parameter Kualitas Air untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Suriawira, U. 1978. Mikrobiologi Air. Penerbit Alumni. Bandung.
- Susanti, T. I., M. Lutfi, dan W. A. Nugroho. 2013. Pengaruh Penambahan *Plant-Growth Promoting Bacteria* (*Azospirillum* sp.) Terhadap Laju Pertumbuhan Mikroalga (*Chlorella* sp.) pada Media Limbah Cair Tahu Sintetis. Jurusan Keteknikan Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 1 (3): 239-248.
- 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.
- Tebbut, T. H. Y. 1992. *Principles of Water Quality Control*. Fourth edition Pergamon Press, Oxford 251 p.
- Tetelepta, L. D. 2011. Pertumbuhan Kultur *Chlorella* spp. Skala Laboratorium pada Beberapa Tingkat Kepadatan Inokulum. Jurusan Biologi.
- Utami, N. P., Yuniarti dan K. Haetami. 2012. Pertumbuhan *Chlorella* sp. yang Dikultur pada Periodiitas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3 (3): 237-244.

- 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* 4 (1): 41-48.
- Wahyudi, P. 1999. Mikroalga Sumber Protein Sel Tunggal. *Jurnal Sains dan Teknologi* 1 (5): 35-41.
- Wenno, M. R., N. Purbosari, dan J. L. Thenu. Ekstraksi Senyawa Antibakteri dari *Chlorella sp.* *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 10 (2): 131-137.
- Wiadnya, D. G. R. 1997. Analisa Laboratorium Tanah dan Air. Fakultas Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wididana, G. N. Dan Muntoyah. 1999. Teknologi Efektif Mikroorganisme-4 Dimensi Baru Dalam Bidang Pertanian Modern. Institut Pengembangan Sumberdaya Alam (ISPA). Jakarta.
- Wigajatri, R., A. Handoyo., H. Kurniawan dan N. B. Prihantini. 2003. Studi Karakteristik Fluoresensi *Chlorella spp.* : Pengaruh pH Terhadap Pengkulturan. *MAKARA Teknologi* 7 (2): 83-88.
- Wijoseno, T. 2011. Uji Pengaruh Variasi Media Kultur Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil dan Karotenoid pada Mikroalga. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Wongso, S. 2007. Mencari Sumber Pupuk Organik. Fakultas Pertanian Universitas Negeri Surakarta.
- Wulandari, N. D. A. 2011. Penggunaan Media Alternatif pada Produksi *Spirulina platensis*. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yuli, H. E. dan Kusriani. 2005. Planktonologi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

Alat	Bahan	Parameter	Satuan
<ul style="list-style-type: none"> - Toples volume 10 L - <i>Haemocytometer</i> - Mikroskop - Selang aerator - Aerator - Pipet tetes - Botol film - <i>Washing bottle</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Air laut - Aquades - Bibit <i>Chlorella</i> sp. - Tisu - Pupuk organik <i>Azolla microphylla</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. 	sel/ml
<ul style="list-style-type: none"> - DO meter - <i>Washing bottle</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Air dari media kultur <i>Chlorella</i> sp. - Tisu - Aquades 	<ul style="list-style-type: none"> - Oksigen terlarut (DO) 	mg/l
<ul style="list-style-type: none"> - pH meter - <i>Washing bottle</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Air dari media kultur <i>Chlorella</i> sp. - Tisu - Aquades 	<ul style="list-style-type: none"> - Derajat keasaman (pH) - Suhu 	- °C
<ul style="list-style-type: none"> - Refraktometer - <i>Washing bottle</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Air dari media kultur <i>Chlorella</i> sp. - Tisu - Aquades - Pipet tetes 	<ul style="list-style-type: none"> - Salinitas 	Ppt
<ul style="list-style-type: none"> - Cawan porselen - Spatula - Pipet tetes - Pipet volume - Bola hisap - Gelas ukur - Cuvet - Rak tabung reaksi - Spektrofotometer - <i>Washing bottle</i> - <i>Hot plate</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Air dari media kultur <i>Chlorella</i> sp. - Tisu - Aquades - Asam fenol disulfonik - Larutan NH₄OH - Kertas label 	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrat 	mg/l
<ul style="list-style-type: none"> - Beaker glass - Pipet tetes Gelas ukur - Spektrofotometer - Cuvet - Rak tabung reaksi - Erlenmeyer 	<ul style="list-style-type: none"> - Air dari media kultur <i>Chlorella</i> sp. - Tisu - Ammonium molybdate - Larutan SnCl₂ - Kertas label 	<ul style="list-style-type: none"> - Fosfat 	mg/l

Lampiran 2. Perhitungan Dosis yang Digunakan dalam Penelitian

Hasil pengukuran nitrat (NO_3), pada pupuk organik *Azolla microphylla* yang diuji di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang adalah unsur

$\text{NO}_3 = 1,49\%$ dari 1,1 gr pupuk yang diuji. Dalam 1,1 gr pupuk mengandung

$$\text{nitrat sebesar } \frac{1,49}{100} \times 1,1 = 0,01639 \text{ gr.}$$

$$1 \text{ gr pupuk} = \frac{1}{1,1} \times 0,01639 = 0,0149 \text{ gr} = 14,9 \text{ mg.}$$

Jika pupuk 1 gr dilarutkan dalam 1 liter air = 14,9 mg/l

$$\text{Dosis } 0 \text{ mg/L} \rightarrow \frac{0}{14,9} \times 1 \text{ mg} = 0 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 0 \text{ mg/5l}$$

$$\text{Dosis } 0,5 \text{ mg/L} \rightarrow \frac{0,5}{14,9} \times 1 \text{ mg} = 0,033 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 0,167 \text{ mg/5l}$$

$$\text{Dosis } 1 \text{ mg/L} \rightarrow \frac{1}{14,9} \times 1 \text{ mg} = 0,067 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 0,335 \text{ mg/5l}$$

$$\text{Dosis } 1,5 \text{ mg/L} \rightarrow \frac{1,5}{14,9} \times 1 \text{ mg} = 0,100 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 0,503 \text{ mg/5l}$$

$$\text{Dosis } 2 \text{ mg/L} \rightarrow \frac{2}{14,9} \times 1 \text{ mg} = 0,134 \text{ mg/l}$$

$$\rightarrow 0,671 \text{ mg/5l}$$

Lampiran 3. Pengukuran Suhu (°C) Selama Penelitian

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K1	26,3	25,8	25,6	26,5	26,6	25,7	26,6	27,3	27,1	25,4	27,3	24,8	25,2	23,6
K2	26	25,8	25,7	26,2	26,9	26,1	26,5	27,6	27,3	25,6	27,6	24,8	25,3	23,8
K3	26,1	25,9	25,7	26,3	27,2	26,5	26,8	28	27	25,4	27,3	24,8	25,2	23,7
Jumlah	78,4	77,5	77	79	80,7	78,3	79,9	82,9	81,4	76,4	82,2	74,4	75,7	71,1
Rata-rata	26,13	25,83	25,67	26,33	26,9	26,1	26,63	27,63	27,13	25,47	27,4	24,8	25,23	23,7
A1	26	25,8	25,6	26,2	26,9	26	26,6	27,5	27,1	25,6	27,6	24,8	25,3	23,7
A2	26,1	25,7	25,6	26,3	26,9	26,3	26,6	27,7	27,1	25,5	27,6	24,7	25,3	23,7
A3	25,9	25,9	25,9	26,2	27,1	26,4	27,1	28	27	25,4	27,1	24,8	25,3	23,6
Jumlah	78	77,4	77,1	78,7	80,9	78,7	80,3	83,2	81,2	76,5	82,3	74,3	75,9	71
Rata-rata	26	25,8	25,7	26,23	26,97	26,23	26,77	27,73	27,07	25,5	27,43	24,77	25,3	23,67
B1	25,9	25,8	25,8	26,3	27,2	26,6	26,8	28	27	25,4	27,3	24,8	25,2	23,6
B2	25,9	26,2	26,7	26,2	26,9	25,8	27,3	27,4	27	25	27,2	24,8	25,2	23,8
B3	26,1	26	25,9	26,4	27,1	26,8	27,1	27,8	27,3	25,4	27,3	24,8	25,3	23,7
Jumlah	77,9	78	78,4	78,9	81,2	79,2	81,2	83,2	81,3	75,8	81,8	74,4	75,7	71,1
Rata-rata	25,97	26	26,13	26,3	27,07	26,4	27,07	27,73	27,1	25,27	27,27	24,8	25,23	23,7
C1	26,1	25,8	25,6	26,3	26,9	25,8	26,6	27,4	27,1	25,5	27,7	24,8	25,3	23,9
C2	26	26,1	25,9	26,3	27,1	26,7	27	27,9	27	25,4	27,4	24,8	25,3	23,8
C3	26	25,8	25,7	26,4	27,3	26,8	26,7	27,7	27,2	25,6	27,7	24,8	25,3	23,7
Jumlah	78,1	77,7	77,2	79	81,3	79,3	80,3	83	81,3	76,5	82,8	74,4	75,9	71,4
Rata-rata	26,03	25,9	25,73	26,33	27,1	26,43	26,77	27,67	27,1	25,5	27,6	24,8	25,3	23,8
D1	26	25,8	25,7	26,3	26,6	26,7	26,9	27,5	27	25,4	27,3	24,8	25,3	23,7
D2	26,1	25,9	25,8	26,4	26,2	25,9	26,7	27,7	27,6	25,5	27,7	24,9	25,3	23,9
D3	26,3	25,8	25,7	26,4	27,4	26,1	26,7	27,2	27	25,4	27,4	24,8	25,2	23,7
Jumlah	78,4	77,5	77,2	79,1	80,2	78,7	80,3	82,4	81,6	76,3	82,4	74,5	75,8	71,3
Rata-rata	26,13	25,83	25,73	26,37	26,73	26,23	26,77	27,47	27,2	25,43	27,47	24,83	25,27	23,77

Lampiran 4. Pengukuran pH Selama Penelitian

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KI	8,84	9,32	8,28	8,44	9,34	8,3	8,34	8,37	9,27	9,12	8,21	8,3	9,44	8,12
K2	8,39	9,2	9,36	8,39	9,41	8,42	8,43	8,37	9,4	9,18	8,3	8,08	9,73	8,05
K3	9,02	9,41	9,25	8,28	9,49	8,41	8,46	8,44	9,44	8,22	8,37	8,36	8,26	8,27
Jumlah	26,25	27,93	26,89	25,11	28,24	25,13	25,23	25,18	28,11	26,52	24,88	24,74	27,43	24,44
Rata-rata	8,75	9,31	8,96	8,37	9,41	8,37	8,41	8,39	9,37	8,84	8,29	8,24	9,14	8,14
A1	8,59	9,27	8,14	9,21	8,37	8,27	8,36	8,36	9,41	8,07	8,31	8,33	8,21	8,16
A2	8,91	9,61	8,28	9,26	8,37	9,42	8,42	8,51	9,44	8,17	9,36	8,36	9,31	8,31
A3	9,26	9,57	8,4	9,37	9,43	8,52	8,42	8,45	9,39	8,2	9,31	8,37	8,55	8,47
Jumlah	26,76	28,45	24,82	27,84	26,17	26,21	25,2	25,32	28,24	24,44	26,98	25,06	26,07	24,94
Rata-rata	8,92	9,48	8,27	9,28	8,72	8,73	8,4	8,44	9,41	8,14	8,99	8,35	8,69	8,31
B1	9,08	9,46	9,04	8,06	8,2	8,3	8,24	8,32	9,39	8,11	8,35	8,33	8,36	8,3
B2	9,41	9,55	9,17	8,16	8,16	8,23	8,25	8,32	9,34	9,2	8,28	8,36	8,28	8,21
B3	9,23	9,55	8,13	8,13	8,21	8,32	8,28	8,36	9,3	9,06	8,31	8,37	9,51	8,9
Jumlah	27,72	28,56	26,34	24,35	24,57	24,85	24,77	25	28,03	26,37	24,94	25,06	26,15	25,41
Rata-rata	9,24	9,52	8,78	8,11	8,19	8,28	8,25	8,33	9,34	8,79	8,31	8,35	8,71	8,47
C1	8,86	9,37	9,91	9,51	8,83	9,28	8,29	8,3	9,33	8,32	8,27	8,36	8,2	8,74
C2	9,58	9,28	8,96	8,97	8,06	9,15	8,11	8,2	9,27	8,12	8,33	8,28	8,51	8,56
C3	8,59	9,25	8,92	9,64	8,03	8,2	8,21	8,31	9,35	8,11	9,33	8,33	8,07	8,11
Jumlah	27,03	27,9	27,79	28,12	24,92	26,63	24,61	24,81	27,95	24,55	25,93	24,97	24,78	25,41
Rata-rata	9,01	9,3	9,26	9,37	8,30	8,87	8,20	8,27	9,31	8,18	8,64	8,32	8,26	8,47
D1	9,09	9,47	9,33	8,57	9,1	8,27	8,24	8,21	9,32	9,24	9,36	8,29	9,11	8,36
D2	8,82	9,33	9,45	9,26	9,23	8,39	8,46	8,42	9,25	8,17	8,55	8,31	9,31	8,22
D3	8,94	9,42	9,12	9,22	8,44	8,03	8,23	8,18	9,29	8,83	8,72	8,32	8,17	8,3
Jumlah	26,85	28,22	27,9	27,05	26,77	24,69	24,93	24,81	27,86	26,24	26,63	24,92	26,59	24,88
Rata-rata	8,95	9,40	9,3	9,01	8,92	8,23	8,31	8,27	9,28	8,74	8,87	8,30	8,86	8,29

Lampiran 5. Pengukuran Salinitas (ppt) Selama Penelitian

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
KI	34	35	33	35	32	34	33	35	35	33	35	34	35	35
K2	34	35	33	35	33	34	33	34	34	34	34	34	33	34
K3	32	35	32	34	33	34	34	34	35	34	34	34	35	34
Jumlah	100	105	98	104	98	102	100	103	104	101	103	102	103	103
Rata-rata	33	35	33	35	33	34	33	34	35	34	34	34	34	34
A1	34	34	34	34	32	34	33	35	35	33	35	34	34	34
A2	34	34	33	35	32	35	33	35	35	33	35	34	34	34
A3	34	35	34	34	32	34	33	34	35	34	35	34	33	34
Jumlah	102	103	101	103	96	103	99	104	105	100	105	102	101	102
Rata-rata	34	34	34	34	32	34	33	35	35	33	35	34	34	34
B1	32	34	32	34	33	35	34	34	34	34	35	35	34	34
B2	34	33	33	34	34	35	34	35	34	34	34	34	33	35
B3	32	33	32	34	32	34	33	34	35	34	34	35	33	34
Jumlah	98	100	97	102	99	104	101	103	103	102	103	104	100	103
Rata-rata	33	33	32	34	33	35	34	34	34	34	34	35	33	34
C1	33	35	33	35	33	35	34	34	35	34	35	35	35	34
C2	34	34	33	35	34	35	33	34	35	34	34	34	34	34
C3	34	34	32	34	33	35	33	34	35	33	35	34	33	34
Jumlah	101	103	98	104	100	105	100	102	105	101	104	103	102	102
Rata-rata	34	34	33	35	33	35	33	34	35	34	35	34	34	34
D1	33	34	32	35	33	35	33	34	35	33	35	35	35	35
D2	34	33	32	34	34	35	33	34	35	33	35	35	34	34
D3	34	33	34	35	34	35	33	34	35	34	35	35	34	34
Jumlah	101	100	98	104	101	105	99	102	105	100	105	105	103	103
Rata-rata	34	33	33	35	34	35	33	34	35	33	35	35	34	34

Lampiran 6. Pengukuran DO (mg/l) Selama Penelitian

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K1	6,79	6,75	6,9	6,82	6,83	6,39	6,96	6,15	6,91	7,08	6,82	7,2	7,18	7,38
K2	6,65	6,69	6,98	6,98	6,78	6,57	6,99	6,4	6,83	7	6,56	7,08	7,17	7,19
K3	6,65	6,83	6,93	6,84	6,88	6,67	6,77	6,51	6,72	7,04	6,79	7,12	7,25	7,22
Jumlah	20,09	20,27	20,81	20,64	20,49	19,63	20,72	19,06	20,46	21,12	20,17	21,4	21,6	21,79
Rata-rata	6,69	6,75	6,93	6,88	6,83	6,54	6,90	6,35	6,82	7,04	6,72	7,13	7,2	7,26
A1	6,78	6,8	6,8	6,9	6,81	6,59	6,75	6,25	6,73	6,86	6,75	7,06	7,16	7,24
A2	6,85	6,93	6,98	6,9	6,87	6,65	6,87	6,46	6,84	7,11	6,85	7,22	7,13	7,37
A3	6,47	6,9	6,78	6,78	6,84	6,65	6,69	6,34	6,81	7,44	6,85	7,11	7,12	7,22
Jumlah	20,1	20,63	20,56	20,58	20,52	19,89	20,31	19,05	20,38	21,41	20,45	21,39	21,41	21,83
Rata-rata	6,7	6,87	6,85	6,86	6,84	6,63	6,77	6,35	6,79	7,13	6,81	7,13	7,13	7,27
B1	6,64	6,93	6,92	6,87	6,86	6,7	6,89	6,41	6,68	7,06	6,8	7,09	6,93	7,26
B2	6,65	6,8	6,81	6,75	6,76	6,6	6,72	6,44	6,72	7,1	6,87	7,15	7,9	7,22
B3	6,48	6,9	6,83	6,85	6,82	6,58	6,61	6,57	6,77	7,05	6,79	7,8	7,09	7,21
Jumlah	19,77	20,63	20,56	20,47	20,44	19,88	20,22	19,42	20,17	21,21	20,46	22,04	21,92	21,69
Rata-rata	6,59	6,87	6,85	6,82	6,81	6,62	6,74	6,47	6,72	7,07	6,82	7,34	7,30	7,23
C1	6,55	6,93	6,9	6,81	6,71	6,66	6,77	6,35	6,83	6,99	6,69	7,24	7,13	7,21
C2	6,2	6,93	6,82	6,81	6,75	6,6	6,54	6,41	6,62	6,84	6,83	7,09	7,1	7,23
C3	6,59	6,96	6,87	6,72	6,88	6,55	6,95	6,72	6,84	6,99	6,79	7,08	7,13	7,22
Jumlah	19,34	20,82	20,59	20,34	20,34	19,81	20,26	19,48	20,29	20,82	20,31	21,41	21,36	21,66
Rata-rata	6,44	6,94	6,86	6,78	6,78	6,60	6,75	6,49	6,76	6,94	6,77	7,13	7,12	7,22
D1	6,45	6,89	6,91	6,83	6,69	6,51	6,74	6,73	6,71	7,05	6,86	7,1	7,12	7,15
D2	6,62	6,79	6,91	6,89	6,84	6,68	6,87	6,71	6,77	7,04	6,75	7,16	7,12	7,22
D3	6,83	6,7	6,88	6,81	6,89	6,63	6,93	6,67	6,64	7,04	6,78	7,15	7,13	7,28
Jumlah	19,9	20,38	20,7	20,53	20,42	19,82	20,54	20,11	20,12	21,13	20,39	21,41	21,37	21,65
Rata-rata	6,63	6,79	6,9	6,84	6,80	6,60	6,84	6,70	6,70	7,04	6,79	7,13	7,12	7,21

Lampiran 7. Pengukuran Nitrat (mg/l) Selama Penelitian

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-	
	Awal	Akhir
K1	2,26	0,98
K2	2,51	1,42
K3	2,05	1,2
Jumlah	6,82	3,6
Rata-rata	2,273	1,2
A1	1,38	0,91
A2	2,72	1,05
A3	2,51	1,8
Jumlah	6,61	3,76
Rata-rata	2,203	1,253
B1	2,11	1,59
B2	2,31	1,76
B3	2,84	1,53
Jumlah	7,26	4,88
Rata-rata	2,42	1,6267
C1	2,23	1,2
C2	1,76	0,95
C3	2,05	1,24
Jumlah	6,04	3,39
Rata-rata	2,013	1,13
D1	1,77	1,3
D2	1,42	0,91
D3	1,69	1,15
Jumlah	4,88	3,36
Rata-rata	1,6267	1,12

Lampiran 8. Pengukuran Fosfat (mg/l) Selama Penelitian

Perlakuan	Pengukuran Hari Ke-	
	Awal	Akhir
K1	1,7	1,15
K2	1,49	1,2
K3	1,61	0,95
Jumlah	4,8	3,3
Rata-rata	1,6	1,1
A1	1,36	0,65
A2	1,21	0,7
A3	1,33	0,5
Jumlah	3,9	1,85
Rata-rata	1,3	0,61
B1	0,94	0,73
B2	0,98	0,43
B3	0,81	0,55
Jumlah	2,73	1,71
Rata-rata	0,91	0,57
C1	0,71	0,3
C2	0,56	0,45
C3	0,62	0,25
Jumlah	1,89	1
Rata-rata	0,63	0,33
D1	0,5	0,5
D2	0,4	0,35
D3	0,45	0,4
Jumlah	1,35	1,25
Rata-rata	0,45	0,41

Lampiran 9. Data Kelimpahan *Chlorella* sp. (10^4) sel/ml

Perlakuan	Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. (10^4) sel/ml selama 14 hari															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
KI	2	4,7	5,8	7,3	9,3	9,9	11,6	12,9	13,3	15,4	12,4	10,6	9,8	8,2	7,1	140,3
K2	2	4,1	5,2	8,1	8,7	8,9	10,5	11	12,6	14,8	12,3	9,5	9,1	7	6,6	130,4
K3	2	4	4,6	8,1	8,3	8,9	10	10,9	11,7	13,2	10,4	8,6	8	7,3	6,8	122,8
Jumlah	6	12,8	15,6	23,5	26,3	27,7	32,1	34,8	37,6	43,4	35,1	28,7	26,9	22,5	20,5	393,5
Rata-rata	2	4,267	5,2	7,833	8,767	9,233	10,7	11,6	12,533	14,467	11,7	9,567	8,967	7,5	6,833	131,1667
A1	2	7,2	8,2	10,8	11,8	12,9	15,4	20	21,2	22,8	19	17,6	13,4	11,5	9,6	203,4
A2	2	3	6,4	7,8	9,2	14,8	15,8	25,6	29,2	34,8	28,8	22,2	18,5	16,7	12,3	247,1
A3	2	3	6,2	7,4	9,2	10,6	11	12,2	13,2	16,2	13,7	11,3	9,8	8,6	7,5	141,9
Jumlah	6	13,2	20,8	26	30,2	38,3	42,2	57,8	63,6	73,8	61,5	51,1	41,7	36,8	29,4	592,4
Rata-rata	2	4,4	6,933	8,667	10,067	12,767	14,067	19,267	21,2	24,6	20,5	17,033	13,9	12,267	9,8	197,4667
B1	2	4,2	6,1	8,6	10,3	10,8	11,2	16,4	18,6	22,8	20,4	13,8	10,4	9,2	7,7	172,5
B2	2	3,6	5	6,8	8,4	10,8	11,4	14,6	16,6	18,7	17,3	14,8	11,8	8,9	7,1	157,8
B3	2	3,7	5,5	9,8	10	11	11,8	13,8	17	19	16,6	13,4	10,4	6,9	5,4	156,3
Jumlah	6	11,5	16,6	25,2	28,7	32,6	34,4	44,8	52,2	60,5	54,3	42	32,6	25	20,2	486,6
Rata-rata	2	3,833	5,533	8,4	9,567	10,867	11,467	14,933	17,4	20,167	18,1	14	10,867	8,333	6,733	162,2
C1	2	5,6	6,6	11,44	14	15	17	20,2	24,8	32,6	23,2	20,6	19,5	17,4	12,2	242,14
C2	2	4,8	7,6	7,8	8,2	9	11,6	13,4	15,8	21,2	19,8	17	15,8	13,2	9,8	177
C3	2	4,4	6,2	8,2	9,8	10,2	13	15,6	17,6	24,6	18,4	17,2	16,4	11,5	7,8	182,9
Jumlah	6	14,8	20,4	27,44	32	34,2	41,6	49,2	58,2	78,4	61,4	54,8	51,7	42,1	29,8	602,04
Rata-rata	2	4,933	6,8	9,147	10,667	11,4	13,867	16,4	19,4	26,133	20,467	18,267	17,233	14,033	9,933	200,68
D1	2	4,2	4,6	5,6	7,2	8,4	10,4	10,6	15,2	20,4	14	11,8	10,1	9,1	8	141,6
D2	2	4,8	7	7,2	8,4	12,2	14	17,2	18,4	24,4	20,4	17,2	12,4	10,3	8,9	184,8
D3	2	3,6	4	7,6	11	12,6	13,6	16,6	17,6	22,7	21,2	16,6	11,7	8,3	6,7	175,8
Jumlah	6	12,6	15,6	20,4	26,6	33,2	38	44,4	51,2	67,5	55,6	45,6	34,2	27,7	23,6	502,2
Rata-rata	2	4,2	5,2	6,8	8,867	11,067	12,667	14,8	17,067	22,5	18,533	15,2	11,4	9,233	7,867	167,4

Lampiran 10. Lanjutan Perhitungan Data Kelimpahan *Chlorella* sp.(10⁴) sel/ml

➤ Perhitungan Data Kelimpahan *Chlorella* sp. (10⁴) sel/ml

$$FK = \frac{\sum Y_{ijk}^2}{abn} = \frac{2546,74^2}{5 \times 14 \times 3} = \frac{6485885}{210} = 30885,16$$

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= (4,7^2 + 5,8^2 + \dots + 8,3^2 + 6,7^2) - 30885,16$$

$$= 6886,959$$

$$JKP = \sum_{i=1}^a \frac{y_i^2 \dots}{bn} - FK$$

$$= \frac{387,5^2 + 586,4^2 + 480,6^2 + 596,04^2 + 496,2^2}{14 \times 3} - 30885,16$$

$$= 697,59$$

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

$$= \frac{12,8^2 + 15,6^2 + \dots + 22,5^2 + 20,5^2}{3} - \frac{387,5^2}{14 \times 3}$$

$$= 312,53$$

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

$$= \frac{13,1^2 + 20,8^2 + \dots + 36,8^2 + 29,4^2}{3} - \frac{586,4^2}{14 \times 3}$$

$$= 1354,67$$

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

$$= \frac{11,5^2 + 16,6^2 + \dots + 25^2 + 20,2^2}{3} - \frac{480,6^2}{14 \times 3}$$

$$= 938,28$$

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

$$= \frac{14,8^2 + 20,4^2 + \dots + 42,1^2 + 29,8^2}{3} - \frac{596,04^2}{14 \times 3}$$

$$= 1332,36$$

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

$$= \frac{12,6^2 + 15,6^2 + \dots + 27,7^2 + 23,6^2}{3} - \frac{496,2^2}{14 \times 3}$$

$$= 1099,67$$



Lampiran 10. Lanjutan Perhitungan Data Kelimpahan *Chlorella* sp. (10^4) sel/ml

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

$$= 312,53 + 1354,67 + 938,28 + 1332,36 + 1099,67$$

$$= 5037,51$$

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

$$= 6886,96 - 697,59 - 5037,51$$

$$= 1151,86$$

Analisis sidik ragam kelimpahan *Chlorella* sp.

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	$5 - 1 = 4$	697,5897	174,3974	21,19**	2,43	3,45
Waktu dalam perlakuan	$5(14-1) = 65$	5037,513	77,5002	9,41**	1,4	1,61
Galat	$5 \times 14(3-1) = 140$	1151,856	8,22754			
Total	$(5 \times 14 \times 3) - 1 = 209$	6886,959				

Keterangan: * (berbeda nyata)

** (berbeda sangat nyata)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. selama penelitian. Hal ini dapat dilihat dari nilai f Tabel 5% (2,43) < f Hitung (21,19) > f Tabel 1% (3,45), yang berarti terima H_1 yang artinya dengan pemberian pupuk organik *Azolla microphylla* dengan dosis berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp., sehingga perlu dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Sedangkan dalam waktu perlakuan f Tabel 5% (1,4) < f Hitung (9,41) > f Tabel 1% (1,61) dapat disimpulkan bahwa waktu dalam perlakuan dengan pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* juga memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

Lampiran 10. Lanjutan Perhitungan Data Kelimpahan *Chlorella* sp. (10^4) sel/ml

➤ Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kelimpahan *Chlorella* sp. (10^4) sel/ml

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KTG}{bn}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times (8,22)}{14 \times 3}} = 0,62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t \text{ Tabel } 5\% \times \text{SED} \\ &= 1,97 \times 0,62 \\ &= 1,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= t \text{ Tabel } 1\% \times \text{SED} \\ &= 2,60 \times 0,62 \\ &= 1,61 \end{aligned}$$

BNT (Beda Nyata Terkecil), untuk mengetahui pengaruh perlakuan pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis yang berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

Perlakuan	Rata-rata	Notasi / kode
K	9,22	a
B	11,58	b
D	11,64	b
A	13,95	c
C	14,18	c
BNT 5%	1,22	

Berdasarkan hasil uji BNT di atas diketahui bahwa kelimpahan *Chlorella* sp. pada perlakuan pemberian pupuk organik dari *Azolla microphylla* dengan dosis 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l dan 2 mg/l menunjukkan hasil bahwa pada taraf uji 1% yaitu pengaruh pupuk organik dari *Azolla microphylla* terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. pada dosis 0,5 mg/l hanya berbeda tidak nyata dengan dosis 1,5 mg/l, dan berbeda nyata dengan dosis pupuk yang lain. Jadi, dapat disimpulkan hasil penelitian perlakuan terbaik adalah perlakuan A dengan dosis 0,5 mg/l, serta perlakuan terbaik kedua adalah perlakuan C dengan dosis 1,5 mg/l.

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

Kolam budidaya *Azolla microphylla*



Proses pembalikan pupuk



Kotak beton yang digunakan untuk pengomposan *Azolla microphylla*



Hasil pengomposan pupuk *Azolla microphylla* setengah jadi



Penambahan Em-4 pada proses pengomposan



Kultur murni bibit *Chlorella* sp.



Penutupan kotak beton dengan plastik hitam



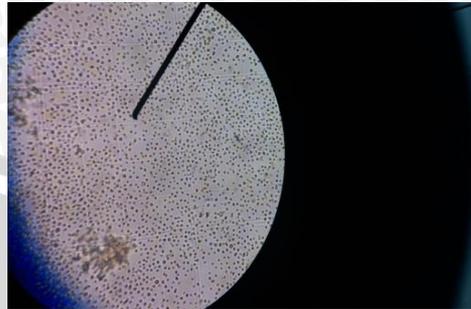
Kultur *Chlorella* sp. skala massal



Botol film berisi sampel yang akan dihitung kelimpahan *Chlorella* sp.



Stok *Chlorella* sp.



Perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp. dengan mikroskop

Perhitungan kelimpahan hari ke-1



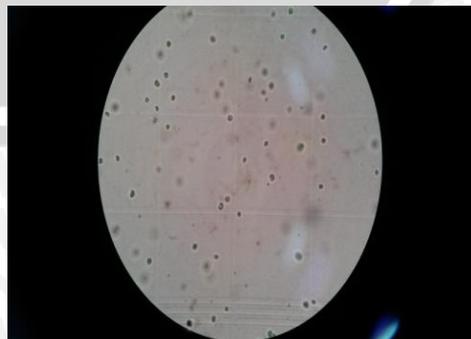
DO meter

Perhitungan kelimpahan hari ke-5

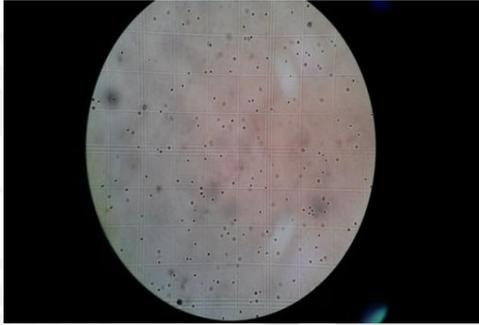


Refraktometer

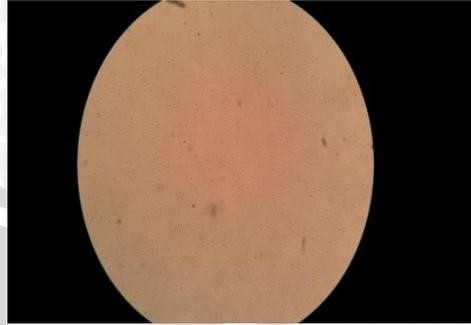
Perhitungan kelimpahan hari ke-7



Perhitungan kelimpahan hari ke-9



Perhitungan kelimpahan hari ke-14



Lampiran 12. Hasil Analisis Uji Kandungan Unsur Hara dalam Pupuk Organik
Azolla microphylla

Hasil Analisis Uji Kandungan Unsur Hara dalam Pupuk Organik *Azolla microphylla*





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA**

J. Veteran - Malang 65145, Telp. (0341) 575038, 551611 - 551615, Fax 311, Fx (0341) 575039
Email : kimia_ub@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

**LAPORAN HASIL ANALISA
NO : A.511/RT.5/T.1/R.0/TT.130803/2015**

1. **Data Konsumen**
 Nama Konsumen : Novita Maya Hazira
 Instansi : FMK UB
 Alamat : Seprengege Rt4 Rv 1 Kec. Pakis
 Telepon : 081213043029
 Status : Mahasiswa
 Keperluan analisa : Uji NO_3 , PO_4 , K, C, Nitrat
2. **Sampel yang Dilakukan** : Oleh Konsumen
3. **Identifikasi Sampel**
 Nama Sampel : Pupuk Organik dari *Azolla microphylla*
 Wujud : Padat
 Warna : Kehijauan
 Bentuk : padat
4. **Prosedur Analisa** : Dari lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA-
 Unswan Malang
5. **Penyampaian Laporan Hasil Analisa** : Langsung Ditrima
6. **Tanggal terima Sampel** : 20 Maret 2015
7. **Data Hasil Analisa** :

No	Parameter	Kode	Hasil Analisa		Metode Analisa	
			Kadar	Satuan	Reagen	Metode
1	NO_3	1,15gr	1,40 ± 0.03	mg/l	Phenol Sulfat	Spektrofotometer
2	PO_4	1,15gr	0,95 ± 0.01		Am- Molibdat	Spektrofotometer
3	K	1,15gr	1,76 ± 0.04		Aqueungin	AAS
4	C	1,15gr	18,03 ± 0.01		Infrasin	Redoks
5	Nitrat	1,15gr	2,73 ± 0.02		Nitralar	Spektrofotometer

Catatan:

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengujian analisa secara duplo 1
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat ini.



Malang, 26 Maret 2015

Katalab UPT. Layanan Analisa &
Pengukuran

Dr. Sewardhani, M.S.
NIP. 196802261992032001