

**PENGARUH PUPUK TEKNIS DENGAN PENAMBAHAN DOSIS PUPUK CAIR
YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN, BIOMASSA
DAN KLOROFIL *a Dunaliella* sp.**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

OLEH :

**MAHFUD DIANDRA WIJAYA
NIM. 125080507111006**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

**PENGARUH PUPUK TEKNIS DENGAN PENAMBAHAN DOSIS PUPUK CAIR
YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN, BIOMASSA
DAN KLOROFIL *a Dunaliella* sp.**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

OLEH :

**MAHFUD DIANDRA WIJAYA
NIM. 125080507111006**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

SKRIPSI

**PENGARUH PUPUK TEKNIS DENGAN PENAMBAHAN DOSIS PUPUK CAIR
YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN, BIOMASSA
DAN KLOROFIL a *Dunaliella* sp.**

Oleh :

MAHFUD DIANDRA WIJAYA
NIM. 125080507111006

Dosen Penguji I


(Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Aqua)
NIP. 19750604 199903 2 002
Tanggal : 23 JAN 2017

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**


(Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc)
NIP. 19610310 198701 2 001
Tanggal : 23 JAN 2017

Dosen Pembimbing II


(Ir. M. Rasyid Fadholi, M.Si)
NIP. 19520713 198003 1 001
Tanggal : 23 JAN 2017



**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**


(Dr. Ir. Arning Wilufeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 23 JAN 2017

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, Januari 2017

Mahasiswa

Mahfud Diandra Wijaya



UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa pelaksanaan penelitian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan moril dan materi dari semua pihak. Melalui kesempatan ini, dengan kerendahan hati perkenankan penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT karena atas limpahan rahmat, karunia, serta ridho - Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Ibu Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc selaku dosen pembimbing 1 yang tidak lelah memberikan bimbingan, saran dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Ir. M. Rasyid Fadholi, M.Si selaku dosen pembimbing 2 yang tidak lelah memberikan bimbingan, saran dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Aqua selaku dosen penguji 1 yang tidak lelah memberikan saran kepada penulis demi kesempurnaan penulisan.
5. Bapak Djoko Widagdyo dan ibu Sudiastuti yang telah memberikan doa restu, motivasi, dukungan dan segala yang dikerahkan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Pak Udin, pak Yit, ibu Diah, mbak Hawa dan mbak Titin selaku laboran yang banyak membantu dan memberikan saran saat penelitian.
7. Tim Peneliti (Ayu dan Lilik) yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penelitian.
8. Teman-teman spesial (Rus, Gilang, Sanudi, Febri, Ihsan, Sona, Furkan, Finsa, Arul) yang telah banyak membantu selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.

9. Yulia Asti Eka K. yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis dari awal hingga penyelesaian skripsi.
10. Teman-teman Aquasean yang telah banyak membantu dan memberi semangat sampai penyelesaian skripsi.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak, Ibu serta teman-teman semua. Aamiin ya rabbal alamin.

Malang, Januari 2017

Penulis



RINGKASAN

Mahfud Diandra Wijaya. Pengaruh Pupuk Teknis dengan Penambahan Dosis Pupuk Cair yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Biomassa dan Klorofil a *Dunaliella* sp. Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc** dan **Ir. M. Rasyid Fadholi, M.Si.**

Dunaliella sp. termasuk salah satu pakan alami dari jenis fitoplankton dalam kelas Chlorophyceae (alga hijau) yang sering disebut flagellata hijau bersel satu (*green unicellulair flagellata*). Pertumbuhan dan perkembangan *Dunaliella* sp. dipengaruhi makronutrien dan mikronutrien. Akan tetapi nutrisi menjadi unsur paling penting dikarenakan fungsi utama nutrisi adalah sebagai sumber energi dan bahan pembangun sel *Dunaliella* sp. Tidak tersedianya nutrisi, akan mengakibatkan pertumbuhan *Dunaliella* sp. terganggu. Salah satu cara memenuhi kebutuhan nutrisi *Dunaliella* sp. untuk meningkatkan pertumbuhan, biomassa dan klorofil a yaitu menggunakan pupuk teknis dengan penambahan pupuk cair "PEMIMPIN SPOK" sebagai alternatif.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda serta mengetahui dosis pupuk cair yang optimal untuk pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Ikan divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur pada bulan 17 September hingga 21 Oktober 2016.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yakni metode eksperimen yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu pemberian dosis pupuk cair yang berbeda dengan dosis 0, 1, 2, 3 dan 4 mL/L. Parameter utama yang diamati pada penelitian ini adalah laju pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. serta parameter penunjang antara lain suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas, nitrat dan fosfat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk cair terhadap laju pertumbuhan, biomassa dan klorofil a memberikan pengaruh yang sangat nyata. Dosis pupuk cair yang terbaik untuk pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. yaitu pada dosis pupuk cair 1,23-1,51 mL/L dengan laju pertumbuhan spesifik 0,87/hari, biomassa 0,91 g/L dan klorofil a 3,43 µg/mL. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian, suhu berkisar antara 26-29 °C, pH berkisar 8,04-9,15, oksigen terlarut berkisar 6,04-7,65 mg/L, salinitas pada kisaran 15-20 ppt, hasil pengukuran nitrat berkisar 2,59-3,95 ppm sedangkan hasil pengukuran fosfat selama penelitian yaitu berkisar antara 1,08-1,90 ppm.

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan untuk kultur *Dunaliella* sp. menggunakan pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair 1,23-1,51 mL/L untuk mendapatkan pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. yang terbaik.

KATA PENGANTAR

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Pupuk Teknis dengan Penambahan Dosis Pupuk Cair yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Biomassa dan Klorofil a *Dunaliella* sp.” ini tersajikan untuk menjelaskan pengaruh pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil a yang dihasilkan oleh mikroalga yang diteliti. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam penyajian materi dan penulisannya. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Malang, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

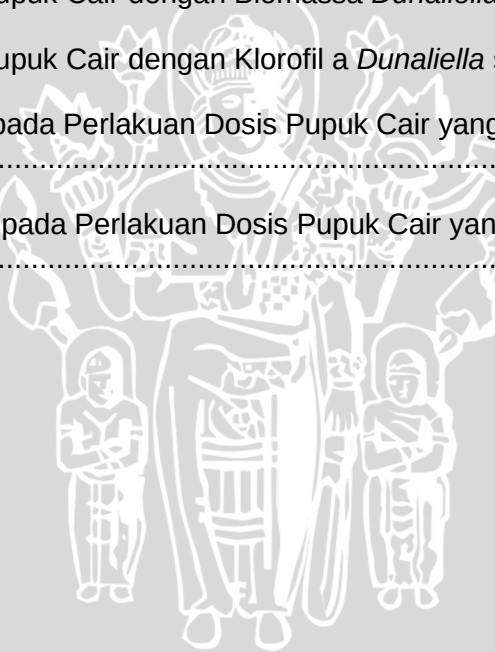
	Halaman
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Tempat dan Waktu	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi <i>Dunaliella</i> sp.	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat	6
2.1.3 Reproduksi	6
2.1.4 Kandungan Gizi	7
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga	7
2.3 Fase Pertumbuhan Mikroalga	8
2.3.1 Fase Adaptasi	8
2.3.2 Fase Ekponensial	9
2.3.3 Fase Stasioner	9
2.3.4 Fase Kematian	9
2.4 Sistem Kultur Mikroalga	9
2.5 Klorofil a <i>Dunaliella</i> sp.	11
2.6 Pupuk Cair Organik	11
3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	13
3.1.1 Alat Penelitian	13
3.1.2 Bahan Penelitian	13
3.2 Metode Penelitian	13
3.3 Teknik Pengambilan Data	14
3.4 Rancangan Penelitian	15
3.5 Prosedur Penelitian	16
3.5.1 Persiapan Penelitian	16
3.5.2 Pelaksanaan Penelitian	18
3.6 Parameter Uji	18
3.6.1 Parameter Utama	18

3.6.2 Parameter Penunjang	20
3.7 Analisa Data	22
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pertumbuhan <i>Dunaliella</i> sp.	23
4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Dunaliella</i> sp.	25
4.3 Doubling Time <i>Dunaliella</i> sp.	27
4.4 Biomassa <i>Dunaliella</i> sp.	29
4.5 Klorofil a <i>Dunaliella</i> sp.	31
4.6 Kualitas Air	33
4.6.1 Suhu	33
4.6.2 pH	33
4.6.3 Oksigen Terlarut.....	33
4.6.4 Salinitas	34
4.6.5 Nitrat	34
4.6.6 Fosfat	35
5. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Dunaliella</i> sp.	5
2. Fase Pertumbuhan Mikroalga	8
3. Denah Rancangan Penelitian	16
4. Rata-rata Kepadatan <i>Dunaliella</i> sp.	23
5. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Dunaliella</i> sp.	26
6. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan <i>Doubling Time Dunaliella</i> sp.	28
7. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan Biomassa <i>Dunaliella</i> sp.	30
8. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan Klorofil a <i>Dunaliella</i> sp.	32
9. Konsentrasi Nitrat pada Perlakuan Dosis Pupuk Cair yang Berbeda Selama Penelitian	35
10. Konsentrasi Fosfat pada Perlakuan Dosis Pupuk Cair yang Berbeda Selama Penelitian	36



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter kultur mikroalga	8
2. Rata-rata laju pertumbuhan spesifik <i>Dunaliella</i> sp.	25
3. Rata-rata <i>doubling time</i> <i>Dunaliella</i> sp.	28
4. Rata-rata biomassa <i>Dunaliella</i> sp.	29
5. Rata-rata klorofil a <i>Dunaliella</i> sp.	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat Penelitian	43
2. Bahan-bahan Penelitian	45
3. Data Pertumbuhan <i>Dunaliella</i> sp. (sel/mL)	46
4. Data Biomassa <i>Dunaliella</i> sp. (g/L)	54
5. Data Klorofil a <i>Dunaliella</i> sp. (µg/mL)	56
6. Data Pengukuran Suhu (°C)	58
7. Data Pengukuran pH	59
8. Data Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)	60
9. Data Pengukuran Salinitas (ppt)	61
10. Data Pengukuran Nitrat (ppm)	62
11. Data Pengukuran Fosfat (ppm)	63
12. Perhitungan N/P	64

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman sumberdaya di perairan Indonesia merupakan kekayaan alam yang kemungkinan besar masih sangat sedikit dimanfaatkan oleh manusia. Wilayah perairan Indonesia mencapai sekitar 5,8 juta km² serta mempunyai garis pantai yang panjangnya sekitar 81.000 km, sehingga pemanfaatan sumberdaya laut selayaknya dilakukan secara optimal. Wilayah pesisir dan lautan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Tingginya keanekaragaman hayati di laut dapat merefleksikan potensi ekonomi perairan pesisir dan lautan tersebut, dalam artian bahwa semakin tinggi keanekaragaman hayati yang terkandung, semakin besar potensi yang dapat dikembangkan (Dahuri, 2003).

Kegiatan budidaya perikanan laut yang berkembang saat ini harus diimbangi dengan ketersediaan larva atau benih ikan yang memadai, baik dari segi jumlah, mutu, dan kesinambungannya. Salah satu faktor yang menyebabkan terhambatnya pengadaan larva tersebut adalah sulitnya menyediakan pakan dengan kualitas baik, terutama pakan alami yaitu fitoplankton (mikroalga) dan zooplankton. Walaupun saat ini telah banyak dihasilkan pakan buatan untuk larva, namun keberadaan pakan alami tetap dibutuhkan. Hal ini karena pakan alami mempunyai kelebihan dibandingkan pakan buatan, diantaranya adalah kandungan gizi yang seimbang dan berperan dalam menjaga kualitas perairan (Widjaja, 2004).

Dunaliella sp. termasuk salah satu pakan alami dari jenis fitoplankton dalam kelas Chlorophyceae (alga hijau) yang sering disebut flagellata hijau bersel satu (*green unicellulair flagellata*). Keberadaan fitoplankton jenis ini berperan penting dalam lingkungan perairan sebagai produsen primer karena

fitoplankton ini bersifat fotosintetik, mempunyai klorofil untuk menangkap energi matahari dan karbondioksida menjadi karbon organik yang berguna sebagai sumber energi bagi kehidupan konsumen copepoda, larva moluska, udang, teripang dan jenis zooplankton. Selain peranannya sebagai produsen primer, hasil dari fotosintesis mikroalgae yaitu oksigen juga berperan sebagai respirasi biota air sekitarnya (Masithah, 2011).

Pertumbuhan dan perkembangan *Dunaliella* sp. dipengaruhi oleh ketersediaan makronutrien dan mikronutrien. Juneja *et al.* (2013), menjelaskan makronutrien seperti nitrogen, fosfor, sulfur dan magnesium sedangkan mikronutrien yakni ion, kobalt, zinc, boron, molybdenum dan mangan adalah esensial yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Akan tetapi nutrisi menjadi unsur paling penting dikarenakan fungsi utama nutrisi adalah sebagai sumber energi dan bahan pembangun sel *Dunaliella* sp. (Sylvester *et al.*, 2002). Tidak tersedianya nutrisi, akan mengakibatkan pertumbuhan *Dunaliella* sp. terganggu.

Pupuk cair "PEMIMPIN SPOK" (Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Ikan sebagai Pupuk Organik dalam Kegiatan Agrokomples) merupakan salah satu alternatif pupuk cair yang berasal dari pemanfaatan limbah industri pengolahan ikan. Pupuk cair ini memiliki kandungan C organik 2,83 %, bahan organik 4,89 %, N total 0,41 %, fosfat 0,21 % dan kalium 0,28 %.

Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan nutrisi *Dunaliella* sp. agar pertumbuhan, biomassa dan klorofil a meningkat yaitu menggunakan pupuk teknis dengan penambahan pupuk cair "PEMIMPIN SPOK" sebagai alternatif yang memiliki unsur makro dan mikro yang dibutuhkan *Dunaliella* sp. Penggunaan pupuk teknis dengan penambahan pupuk cair diharapkan dapat meningkatkan populasi, biomassa dan kandungan klorofil a *Dunaliella* sp. sehingga dapat memenuhi kebutuhan pakan alami dalam kegiatan budidaya.

1.2 Rumusan Masalah

Pakan alami merupakan pakan yang baik untuk budidaya karena diketahui memiliki kandungan nutrisi jauh lebih banyak dibandingkan dengan pakan buatan dan menjadi sumber nutrisi penting pada stadium awal perkembangan organisme. Pertumbuhan fitoplankton dapat mencapai maksimum dengan melakukan penambahan pupuk sebagai media pertumbuhannya. Penggunaan pupuk teknis dengan penambahan pupuk cair dapat menjadi solusi sebagai pengkaya media pertumbuhan plankton. Berdasarkan uraian diatas, maka didapat permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. ?
- Berapa dosis pupuk cair yang optimal terhadap pertumbuhan, biomassa serta klorofil a *Dunaliella* sp. ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui pengaruh pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp.
- Mengetahui dosis pupuk cair yang optimal terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp.

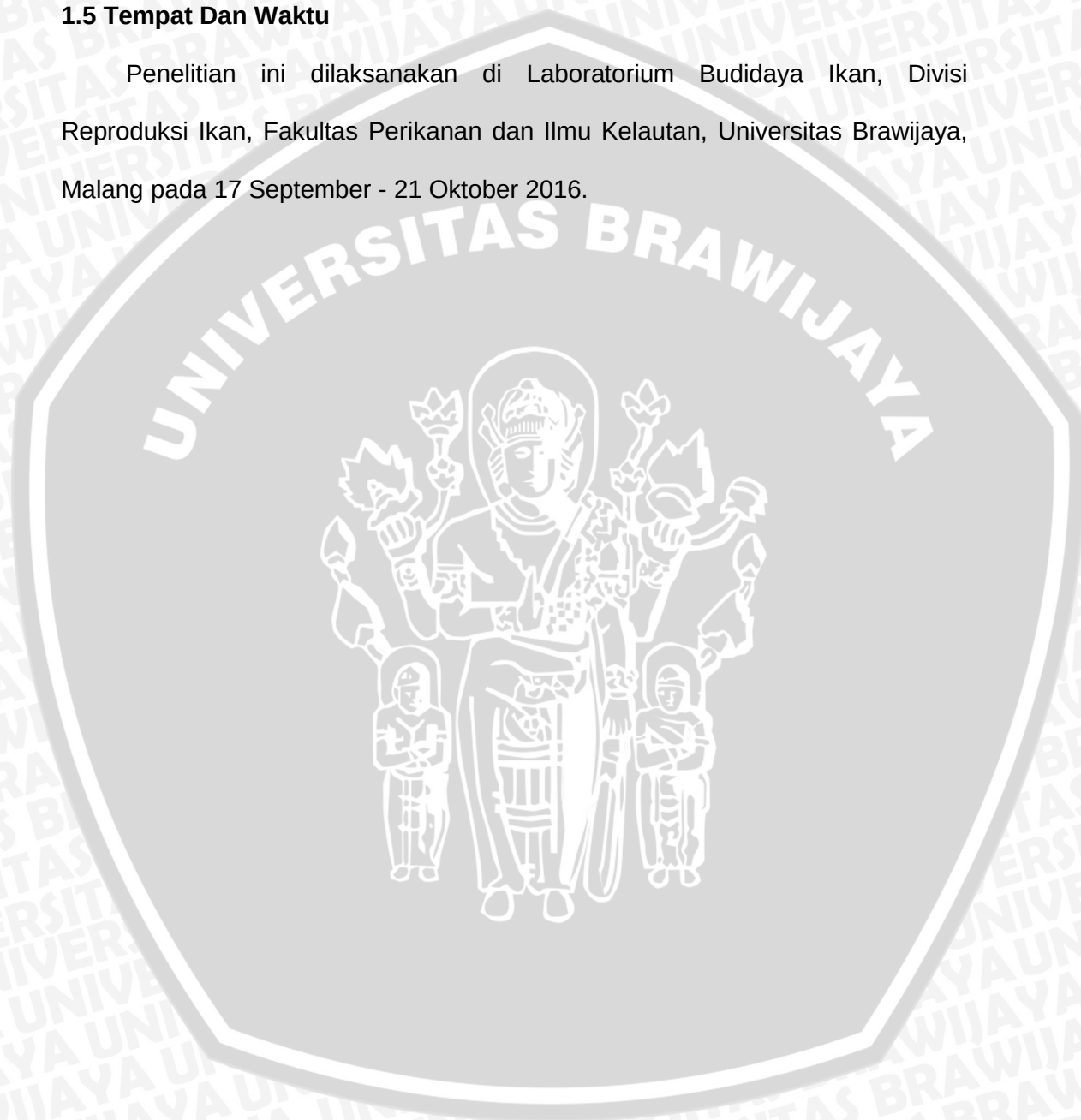
1.4 Hipotesis

H_0 : Pemberian pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda tidak mempengaruhi pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp.

H₁ : Pemberian pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp.

1.5 Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Ikan, Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada 17 September - 21 Oktober 2016.



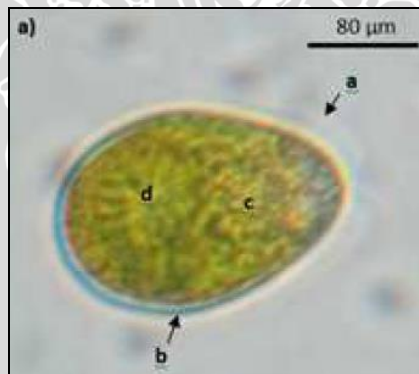
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Dunaliella* sp.

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Teodoresco (1905), klasifikasi *Dunaliella* sp. (Gambar 1) adalah sebagai berikut ini:

Phylum : Chlorophyta
 Kelas : Chlorophyceae
 Ordo : Volvocales
 Famili : Polyblepharidaceae
 Genus : *Dunaliella*
 Spesies : *Dunaliella* sp.



Gambar 1. *Dunaliella* sp. (Tran et al., 2013)

Secara morfologi, *Dunaliella* sp. merupakan mikroalga yang bersifat uniseluler, mempunyai sepasang flagella yang sama panjangnya, sebuah kloroplast berbentuk cangkir, dan tidak memiliki dinding sel (Borowitzka dan Borowitzka, 1988). *Dunaliella* sering juga disebut sebagai flagellata uniseluler hijau (*green unicellulair flagellata*). Bentuk selnya juga tidak stabil dan beragam, dapat berbentuk lonjong, bulat silindris, elips, dan lain-lain. Hal ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, pertumbuhan dan intensitas sinar matahari (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.1.2 Habitat

Dunaliella sp. bersifat halopilik, yaitu menyukai kondisi lingkungan yang mempunyai salinitas tinggi. Alga ini merupakan organisme eukariotik yang paling tahan terhadap kisaran salinitas yang lebar. Salinitas optimum untuk pertumbuhan alga ini berkisar antara 18-22 % NaCl, namun agar produksi karotenoid optimal membutuhkan media yang bersalinitas lebih besar dari 27 % NaCl. Fitoplankton ini juga bersifat *eurythermal*, yaitu toleran terhadap kisaran suhu yang lebar sehingga mampu bertahan pada suhu rendah hingga dibawah titik beku dan baru bersifat mematikan apabila suhu di atas 40 °C. Suhu optimal untuk pertumbuhan fitoplankton ini berkisar antara 20-40 °C, tergantung strainnya. Plankton ini akan tumbuh optimal pada pH 9, tetapi masih bertahan hidup pada perairan yang mempunyai pH 11 (Arif, 2014).

2.1.3 Reproduksi

Dunaliella sp. bereproduksi secara asexual dan seksual. Reproduksi secara asexual dapat terjadi dengan pembelahan secara memanjang. Saat proses pembelahan inti pirenoid akan melebar melintang dan menyebabkan dua flagella saling berjauhan. Pada pirenoid dan kloroplas akan terbentuk suatu lekukan yang kemudian akan membelah menjadi individu baru yang masing-masing mempunyai satu flagella dan satu anak sel yang belum mempunyai stigma. Stigma yang berbentuk ini merupakan hasil proses metamorfosis dari kromatofora (Oren, 2005).

Reproduksi secara seksual pada kondisi kultur jarang dijumpai. Reproduksi seksual ini umumnya dijumpai pada kondisi alamiah. Reproduksi seksual terjadi dengan cara melakukan isogami melalui konjugasi. Zigot berwarna hijau dan merah yang dikelilingi oleh dinding sporollenin yang halus dan sangat tipis. Nukleus zigot akan membelah secara meiosis. Pembelahan ini terjadi setelah tahap istirahat. Dari pembelahan ini terbentuk lebih dari 32 sel

yang dibebaskan melalui retakan atau celah pada dinding sel induk (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.1.4 Kandungan Gizi

Kandungan gizi setiap mikroalga berbeda - beda karena dipengaruhi oleh zat hara dan kondisi lingkungan. Kandungan gizi suatu mikroalga dapat dilihat dari kandungan protein, lemak, dan karbohidrat. Biomassa kering *Dunaliella* sp. 100 g mengandung karbohidrat 40,21 g, lemak 18,02 g, serat 2,10 g, protein 25,67 g, nitrat 15,34 g, dan karotenoid 42 g (Muhaemin dan Kaswadji, 2010).

Menurut Metting (1996), karbohidrat dalam mikroalga dapat ditemukan dalam bentuk pati, glukosa, dan gula. Kandungan lemak rata-rata sel alga bervariasi antara 1% dan 70% bahkan mencapai 90% dari berat kering dalam kondisi tertentu.

2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan dan perkembangan sel *Dunaliella* sp. pada medium sintetik anorganik, sangat dipengaruhi oleh faktor nutrisi (makronutrisi dan mikronutrisi) dan lingkungan. Salah satu unsur makronutrisi yang berpengaruh adalah ketersediaan unsur karbon. Sumber karbon yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroalga adalah karbon organik dan anorganik. Sumber karbon anorganik yang dapat digunakan adalah CO_2 , HCO_3^- dan NaHCO_3 sedangkan sumber karbon organik yang dapat dipergunakan adalah golongan glukosa (monosakarida, disakarida dan polisakarida) (Agustini, 2010).

Menurut Arif (2014), pertumbuhan suatu jenis phytoplankton sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro (N, P, K, S, Na, Si dan Ca) dan mikro (Fe, Zn, Cu, Mg, Mo, Co, B dan lain-lain) serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan phytoplankton antara lain cahaya, suhu, tekanan osmose dan pH air. Selain itu,

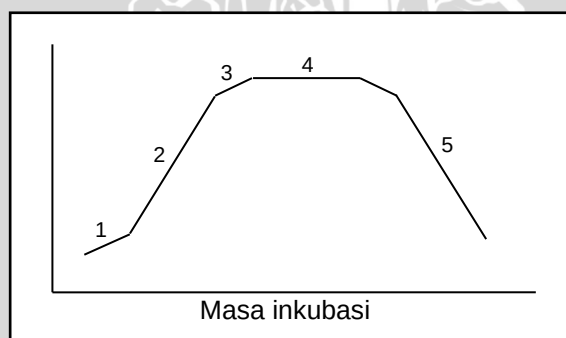
faktor genetik merupakan faktor internal yang sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat pertumbuhan phytoplankton. Kim (2015) menyatakan bahwa sejumlah parameter seperti intensitas cahaya, penyinaran, suhu, salinitas, pH dan lain-lain (Tabel 1) juga dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga.

Tabel 1. Parameter kultur mikroalga

Parameter	Kisaran	Optimal
Suhu (°C)	16-27	18-24
Salinitas (ppt)	12-40	20-24
Intensitas cahaya (lux)	1.000-10.000	2.500-5.000
Fotoperiod (terang:gelap)	-	24:0 (maximum) 16:8 (minimum)
pH	7-9	8,2-8,7

2.3 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga menurut Ekawati (2005), dapat dicirikan menjadi lima fase yang meliputi fase adaptasi atau istirahat, fase ekponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner dan fase kematian. Cepat atau lambatnya fase pertumbuhan mikroalga dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya adalah kandungan nutrisi dan parameter lingkungan.



Gambar 2. Fase Pertumbuhan Mikroalga

Keterangan: (1) Fase adaptasi; (2) Fase ekponensial; (3) Fase penurunan laju pertumbuhan; (4) Fase stasioner; (5) Fase kematian.

2.3.1 Fase Adaptasi

Menurut Armada (2013), fase ini disebut juga fase istirahat. Pada fase ini, sel beradaptasi dengan medium dan lingkungan kulturnya (suhu, salinitas,

pH) selama 24 jam. Dalam adaptasi ini biasanya mulai memanfaatkan nutrisi yang ada meskipun belum optimal, sehingga beberapa enzim yang terkait pembelahan selnya juga belum tersintesis dengan optimal. Ekawati (2005), menambahkan budidaya yang diinokulasi dari fase eksponensial memiliki waktu yang pendek pada fase ini yang dapat mempercepat waktu untuk dibudidayakan pada skala yang lebih besar.

2.3.2 Fase Ekponensial

Populasi mengalami fase eksponensial, yaitu fase meningkatnya kepadatan populasi dengan cukup besar (Widjaja, 2004). Menurut Kabinawa (2006), pada fase eksponensial, sel inokulum mengalami pembelahan maksimal yaitu menjadi dua kali lipat dari sebelumnya. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah kondisi lingkungan dan komposisi medium.

2.3.3 Fase Stasioner

Pada fase ini pertumbuhan populasi cenderung stasioner, artinya pembelahan sel dan kematian sel seimbang (Armanda, 2013). Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah sel relatif sama sehingga kepadatan sel tetap. Menurut Rahmawati *et al.* (2013), fase stasioner pada *Dunaliella* sp. dimulai pada hari ke 6 atau 2 - 3 hari setelah fase eksponensial.

2.3.4 Fase Kematian

Fase kematian merupakan tingkat kematian mikroalga lebih tinggi dibandingkan sel yang membelah (Khrisnan *et al.*, 2015). Fase ini ditandai dengan kepadatan populasi yang terus berkurang, hal ini dikarenakan laju kematian yang lebih tinggi dari pada laju pertumbuhan (Pelczar *et al.*, 1998).

2.4 Sistem Kultur Mikroalga

Mikroalga dapat diproduksi dengan bermacam metode baik secara tertutup maupun terkontrol. Sistem kultur mikroalga ada tiga yaitu *batch culture*,

semi kontinyu, dan kontinyu. Sistem *batch culture* yaitu menginokulasi sel ke media kultur yang sudah tersedia nutrisi sesuai kebutuhan mikroalga dan dipelihara selama beberapa hari kemudian dipanen ketika kepadatan mikroalga mendekati fase stasioner. Sistem *batch culture* lebih banyak digunakan karena sederhana dan fleksibel, namun kekurangan dari sistem ini yaitu terjadinya kontaminasi, harus steril dan memerlukan banyak tenaga kerja pada saat panen. Kultur secara kontinyu merupakan kegiatan kultur tertutup yang dilakukan secara terus menerus hingga mencapai fase pertumbuhan maksimum. Keuntungan dari sistem ini yaitu mikroalga yang dihasilkan dapat diprediksi memiliki kualitas yang lebih bagus. Tetapi kelemahannya biaya yang dikeluarkan banyak dan kompleks. Sistem kultur semi kontinyu adalah sistem kultur yang dilakukan pada skala besar dan sebagian mikroalga dipanen lalu volume media kultur ditambahkan nutrisi lagi sampai volume semula, kemudian mikroalga akan tumbuh lagi dan dipanen. Sistem ini dilakukan secara terbuka sehingga sangat sulit untuk dikontrol (FAO, 1991).

Tipe budidaya fitoplankton ada tiga yaitu bertingkat, kontinyu dan semi-kontinyu. Budidaya bertingkat meliputi kegiatan inokulasi bibit fitoplankton murni ke media budidaya yang telah dipupuk dan dipelihara beberapa hari, fitoplankton dipanen setelah populasi fitoplankton bertambah mendekati kepadatan maksimum pada fase pertumbuhan ekponensial. Budidaya secara kontinyu merupakan cara budidaya dimana tempat budidaya telah disuplai media yang telah dipupuk secara terus-menerus dan dilakukan secara tertutup sampai mencapai pertumbuhan maksimum. Sistem budidaya semi-kontinyu ini dilakukan pada skala besar dan fitoplankton dipanen sebagian kemudian volume ditambah sampai mencapai volume awal dan ditambah dengan pupuk untuk menumbuhkan sisa fitoplankton yang tidak terpanen (Ekawati, 2005).

2.5 Klorofil a *Dunaliella* sp.

Secara umum pigmen yang terdapat dalam mikroalga *Dunaliella* sp. adalah klorofil dan karotenoid. Klorofil adalah kelompok pigmen fotosintesis yang mampu menyerap cahaya merah, biru dan ungu serta merefleksikan cahaya hijau yang menyebabkan mikroalga memperoleh ciri warnanya. *Dunaliella* sp. merupakan mikroalga autotrof dan jenis klorofil yang dimilikinya adalah klorofil a dan c. Peningkatan kandungan klorofil sejalan dengan kenaikan kepadatan sel *Dunaliella* sp. Kandungan klorofil *Dunaliella* sp. mencapai 102,29 mg/L (Agustini, 2010).

Menurut Nur (2014), klorofil dapat dijumpai di hampir semua mikroalga dan tersusun atas lebih dari satu jenis klorofil, seperti klorofil a, klorofil b, dan klorofil c. Klorofil a adalah klorofil primer yang hampir dijumpai di sebagian besar mikroalga. Selain dapat digunakan sebagai pewarna pada bidang farmasi juga dapat digunakan sebagai produk kesehatan.

2.6 Pupuk Cair Organik

Pupuk merupakan unsur penting dalam dunia perikanan khususnya dalam budidaya pakan alami. Kandungan unsur hara, ketersediaan pupuk serta efisiensi merupakan faktor utama dalam budidaya mikroalga. Pupuk yang sering digunakan dalam budidaya mikroalga adalah pupuk cair. Menurut Hadisuwito (2012), pupuk cair organik adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah mampu mengatasi defisiensi hara secara cepat dan mampu menyediakan hara pada media secara cepat.

Unsur yang dibutuhkan mikroalga dalam jumlah besar adalah karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), sulfur (S), natrium (Na), magnesium (Mg) dan kalsium

(Ca). Sedangkan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah relatif sedikit adalah besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn), seng (Zn), silikon (Si), boron (B), molibdenum (Mo) dan kobalt (Co) (Boyd, 1979). Menurut Resmawati *et al.* (2012), pupuk cair limbah lemur (*Sardinella* sp.) merupakan pupuk organik yang mengandung unsur nutrisi seperti nitrogen, fosfor dan komposisi nutrisi lain yang identik dengan kebutuhan mikroalga sehingga memiliki potensi sebagai pupuk dalam kultur mikroalga. Menurut Chrimadha *et al.* (2006), nitrogen merupakan salah satu contoh makro nutrisi yang sangat berperan sebagai penyusun senyawa dalam sel, termasuk protein dan klorofil untuk fotosintesis.



3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian antara lain wadah kultur (toples kaca 2,5 L), selang aerasi, lampu TL 36 watt, refraktometer *Agata*, botol *sprayer*, pH meter, DO meter, *haemocytometer* 0,1 mm *Neubauer Assistant*, mikroskop Olympus CX21, spektrofotometer *Spectroquant pharo 300*, oven redLINE, *blower*, pipet tetes, pipet volume *Pyrex Iwaki*, bola hisap D&N, erlenmeyer 500 ml *Pyrex Iwaki*, gelas ukur 100 ml dan 1 L *Pyrex Iwaki*, *beaker glass* 1 L *Pyrex Iwaki*, *handtally counter*, *washing bottle*, *cover glass*, *centrifuge*, timbangan analitik *Radwag AS2201X*, bak besar, botol film, lemari pendingin, autoklaf *GEA*, *vacum pump VE115*, *vortex mixer*, desikator, botol falcon dan kalkulator. Gambar alat-alat penelitian disajikan pada Lampiran 1.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Dunaliella* sp. yang diperoleh dari Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol, air tawar, air laut, pupuk cair PEMIMPIN SPOK, pupuk teknis (urea 130 mg/L, fosfor 50 mg/L, multimikro 0,5 mL/L dan vitamin 1 mL/L), klorin, Na-Thiosulfat, alkohol 70%, tissue, kapas, kertas saring, akuades, *absolute methanol*, benang kasur, kertas koran, kertas label, alumunium foil, kapas, lugol dan karet. Gambar bahan-bahan penelitian tersebut disajikan pada Lampiran 2.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian perlakuan tertentu terhadap

subjek penelitian yang kemudian diamati/diukur dampaknya (data yang akan datang) (Jaedun, 2011). Pada dasarnya, metode penelitian eksperimental sendiri digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Hal ini sesuai dengan pendapat (Hamdi dan Bahrudin, 2014), yang menyatakan bahwa penelitian dengan menggunakan metode eksperimental bersifat menguji, hal ini mengandung arti bahwa semua variabel yang diuji harus diukur dengan menggunakan instrumen pengukuran atau tes yang sudah distandardisasikan atau dibakukan.

Menurut Rajab (2008), penelitian eksperimen merupakan jenis penelitian yang dikembangkan untuk mempelajari fenomena dalam kerangka korelasi sebab-akibat. Selain itu penelitian eksperimen ini merupakan suatu bentuk rancangan penelitian yang memperlakukan dan memanipulasi subjek penelitian dengan control secara ketat.

3.3 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung. Menurut Umar (2004), observasi adalah pengambilan data yang menggunakan pengamatan peneliti dengan kata lain menggunakan indera. Sehingga, pengambilan data dengan metode ini memerlukan kemampuan dan kecermatan pengamat.

Pendapat lain, Mania (2008) mengemukakan bahwa secara umum, observasi merupakan cara atau metode menghimpun keterangan atau data yang dilakukan dengan mengadakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap fenomena yang sedang dijadikan sasaran pengamatan. Observasi sangat diperlukan jika observer belum memiliki banyak keterangan tentang masalah yang diselidikinya. Sehingga observer dapat memperoleh gambaran yang jelas tentang masalahnya serta petunjuk-petunjuk cara memecahkannya.

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan gambaran umum penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti untuk mencapai tujuan tertentu. Rancangan penelitian disajikan dalam satu kesatuan naskah yang ringkas dan utuh. Rancangan penelitian menunjukkan adanya format penulisan yang disusun secara sistematis dan operasional meliputi langkah-langkah dan tahapan yang harus dijalani oleh peneliti. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Menurut Hanafiah (2013), Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana jika dibandingkan dengan rancangan-rancangan lainnya. Dalam rancangan ini tidak terdapat lokal kontrol, sehingga sumber keragaman yang diamati hanya perlakuan dengan galat. Kondisi ini hanya dicapai di ruangan-ruangan terkontrol seperti di laboratorium. Adapun model rancangan acak lengkap yang secara umum dinyatakan dalam model matematika adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = Nilai tengah umum
- T_i = Pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan yang masing-masing dilakukan 3 kali ulangan. Penelitian dengan menggunakan variabel bebas berupa perlakuan pemberian pupuk teknis dengan penambahan pupuk cair yang berbeda terhadap pertumbuhan, biomassa serta klorofil a *Dunaliella* sp. Dasar penelitian ini adalah penelitian pendahuluan untuk mengetahui dosis pupuk yang tepat. Denah rancangan penelitian disajikan pada Gambar 3.

E1	B1	C3	D1	A2
C2	E2	B2	A3	D2
A1	C1	D3	E3	B3

Gambar 3. Denah Rancangan Penelitian

Keterangan:

- A : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 0 mL/L
- B : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 1 mL/L
- C : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 2 mL/L
- D : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 3 mL/L
- E : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 4 mL/L
- 1,2 dan 3 : Sebagai ulangan

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Penelitian

a. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi merupakan suatu proses membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan; baik pada alat-alat, bahan ataupun media yang digunakan. Sterilisasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sterilisasi panas basah dan sterilisasi kimia. Sterilisasi panas basah menggunakan autoklaf, sedangkan sterilisasi kimia menggunakan bahan dalam bentuk larutan meliputi klorin 30 ppm selama 24 jam dan diberi Na-Thiosulfat 15 ppm untuk menghilangkan bau klorinnya (Suminto, 2009).

Peralatan yang terbuat dari kaca meliputi pipet volume dan pipet tetes disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. Peralatan yang akan disterilkan dicuci menggunakan sabun, kemudian dibilas dengan air tawar, dan ditunggu sampai kering. Selanjutnya peralatan tersebut dibungkus dengan menggunakan

kertas koran. Namun sebelum dibungkus, pipet volume dan pipet tetes harus diberi kapas dan diikat menggunakan benang kasur. Setelah itu, ditata peralatan yang akan disterilkan di dalam autoklaf, kemudian ditutup. Prinsip kerja autoklaf adalah sterilisasi panas basah dengan tekanan 1 atm pada suhu 121 °C selama 30 menit. Peralatan lainnya yaitu toples kaca, erlenmeyer, beaker glass, dan gelas ukur yang digunakan untuk kultur disterilisasi cara direndam air tawar dan ditambahkan larutan klorin 30 ppm, didiamkan selama 24 jam kemudian dinetralkan dengan larutan Na-Thiosulfat 15 ppm.

Media kultur berupa air tawar disterilisasi dengan cara ditampung dalam bak penampungan dengan kapasitas 60 liter, kemudian disterilkan dengan menggunakan larutan klorin 30 ppm dan dinetralkan menggunakan larutan Na-Thiosulfat 15 ppm.

b. Penyiapan Media Kultur

Media kultur yang digunakan yaitu air bersalinitas yang ditambahkan pupuk teknis dan pupuk cair. Media kultur berupa air bersalinitas sebelum digunakan ditampung pada bak 60 liter. Nutrien yang ditambahkan ke dalam media kultur adalah pupuk teknis dengan rasio N/P sebesar 11:1 dan pupuk cair.

c. Penyiapan Inokulan

Bibit *Dunaliella* sp. diperoleh dari Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol, Bali. Bibit dikultur pada Erlenmeyer 250 ml dengan media air bersalinitas 15 ppt sebanyak 4 buah pada suhu ruang 28 °C dengan intensitas cahaya 4.500 lux selama 4 hari (fase logaritmik). Inokulan dipanen dan disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu -4 °C.

Menurut Ekawati (2011), pengenceran dapat digunakan untuk menghitung jumlah bibit plankton yang dikehendaki untuk budidaya maupun untuk diberikan sebagai makanan larva. Jumlah bibit yang dikehendaki dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_1 = \frac{N_2 \times V_2}{N_1}$$

Keterangan:

V_1 : Volume bibit untuk penebaran awal (mL)

V_2 : Volume bibit yang dikehendaki (mL)

N_1 : Jumlah bibit yang akan ditebar (sel/mL)

N_2 : Jumlah bibit yang dikehendaki (sel/mL)

3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

Wadah percobaan diisi dengan media sebanyak 1 liter yang telah ditambahkan dengan pupuk teknis dan pupuk cair. Wadah yang sudah diisi media diletakkan di atas rak kultur sesuai denah rancangan percobaan yang telah dibuat dengan intensitas cahaya 4.500 lux dan aerasi diberikan secara terus-menerus. Bibit *Dunaliella* sp. dimasukkan dengan kepadatan awal 1×10^5 sel/mL. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap hari selama masa kultur.

Parameter penunjang yang diukur pada media pemeliharaan meliputi suhu, pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat. Pengukuran suhu, pH, DO dan salinitas dilakukan setiap hari, sedangkan pengukuran nitrat dan fosfat dilakukan 3 kali.

3.6 Parameter Uji

3.6.1 Parameter Utama

a. Pertumbuhan

Perhitungan kepadatan *Dunaliella* sp. dilakukan setiap hari dari awal hingga akhir percobaan. Perhitungan kepadatan dilakukan menggunakan metode perhitungan konsentrasi sel menggunakan *haemocytometer* 0,1 mm *Neubauer Assistant* dan alat bantu mikroskop dengan menggunakan rumus perhitungan menurut Cresswel (2010) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Jumlah (sel/ml)} = \frac{n}{\text{Jumlah bidang pandang}} \times 25 \times 10^4$$

- Laju Pertumbuhan Spesifik

Perhitungan laju pertumbuhan spesifik dilakukan pada awal kultur sampai puncak kelimpahan maksimum. Laju pertumbuhan spesifik menurut Mayers *et al.* (2014), dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\mu = \frac{\ln (X_2) - \ln (X_1)}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

μ : laju pertumbuhan per unit konsentrasi sel (/hari)
 X_1 dan X_2 : konsentrasi sel pada waktu ke-1 (t_1) dan waktu ke-2 (t_2) berturut-turut

- Doubling Time

Doubling time (dt) ialah waktu penggandaan sel biomassa *Dunaliella* sp. Waktu penggandaan sel (dt) merupakan rata-rata waktu generasi konsentrasi sel yang dihitung dari laju pertumbuhan berdasarkan rumus menurut Ak *et al.* (2008), sebagai berikut:

$$dt \text{ (hari)} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

b. Biomassa

Analisis biomassa dilakukan pada saat akhir fase stasioner dengan menggunakan kertas saring Whatman. Menurut Goksan *et al.* (2007), kertas saring dioven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Kertas saring dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (W_0). Sampel sebanyak 50 ml disaring dengan menggunakan kertas saring dengan bantuan *vacum pump*. Kemudian kertas saring dicuci dengan akuades untuk menghindari kontaminasi garam yang tidak larut dalam media. Kertas saring dioven pada suhu 105 °C selama 1 jam hingga beratnya konstan. Setelah itu kertas saring diletakkan ke dalam desikator selama 30-60 menit kemudian ditimbang kembali (W_1).

Biomassa menurut Astuti dan Sriwuryandari (2010), dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Berat kering sel (g/L)} = \frac{([W_1] - [W_0]) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

W_0 = Berat kertas saring

W_1 = Berat kertas saring + mikroalga

V = Volume sampel

c. Klorofil a

Analisis klorofil a *Dunaliella* sp. dilakukan pada saat puncak populasi sel tertinggi. Cara pengukuran kandungan pigmen modifikasi Bennet dan Bogarad (1973) dan Lichtenthaler (1987), yaitu diambil 5 mL sampel lalu dimasukkan dalam falcon dan dibungkus alumunium foil. Setelah itu disentrifugasi pada 5000 rpm selama 20 menit dan dibuang supernatnya. Dilakukan proses *freezing thawing* masing-masing 15 menit (hingga membeku dan mencair) sebanyak 3 kali ulangan. Ditambahkan *methanol absolute* 5 mL dan divortex sampai homogen. Kemudian direbus pada suhu 70 °C selama 30 menit. Diinkubasi pada suhu 4 °C selama 24 jam. Kemudian sampel disentrifugasi 5000 rpm selama 20 menit. Supernatan diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 665 nm dan 652 nm. Perhitungan klorofil a dihitung berdasarkan rumus Ritchie (2006) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Chl a } (\mu\text{g/mL}) = - 8,0962 \times \text{OD}_{652} + 16,5169 \times \text{OD}_{665}$$

3.6.2 Parameter Penunjang

a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi dan siang dari awal penelitian sampai akhir penelitian. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer yang dicelupkan ke dalam media kultur. Pengukuran dilakukan ± 5 menit kemudian dicatat hasilnya.

b. pH

Pengukuran pH dilakukan setiap hari dari awal hingga akhir penelitian. Pengukuran pH dengan menggunakan pH meter dengan cara dicelupkan ke dalam media kultur kemudian dicatat hasilnya.

c. Oksigen Terlarut

Pengukuran oksigen terlarut (DO) dilakukan setiap hari dari awal hingga akhir penelitian. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan DO meter yang dicelupkan ke dalam media kultur dan dicatat hasilnya.

d. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan setiap hari dari awal hingga akhir penelitian. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan refraktometer. Cara pengukuran yaitu air sampel diambil dengan pipet tetes kemudian ditetaskan pada optic refraktometer sebanyak satu tetes, kemudian dilihat nilai salinitas pada refraktometer sebelah kanan dengan menghadap cahaya.

e. Pengukuran Kadar Nitrat

Pengukuran kadar nitrat dilakukan pada awal tebar, fase logaritmik, dan fase stasioner. Air sampel dituang sebanyak 12,5 ml ke dalam cawan porselen dan dipanaskan sampai membentuk kerak dan didinginkan. Kemudian ditambahkan 0,25 ml asam fenol disulfonik (6-7 tetes). Selanjutnya ditambahkan sedikit H_2O dan dikerik sampai keraknya larut semua. Sampel ditambahkan NH_4OH 1:1 sampai berwarna kuning dan jika sudah 6 ml tapi tidak berwarna kuning maka dihentikan, lalu ditambahkan H_2O sampai seperti volume semua (12,5 ml). Sampel dimasukkan ke dalam cuvet untuk diukur dengan spektrofotometer (method 353 dan panjang gelombang 410 nm) (Boyd, 1979).

f. Pengukuran Kadar Fosfat

Pengukuran kadar fosfat dilakukan pada awal penebaran inokulan, fase logaritmik dan fase stasioner. Air sampel yang diambil sebanyak 25 ml kemudian

ditambahkan 1 ml *ammonium molybdate*. Lalu ditetesi dengan 5 tetes SnCl_2 dan dihomogenkan, ditunggu sampai 10 menit hingga warna biru terbentuk. Kemudian, dimasukkan ke dalam cuvet. Kadar fosfat diukur dengan spektrofotometer (method 490 dan panjang gelombang 690 nm) (Boyd, 1979).

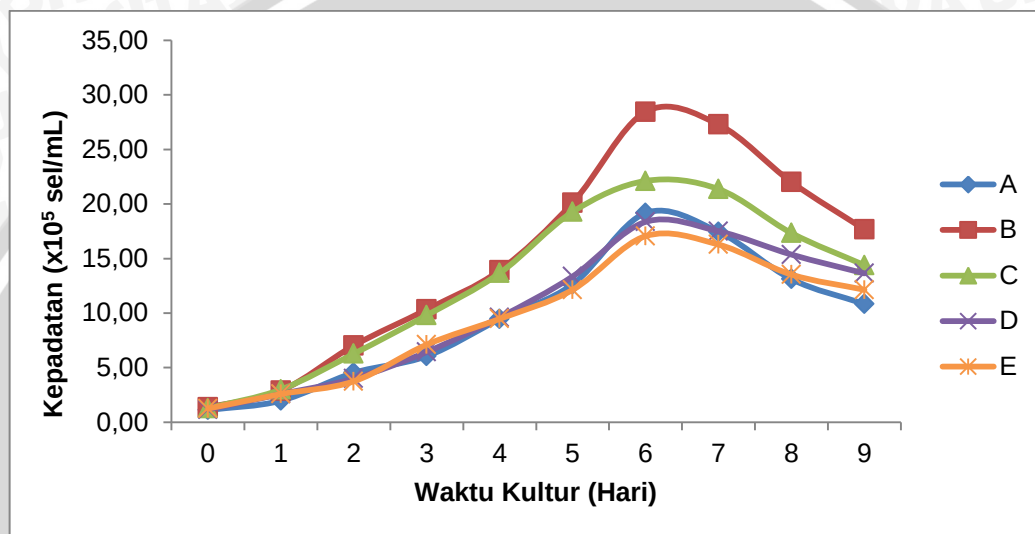
3.7 Analisa Data

Semua analisis akan dihitung dari masing-masing perlakuan dan diuji secara statistik dengan menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 5 perlakuan 3 ulangan. Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*) dilanjutkan dengan uji Post Hoc. Analisis uji keragaman ANOVA dan Post Hoc dalam penelitian ini dianalisis menggunakan komputer dengan program SPSS verse 16.0 for Windows.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan *Dunaliella* sp.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data rata-rata pertumbuhan *Dunaliella* sp. yang dikultur menggunakan pupuk cair dengan dosis berbeda seperti disajikan pada Gambar 4 dan Lampiran 3.



Gambar 4. Rata-rata Kepadatan *Dunaliella* sp.

Keterangan:

- A : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 0 mL/L
- B : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 1 mL/L
- C : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 2 mL/L
- D : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 3 mL/L
- E : Pemberian pupuk teknis + pupuk cair 4 mL/L

Data hasil penelitian pertumbuhan *Dunaliella* sp. menunjukkan peningkatan pertumbuhan sel yang berbeda pada tiap perlakuan. Pada penelitian ini mengalami 3 fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial dan fase kematian. Fase adaptasi terjadi pada perlakuan A dan B mulai hari ke-0 (saat pemasukan inokulan) sampai hari ke-1. Menurut Armanda (2013), pada fase ini mikroalga belum menunjukkan pertumbuhan populasi (kenaikan jumlah sel) yang nyata karena sel masih beradaptasi dengan media (nutrien) dan lingkungan kulturnya, namun sebenarnya sel tersebut sudah

memanfaatkan nutrisi yang sudah ada meskipun belum optimal untuk proses metabolisme sehingga pembelahan selnya belum optimal. Pada perlakuan C, D dan E tidak mengalami fase adaptasi karena sel sudah membelah dari awal tebar. Menurut Prihantini (2005), fase adaptasi tidak terlihat secara jelas kemungkinan disebabkan oleh sel-sel yang diinokulasikan cepat beradaptasi terhadap media kultur yang baru sehingga mampu tumbuh dan membelah dengan cepat. Disamping itu fase adaptasi akan menjadi lebih singkat atau bahkan tidak terlihat apabila sel-sel yang diinokulasikan berasal dari kultur yang berada dalam fase eksponensial. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Pelczar *et al.* (1986), bahwa inokulum yang ditebar memberikan pengaruh pada lamanya fase adaptasi. Sel-sel yang diinokulasikan pada awal fase logaritmik akan menghasilkan fase adaptasi yang singkat dan bahkan tidak mengalami fase adaptasi, sedangkan kultur dengan inokulum yang sudah tua akan mengalami fase adaptasi yang lama karena sel-sel tersebut membutuhkan waktu untuk aktif kembali.

Fase eksponensial pada perlakuan A dan B terjadi mulai hari ke-1 sampai hari ke-6, sedangkan untuk perlakuan C, D dan E mengalami fase eksponensial pada hari ke-0 sampai hari ke-6 karena pada perlakuan ini tidak mengalami fase adaptasi. Hal ini dikarenakan nutrisi yang terdapat pada media kultur masih mencukupi untuk proses pertumbuhan. Menurut Rizky *et al.* (2013), pada awal kultur, kandungan nutrisi yang masih tinggi dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk melakukan proses pertumbuhan. Peningkatan jumlah sel akan terhenti pada satu titik puncak populasi, pada titik tersebut kebutuhan nutrisi menjadi semakin lebih besar, sedangkan kandungan nutrisi dalam media semakin menurun karena tidak dilakukannya penambahan nutrisi.

Setelah mencapai fase eksponensial terjadi fase kematian yang ditandai dengan menurunnya jumlah sel. Pada penelitian ini fase stasioner tidak teramati

dengan jelas karena fase tersebut berlangsung dengan cepat sehingga tidak teramati dalam selang waktu 24 jam. Fase kematian pada penelitian ini terjadi mulai hari ke-7. Hal ini dikarenakan berkurangnya nutrisi dalam media serta kepadatan sel yang tinggi dan kemungkinan terjadinya persaingan antar sel sehingga mempengaruhi kemampuan membelah sel yang menyebabkan produksi sel semakin berkurang (Abidin dan Trihandaru, 2009). Pendapat lain seperti yang dikemukakan oleh Coutteau (1996), bahwa selain berkurangnya nutrisi, fase kematian juga disebabkan oleh penurunan kualitas air, kandungan oksigen rendah, perubahan pH serta peningkatan suhu di dalam media.

4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik *Dunaliella* sp.

Pertumbuhan *Dunaliella* sp. sejalan dengan meningkatnya laju pertumbuhan spesifik. Laju pertumbuhan spesifik merupakan kecepatan pertambahan sel alga dalam kurun waktu tertentu yang terjadi hingga mencapai fase puncak. Hasil rata-rata laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp.

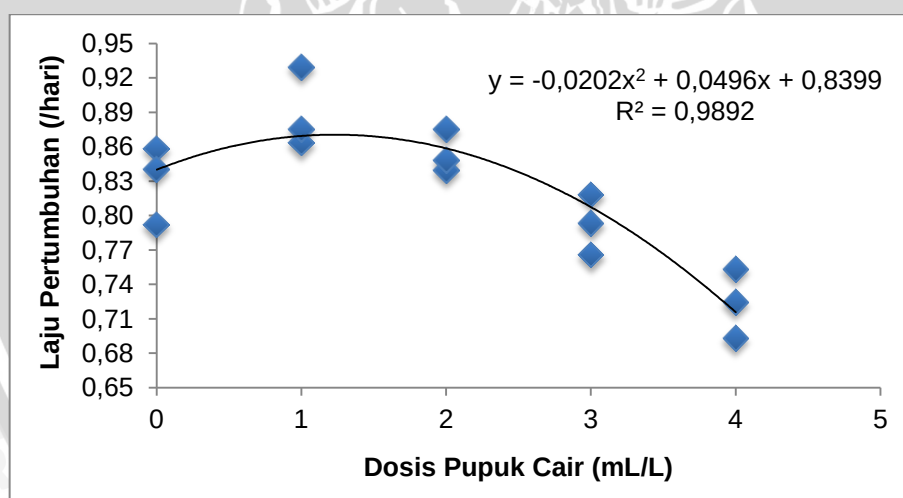
Pemberian Pupuk Cair	Ulangan			Total (/hari)	Rata-rata $\pm$ SD
	1	2	3		
A (0 mL/L)	0,79	0,86	0,84	2,49	$0,83 \pm 0,03^b$
B (1 mL/L)	0,86	0,93	0,88	2,67	$0,89 \pm 0,04^d$
C (2 mL/L)	0,84	0,85	0,88	2,56	$0,85 \pm 0,02^c$
D (3 mL/L)	0,77	0,82	0,79	2,38	$0,79 \pm 0,03^b$
E (4 mL/L)	0,72	0,69	0,75	2,17	$0,72 \pm 0,03^a$
Total				12,27	

Dari hasil rata-rata laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. pada Tabel 2 diketahui nilai rata-rata terbaik didapat pada perlakuan B dengan penambahan pupuk cair 1 mL/L sebesar 0,89/hari sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan E dengan penambahan pupuk cair 4 mL/L sebesar 0,72/hari. Selanjutnya, sebelum data laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. dilakukan

perhitungan sidik ragam, diuji dengan menggunakan uji normalitas untuk mengetahui kenormalan data tersebut. Untuk hasil uji normalitas dan uji sidik ragam tersaji pada Lampiran 3.

Berdasarkan hasil penghitungan sidik ragam menunjukkan nilai $P < 0,01$ yang berarti penambahan pupuk cair yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hal ini berarti perlakuan mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. Analisis dilanjutkan pada perhitungan *homogeneous subsets* dengan uji Duncan terhadap laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. seperti yang disajikan pada Lampiran 3 untuk melihat perbedaan antara tiap perlakuan penambahan pupuk cair yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan uji polinomial orthogonal antar perlakuan. Untuk mengetahui hubungan pemberian dosis yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan Laju Pertumbuhan Spesifik *Dunaliella* sp.

Berdasarkan hasil uji polinomial orthogonal diperoleh hubungan pemberian dosis pupuk cair terhadap laju pertumbuhan *Dunaliella* sp. menunjukkan hubungan kuadratik dengan persamaan $Y = -0,0202x^2 + 0,0496x + 0,8399$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9892, artinya variabel bebas (perlakuan) berpengaruh sebesar 98,92 % terhadap variabel terikat (laju

pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp.). Dari hasil persamaan tersebut didapatkan dosis terbaik sebesar 1,23 mL/L dengan nilai laju pertumbuhan spesifik sebesar 0,87/hari. Pada dosis 1,23 ml/L didapatkan laju pertumbuhan spesifik yang maksimal. Hal ini karena nutrisi yang terdapat pada media mampu dimanfaatkan dengan baik oleh *Dunaliella* sp. sehingga dapat meningkatkan pertumbuhannya. Pada pemberian dosis yang lebih tinggi didapatkan laju pertumbuhan yang lebih rendah, hal ini diduga semakin tinggi konsentrasi pemberian pupuk maka efektivitas pemanfaatan nutrisi semakin rendah. Menurut Wijaya (2006), kepadatan sel mengalami penurunan secara drastis disebabkan oleh pengaruh konsentrasi N yang terlalu tinggi. Kandungan N yang terlalu tinggi akan mengakibatkan pertumbuhan fitoplankton lebih rendah. Semakin tinggi penambahan N maka tidak selamanya meningkatkan pertumbuhan bahkan dapat menurunkan pertumbuhan fitoplankton.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan *Dunaliella* sp. yaitu kualitas air seperti suhu, pH dan oksigen terlarut. Menurut Goldman dan Horne (1983), faktor penunjang pertumbuhan fitoplankton sangat kompleks dan saling berinteraksi antara faktor fisika-kimia perairan seperti intensitas cahaya, oksigen terlarut, stratifikasi suhu dan ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor.

4.3 Doubling Time *Dunaliella* sp.

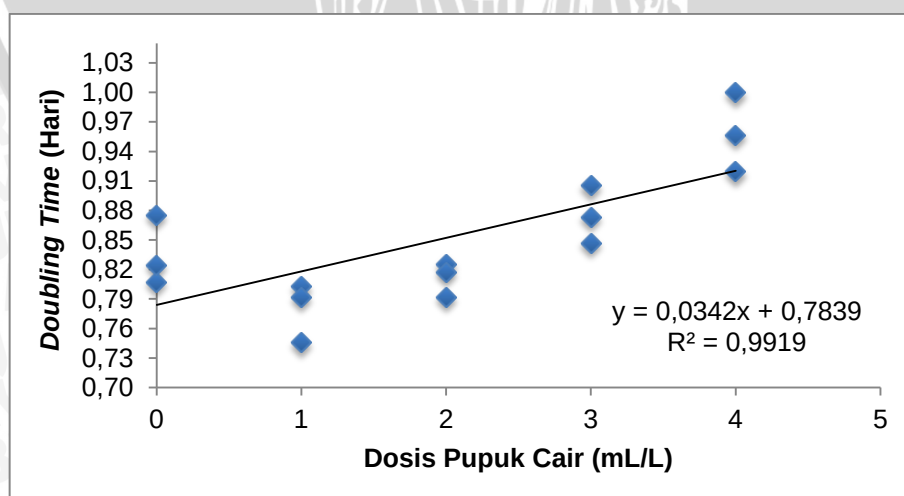
Hasil perhitungan *doubling time* *Dunaliella* sp. pada penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk cair berpengaruh terhadap *doubling time* *Dunaliella* sp. Data rata-rata *doubling time* *Dunaliella* sp. disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata *doubling time* *Dunaliella* sp.

Pemberian Pupuk Cair	Ulangan			Total (Hari)	Rata-rata $\pm$ SD
	1	2	3		
A (0 mL/L)	0,87	0,81	0,82	2,51	0,84 $\pm$ 0,04 ^a
B (1 mL/L)	0,80	0,75	0,79	2,34	0,78 $\pm$ 0,03 ^a
C (2 mL/L)	0,83	0,82	0,79	2,43	0,81 $\pm$ 0,02 ^a
D (3 mL/L)	0,91	0,85	0,87	2,63	0,88 $\pm$ 0,03 ^b
E (4 mL/L)	0,96	1,00	0,92	2,88	0,96 $\pm$ 0,04 ^c
Total				12,78	

Dari data rata-rata *doubling time* *Dunaliella* sp. sebelum dilakukan perhitungan sidik ragam maka data diuji dengan menggunakan uji normalitas untuk mengetahui kenormalan data tersebut. Untuk hasil uji normalitas dan uji sidik ragam tersaji pada Lampiran 3. Berdasarkan hasil penghitungan sidik ragam menunjukkan nilai $P < 0,01$ yang berarti penambahan pupuk cair yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Analisis dilanjutkan pada perhitungan *homogeneous subsets* dengan uji Duncan terhadap *doubling time* *Dunaliella* sp. seperti yang disajikan pada Lampiran 3 untuk melihat perbedaan antara tiap perlakuan penambahan pupuk cair yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan uji polinomial orthogonal antar perlakuan untuk mengetahui hubungan pemberian dosis yang berbeda terhadap *doubling time* *Dunaliella* sp. disajikan pada Gambar 6.

**Gambar 6.** Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan *Doubling Time* *Dunaliella* sp.

Hubungan antara perlakuan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap *doubling time Dunaliella* sp. didapatkan persamaan $Y = 0,0342x + 0,7839$ yang memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9919 artinya pupuk cair berpengaruh 99,19 % terhadap *doubling time Dunaliella* sp. Dari persamaan tersebut *doubling time* tertinggi terdapat pada perlakuan E sebesar 0,92 hari (22,08 jam) dan terendah pada perlakuan A sebesar 0,78 hari (18,72 jam). *Doubling time* pada perlakuan A memperlihatkan nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Budiardi *et al.* (2010), semakin tinggi nilai waktu penggandaan, maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan sel untuk penggandaan. Sebaliknya, semakin rendah nilai waktu penggandaan, maka semakin sedikit waktu yang dibutuhkan sel untuk penggandaan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Afriza *et al.* (2015), waktu generasi yang lebih rendah berarti pertumbuhan jumlah populasi lebih cepat karena waktu yang diperlukan untuk pembelahan sel lebih singkat sehingga untuk mencapai kepadatan maksimum lebih cepat.

4.4 Biomassa *Dunaliella* sp.

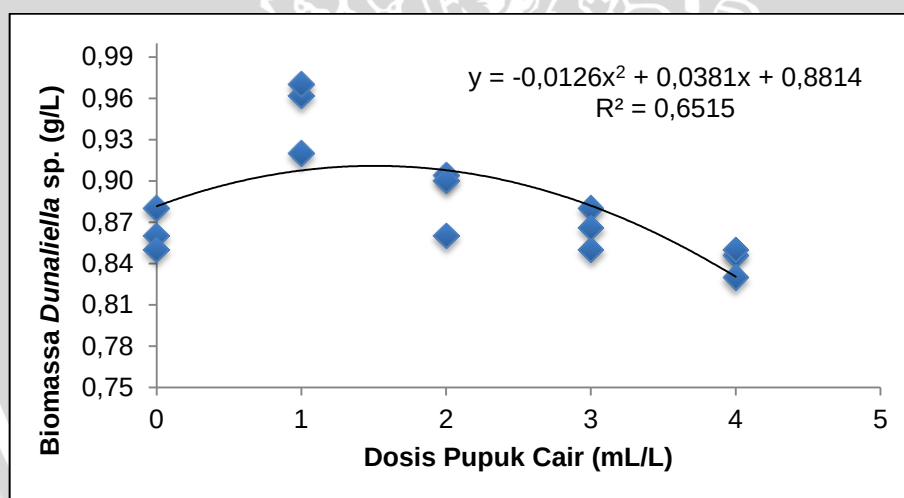
Hasil perhitungan biomassa *Dunaliella* sp. pada penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk cair berpengaruh terhadap biomassa *Dunaliella* sp. Data rata-rata biomassa *Dunaliella* sp. disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata biomassa *Dunaliella* sp.

Pemberian Pupuk Cair	Ulangan			Total (g/L)	Rata-rata $\pm$ SD
	1	2	3		
A (0 mL/L)	0,86	0,85	0,88	2,59	0,86 $\pm$ 0,02 ^a
B (1 mL/L)	0,96	0,92	0,97	2,85	0,95 $\pm$ 0,03 ^c
C (2 mL/L)	0,86	0,90	0,90	2,66	0,89 $\pm$ 0,02 ^b
D (3 mL/L)	0,85	0,88	0,87	2,60	0,87 $\pm$ 0,02 ^a
E (4 mL/L)	0,85	0,85	0,83	2,53	0,84 $\pm$ 0,01 ^a
Total				12,99	

Dari data rata-rata biomassa *Dunaliella* sp. sebelum dilakukan perhitungan sidik ragam maka data diuji dengan menggunakan uji normalitas untuk mengetahui kenormalan data tersebut. Untuk hasil uji normalitas dan uji sidik ragam tersaji pada Lampiran 4 Berdasarkan hasil penghitungan sidik ragam menunjukkan nilai $P < 0,01$ yang berarti penambahan pupuk cair yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Analisis dilanjutkan pada perhitungan *homogeneous subsets* dengan uji Duncan terhadap biomassa *Dunaliella* sp. seperti yang disajikan pada Lampiran 4 untuk melihat perbedaan antara tiap perlakuan penambahan pupuk cair yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan uji polinomial orthogonal antar perlakuan untuk mengetahui hubungan pemberian dosis yang berbeda terhadap biomassa *Dunaliella* sp. disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan Biomassa *Dunaliella* sp.

Hubungan antara perlakuan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap biomassa *Dunaliella* sp. didapatkan persamaan $Y = -0,0126x^2 + 0,0381x + 0,8814$ yang memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6515 artinya pupuk cair berpengaruh 65,15 % terhadap biomassa *Dunaliella* sp. Dari hasil persamaan tersebut didapatkan dosis terbaik sebesar 1,51 mL/L dengan nilai biomassa sebesar 0,91 g/L. Hal ini karena kandungan nutrisi dalam pupuk cair

mampu dimanfaatkan dengan baik oleh *Dunaliella* sp. Menurut Lutama *et al.* (2015), produksi biomassa sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dalam media kultur. Salah satu penentu utama besarnya biomassa fitoplankton yaitu kandungan nutrisi N dan P pada media. Unsur N bisa hadir dalam berbagai bentuk seperti nitrat, nitrit dan amonium. Namun yang menjadi peran penting dalam pertumbuhan fitoplankton adalah nitrat dan amonium (Puspasari *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil penelitian Muhaemin *et al.* (2014), bahwa pengurangan konsentrasi nitrat anorganik (NaNO_3) pada media kultur cenderung memberikan penurunan terhadap kepadatan sel mikroalga sehingga akan menyebabkan produksi biomassa menurun.

4.5 Klorofil a *Dunaliella* sp.

Hasil perhitungan klorofil a *Dunaliella* sp. pada penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk cair berpengaruh terhadap klorofil a *Dunaliella* sp. Data rata-rata klorofil a *Dunaliella* sp. disajikan pada Tabel 5.

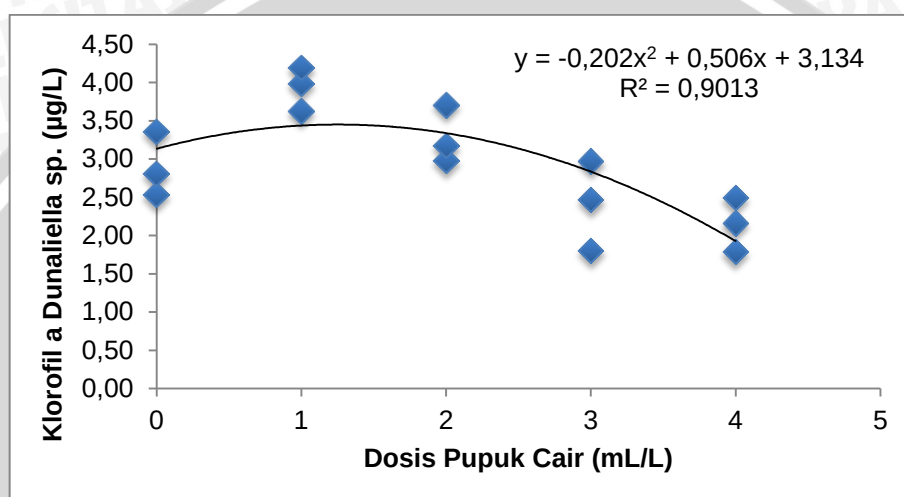
Tabel 5. Rata-rata klorofil a *Dunaliella* sp.

Pemberian Pupuk Cair	Ulangan			Total ($\mu\text{g/mL}$)	Rata-rata $\pm$ SD
	1	2	3		
A (0 mL/L)	2,53	3,36	2,81	8,69	$2,90 \pm 0,42^a$
B (1 mL/L)	3,62	3,98	4,19	11,79	$3,93 \pm 0,29^c$
C (2 mL/L)	2,98	3,70	3,17	9,85	$3,28 \pm 0,38^b$
D (3 mL/L)	2,47	2,97	1,80	7,24	$2,41 \pm 0,59^a$
E (4 mL/L)	2,49	1,79	2,16	6,44	$2,15 \pm 0,35^a$
Total				44,01	

Dari data rata-rata klorofil a *Dunaliella* sp. sebelum dilakukan perhitungan sidik ragam maka data diuji dengan menggunakan uji normalitas untuk mengetahui kenormalan data tersebut. Untuk hasil uji normalitas dan uji sidik ragam tersaji pada Lampiran 5. Berdasarkan hasil penghitungan sidik ragam menunjukkan nilai $P < 0,01$ yang berarti penambahan pupuk cair yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Analisis dilanjutkan pada

perhitungan *homogeneous subsets* dengan uji Duncan terhadap klorofil a *Dunaliella* sp. seperti yang disajikan pada Lampiran 5 untuk melihat perbedaan antara tiap perlakuan penambahan pupuk cair yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan uji polinomial orthogonal antar perlakuan untuk mengetahui hubungan pemberian dosis yang berbeda terhadap klorofil a *Dunaliella* sp. disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan Dosis Pupuk Cair dengan Klorofil a *Dunaliella* sp.

Hubungan antara perlakuan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap klorofil a *Dunaliella* sp. didapatkan persamaan $Y = -0,202x^2 + 0,506x + 3,134$ yang memiliki nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,9013 artinya pupuk cair berpengaruh 90,13 % terhadap klorofil a *Dunaliella* sp. Berdasarkan grafik pada Gambar 8 di atas didapatkan perlakuan terbaik pada dosis 1,25 mL/L yang mencapai titik puncak sebesar 3,43 µg/mL. Menurut Puspitasari *et al.* (2014), cahaya merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan alga terutama dalam pembentukan klorofil. Cahaya dibutuhkan alga sebagai sumber energi bagi proses fotosintesisnya. Banyaknya cahaya akan mempengaruhi alga dalam melakukan proses fotosintesis. Menurut Masithah (2011), jumlah klorofil a mengalami penurunan seiring dengan menurunnya unsur hara pada media pemeliharaan. Kurangnya unsur hara pada media dapat menyebabkan proses

fotosintesis terhambat dan berpengaruh terhadap jumlah klorofil. Selain itu pembentukan klorofil juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu pH, suhu dan salinitas (Sartika *et al.*, 2014).

4.6 Kualitas Air

4.6.1 Suhu

Hasil pengukuran suhu selama penelitian pada pagi hari berkisar antara 26-28 °C, sementara suhu pada siang hari berkisar antara 28-29 °C. Data pengukuran suhu disajikan pada Lampiran 6. Kisaran suhu ini masih terbilang baik untuk kultur mikroalga, seperti yang dinyatakan oleh Fogg (1987), suhu optimum untuk kultur mikroalga di laboratorium antara 25-32 °C. Menurut Yudha (2011), temperatur yang mengalami kenaikan dapat meningkatkan kecepatan reaksi. Akan tetapi, temperatur tinggi yang melebihi temperatur maksimum dapat menyebabkan proses metabolisme sel terganggu.

4.6.2 pH

Hasil pengukuran pH selama penelitian yaitu 8,04-9,15. Data pengukuran pH disajikan pada Lampiran 7. Kisaran kandungan pH tersebut masih bisa ditoleransi oleh *Dunaliella* sp. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Kusdarwati *et al.* (2011), bahwa pH optimal untuk *Dunaliella* sp. berkisar antara 8-9. Menurut Isnadina dan Hermana (2013), pH merupakan salah satu kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan alga. Perubahan pH pada media terjadi akibat proses biologis yang terjadi. pH juga dapat mempengaruhi kinerja enzim yang dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan alga.

4.6.3 Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian yaitu 6,04-7,65 mg/L. Data pengukuran oksigen terlarut disajikan pada Lampiran 8. Kisaran tersebut masih dapat ditoleransi oleh *Dunaliella* sp. pada skala laboratorium. Hal ini

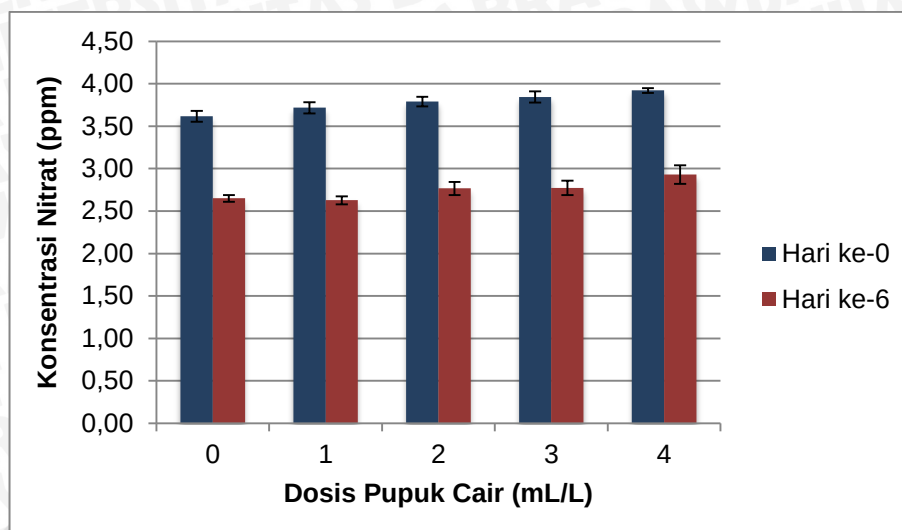
sesuai dengan pendapat Shaari *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa kisaran oksigen terlarut atau dissolved oxygen (DO) untuk pertumbuhan mikroalga *Dunaliella* sp. sebesar 4,56-8,21 mg/L.

4.6.4 Salinitas

Hasil pengukuran salinitas selama penelitian diperoleh kisaran antara 15-20 ppt. Data pengukuran salinitas disajikan pada Lampiran 9. Dari hasil pengamatan selama pemeliharaan menunjukkan fluktuasi salinitas yang masih dapat ditoleransi oleh *Dunaliella* sp. untuk pertumbuhannya. Hal tersebut sependapat dengan Kusumaningrum *et al.* (2004), bahwa kisaran salinitas untuk pertumbuhan *Dunaliella* sp. berkisar antara 0 sampai dengan 30 ppt.

4.6.5 Nitrat

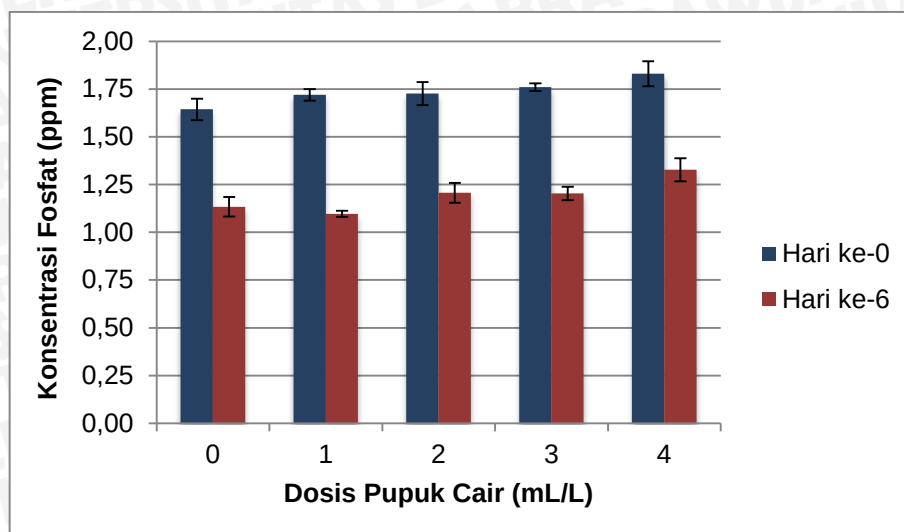
Hasil pengukuran nitrat selama penelitian yaitu berkisar antara 2,59-3,95 ppm. Berdasarkan serapan nitrat selama penelitian menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan B yaitu pada hari ke-6 menyerap sebesar 29,33%, sedangkan terendah pada perlakuan E dengan penyerapan pada hari ke-6 sebesar 25,26%. Data rata-rata pengukuran nitrat disajikan pada Gambar 9 dan Lampiran 10. Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat mengalami penurunan pada akhir penelitian. Hal ini dikarenakan nitrat yang terdapat pada media dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Purwitasari (2012), nitrat merupakan salah satu sumber nutrisi yang digunakan untuk proses pertumbuhan mikroalga. Berdasarkan pernyataan Mulyadi (1999), bahwa penyerapan nitrat dan fosfat oleh *Dunaliella* sp. berbeda-beda tergantung pada media dan kondisi lingkungan. Penyerapan konsentrasi nitrat dan fosfat akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi sel mikroalga.



Gambar 9. Konsentrasi Nitrat pada Perlakuan Dosis Pupuk Cair yang Berbeda Selama Penelitian

4.6.6 Fosfat

Hasil pengukuran fosfat selama penelitian yaitu berkisar antara 1,08-1,90 ppm. Berdasarkan serapan fosfat selama penelitian menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan B yaitu pada hari ke-6 menyerap sebesar 36,24%, sedangkan terendah pada perlakuan E dengan penyerapan pada hari ke-6 sebesar 27,50%. Data rata-rata pengukuran fosfat disajikan pada Gambar 10 dan Lampiran 11. Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat mengalami penurunan pada akhir penelitian. Hal ini dikarenakan fosfat yang terdapat pada media dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Agustini (2014), selain nitrat senyawa fosfat juga merupakan senyawa esensial bagi pertumbuhan mikroalga yang berperan dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil.



Gambar 10. Konsentrasi Fosfat pada Perlakuan Dosis Pupuk Cair yang Berbeda Selama Penelitian



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pengaruh pupuk teknis dengan penambahan dosis pupuk cair yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp.
- Dosis pupuk cair yang terbaik untuk pertumbuhan, biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. yaitu pada dosis pupuk cair 1,23-1,51 mL/L dengan laju pertumbuhan spesifik 0,87/hari, total biomassa 0,91 g/L dan klorofil a 3,43 µg/mL.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan menggunakan pupuk teknis dengan penambahan pupuk cair sebanyak 1,23-1,51 mL/L untuk mendapatkan pertumbuhan, biomassa dan klorofil a yang terbaik. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pupuk jenis lain untuk meningkatkan pertumbuhan, biomassa dan klorofil a.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, D dan S. Trihandaru. 2009. Monitoring densitas optik *Dunaliella salina* dengan optical densitometer sederhana serta uji kandungan klorofil. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IV*. (3): 594-606.
- Afriza, Z., G. Diansyah dan A.I.S. Purwiyanto. 2015. Pengaruh pemberian pupuk UREA ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) dengan dosis berbeda terhadap kepadatan sel dan laju pertumbuhan *Porphyridium* sp. pada kultur fitoplankton skala laboratorium. *MASPARI JOURNAL*. 7(2): 33-40.
- Agustini, N. W. S. 2010. Kandungan pigmen dan asam lemak *Dunaliella salina* pada berbagai penambahan sumber karbon. *Seminar Nasional Biologi*. 1042-1050.
- _____. 2014. Kandungan pigmen astaxanthin dari mikroalga *Botryococcus braunii* pada berbagai penambahan nitrogen dan phosphor. *Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajaran*. 3: 156-164.
- Ak, I., S. Cirik and T. Goksan. 2008. Effect of light intensity, salinity and temperature on growth in camalt strain of *Dunaliella viridis* teodoresco from Turkey. *Journal of Biological Sciences*. 8(8): 1356-1359.
- Arif, D. 2014. Diktat Teknologi Pakan Ikan. Sekolah Usaha Perikanan Menengah Negeri Waiheru Ambon. 30 hlm.
- Armanda, D.T. 2013. Pertumbuhan kultur mikroalga diatom *Skeletonema costatum* (greville) cleve isolate Jepara pada medium f/2 dan medium Conway. *Bioma*. 2(1): 49-63.
- Astuti, J. T. dan Sriwuryandari, L. 2010. Biodiesel dari mikroalga: Perbanyakan biomassa melalui penambahan nutrisi secara bertahap. *Bionatura*. 12(3): 160-168.
- Becker, E. W. 1994. Microalga: biotechnology and microbiology. Cambridge University Press. 296 p.
- Bennett, A. and L. Bogorad. 1973. Complimentary chromatic adaptation in a filamentous blue - green algae. *The Journal of Cell Biology*. 58(2): 419-435.
- Borowitzka, M. A. and Borowitzka, L. J. 1988. Microalgal Biotechnology. Cambridge University Press: Australia. 305-328 p.
- Boyd, C. E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Pond. Agricultural experiment station. USA. 359 p.
- Budiardi, T., N.B.P. Utomo dan A. Santosa. 2010. Pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Spirulina* sp. pada fotoperiode yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(2): 146-156.

- Chrismadha, T., L. M. Panggabean dan Y. Mardiaty. 2006. Pengaruh konsentrasi nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan, kandungan protein, karbohidrat dan fikosianin pada kultur *Spirulina fusiformis*. *Berita Biologi*. 8(3): 163-169.
- Coutteau, P. 1996. Manual on production and use live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. 361 p.
- Cresswel, L. 2010. Phytoplankton culture for aquaculture feed. Southern Regional Aquaculture Center. 504 p.
- Dahuri, R. 2003. Paradigma Baru Pembangunan Indonesia Berbasis Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 199 hlm.
- Ekawati, A. W. 2005. Budidaya Makanan Alami. Diklat Kuliah. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. 101 hlm.
- FAO. 1991. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. USA. 361 p.
- Fogg, G. E dan B. Thake. 1987. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press. 219 p.
- Goksan, T., A. Zekeriyaoglu and I. Ak. 2007. The growth of *Spirulina platensis* in different culture systems under greenhouse condition. *Turk J Biol*. 31: 47-52.
- Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1983. Limnology. McGraw Hill International Book Company. Tokyo. 464 p.
- Hadisuwito, S. 2012. Membuat Pupuk Organik Cair. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Hamdi, A. S. dan E. Bahrudin. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan. Deepublish. Yogyakarta. 171 hlm.
- Hanafiah, K. A. 2013. Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi Edisi 3. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 259 hlm.
- Isnadina, D. R. M. dan J. Hermana. 2013. Pengaruh konsentrasi bahan organik, salinitas, dan pH terhadap laju pertumbuhan alga. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius. Yogyakarta. 116 hlm.
- Jaedun, A. 2011. Metodologi Penelitian Eksperimen. Artikel. Fakultas Teknik UNY. Yogyakarta. 59-62 hlm.
- Juneja, A., R. M. Ceballos, and G. S. Murthy. 2013. Effects of environmental factors and nutrient availability on the biochemical composition of algae for biofuels production. *Energies*. 6: 4607-4638.

- Kabinawa, I.N.K. 2006. *Spirulina* Ganggang Penggempur Aneka Penyakit. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 92 hlm.
- Khrisnan, V., Y. Uemura, N. T. Thanh, N. A. Khalid, N. Osman, and N. Mansor. 2015. Three types of marine microalgae and *Nannochloropsis oculata* cultivation for potential source of biomass production. *Journal of Physics*. **622**(1): 1-6.
- Kim, S. 2015. *Hand Book of Marine Microalgae*. Biotechnology Advances. Pukyong National University, Busan, South Korea. 67 p.
- Kusdarwati, R., M. Akhyar dan B. S. Rahardja. 2011. Pengaruh penambahan vitamin b pada media blotong kering terhadap pertumbuhan populasi *Dunaliella salina*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **3**(1): 73-77.
- Kusumaningrum, H. P., E. Kusdiyantini, T. Yuwono dan J. Soedarsono. 2004. The effect of various salinity level on the growth and characterization of *Dunaliella* sp. isolated from Jepara waters. *Ilmu Kelautan*. **9**(3): 136-140.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. **148**: 350-382.
- Lutama, D., S. Winarso dan T.C. Setiawati. 2015. Uji efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. pada limbah cair tahu yang diperkaya urea dan super phosphate 36 (SP 36). *Berkala Ilmiah Pertanian*. **10**(10): 1-5.
- Mania, S. 2008. Observasi sebagai alat evaluasi dalam dunia pendidikan dan pengajaran. *Lentera Pendidikan*. **11**(2): 220-233.
- Masithah, E. D., N. A. Ningrum dan S. Sigit. 2011. Pengaruh pemberian bakteri *Bacillus pumilus* pada kotoran sapi sebagai pupuk terhadap jumlah kandungan klorofil *Dunaliella salina*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Ilmu Kelautan*. **3**(1): 53-59.
- Mayers, J. J., K. J. Flynn and R. J. Shields. 2014. Influence of the N:P supply ratio on biomass productivity and time-resolved changes in elemental and bulk biochemical composition of *Nannochloropsis* sp. *Bioresource Technology*. **169**: 588-595.
- Metting, F. B. 1996. Biodiversity and application of microalgae. *Journal Industrial Microbiology*. **17**: 477- 489.
- Muhaemin, M. dan R.F. Kaswadi. 2010. Biomass nutrient profiles of marine microalgae *Dunaliella salina*. *Jurnal Penelitian Sains*. **13**(3): 64-67.
- _____, F. Pratica, S.D. Rosi dan T. Agustina. 2014. Starvasi nitrogen dan pengaruhnya terhadap biomassa dan protein total *Nannochloropsis* sp. *Jurnal Maspari*. **6**(2): 98-103.
- Mulyadi, A. 1999. Pertumbuhan dan daya serap nutrien dari mikroalgae *Dunaliella tertiolecta* yang dipelihara pada limbah domestik. *Jurnal Natur Indonesia*. **11**(1): 65-68.

- Oren, A. 2005. A hundred years of *Dunaliella* research: 1905-2005. *Saline System*. **1**(2): 1-14.
- Pelczar, M. J. J. R., E. C. S. Chan and N. R. Krieg. 1986. Microbiology, Fifth Edition Tata Mc. Graw-Hill. New York. 900 pp.
- Prihantini, N. B., B. Putri dan R. Yuniati. 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. dalam medium ekstrak tauge (MET) dengan variasi pH awal. *Makara Sains*. **9**(1): 1-6.
- Purwitasari, A. T., M. A. Alamsjah dan B. S. Rahardja. 2012. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2, 4 Diklorofenoksiasetat) terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Journal Of Marine and Coastal Science*. **1**(2): 60-70.
- Puspasari, R., A. Damar, M. M. Kamal, D. T. F. Lumbanbatu dan N. N. Wiadnyana. 2011. Fraksionasi ukuran dari biomassa fitoplankton dan kondisi perairan laguna pulau pari kepulauan seribu. *J. Segara*. **7**(2): 80-87.
- Puspitasari, D., A. Slamet dan J. Hermana. 2014. Efek durasi pencahayaan pada sistem HRAR untuk menurunkan kandungan minyak solar dalam air limbah. *Jurnal Teknik Pomits*. **3**(2): 109-113.
- Rahmawati, N., M. Zainuri, dan H.P. Kusumaningrum. 2013. Aplikasi pakan kaya karotenoid hasil fusi protoplasmintergenera *Dunaliella salina* dan *Chlorella vulgaris* pada udang windu (*Penaeus monodon* F.) stadia pl-20 di Desa Asempapan, Pati, Jawa Tengah. *Bioma*. **15**(2): 46 - 52.
- Rajab, W. 2008. Buku Ajar Epidemiologi Untuk Mahasiswa Kebidanan. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 163 hlm.
- Resmawati, M. B., E. D. Masithah dan L. Sulmartiwi. 2012. Pengaruh pemberian pupuk cair limbah ikan lemuru (*Sardinella* sp.) terhadap kepadatan populasi *Spirulina platensis*. *Journal of Marine and Coastal Science*. **1**(1): 22-33.
- Ritchie, R. J. 2006. Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone methanol and ethanol solvents. *Photosynthesis Research*. **89**: 27-41.
- Rizky, Y. A., I. Raya, S. Dali. 2013. Penentuan laju pertumbuhan sel fitoplankton *Chaetoceros calcitrans*, *Chlorella vulgaris*, *Dunaliella salina*, dan *Porphyridium cruentum*. FMIPA Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Sartika, Mukarlina dan T. R. Setyawati. 2014. Kandungan klorofil dan lipid *Nannochloropsis oculata* yang dikultur dalam media limbah cair karet. *Jurnal Probiot*. **3**(3): 25-30.
- Shaari, A. L., M. Surif, F. A. Latiff, W. M. W. Omar and M. N. Ahmad. 2011. Monitoring of water quality and microalgae species composition of

Penaeus monodon ponds in Pulau Pinang, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*. **22**(1): 51–69.

Suminto. 2009. Penggunaan jenis media kultur teknis terhadap produksi kandungan nutrisi sel *Spirulina plantesis*. *Jurnal Saintek Perikanan*. **4**(2): 53-61.

Sylvester, B., D. D. Nelvy dan Sudjiharno. 2002. Persyaratan budidaya fitoplankton dan zooplankton. *Prosiding Proyek Pengembangan Perikanan Teknologi Balai Budidaya Laut Lampung*. 24-36 hlm.

Teodoresco, E. C. 1905. Organisation et développement du *Dunaliella*, nouveau genre de Volvocacée-Polyblepharidée. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*. **18** (1): 215-232.

Tran, D., T. Vo, S. Portilla, C. Louime, N. Doan, T. Mai, D. Tran and T. Ho. 2013. Phylogenetic study of some strains of *Dunaliella*. *American Journal of Environmental Science*. **9** (4): 317-321.

Umar, H. 2004. Metode Riset Ilmu Administrasi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 242 hlm.

Widjaja, F. 2004. Pendayagunaan rotifera yang diberi pakan alami berbagai jenis mikroalga. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. **11** (1): 23-27

Wijaya, S. A. 2006. Pengaruh pemberian konsentrasi urea yang berbeda terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.

Wijoseno, T. 2011. Uji pengaruh variasi media kultur terhadap tingkat pertumbuhan dan kandungan protein, lipid, klorofil, dan karotenoid pada mikroalga *Chlorella vulgaris* Buitenzorg. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok. 88 hlm.

Yudha, A. P. 2008. Senyawa antibakteri dari mikroalga *Dunaliella* sp. pada umur panen yang berbeda. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 78 hlm.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat-alat Penelitian



Toples



DO meter



pH meter



Autoklaf



Blower



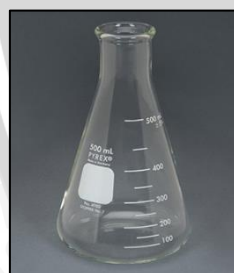
Timbangan digital



Spektrofotometer



Sentrifuse



Erlenmeyer



Beaker glass



Gelas ukur



Botol falcon



Handtally counter



Pipet volume dan
Bola hisap



Vortex mixer



Refraktometer

Lampiran 1. (Lanjutan)



Wasing bottle



Selang aerasi



Pipet tetes



Lampu TL



Timbangan analitik



Oven



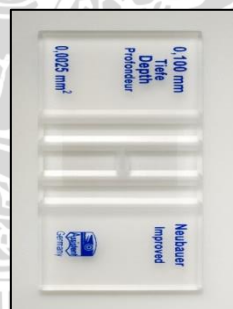
Lemari pendingin



Botol film



Botol sprayer



Haemocytometer

Lampiran 2. Bahan-bahan Penelitian



Pupuk cair



Kertas saring



Methanol



Alumuniul foil



Air laut



Kapas



Tissue



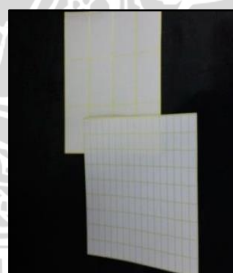
Alkohol 70 %



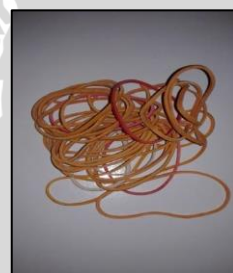
Akuades



Benang



Kertas label



Karet

Lampiran 3. Data Pertumbuhan *Dunaliella* sp. ($\times 10^5$ sel/mL)

Perlakuan	Ulangan	Hari									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A (0 mL/L)	1	1,10	2,00	4,42	5,75	9,33	13,25	19,50	18,16	13,92	10,17
	2	1,25	2,08	4,92	6,17	9,17	12,58	18,33	16,58	13,25	11,75
	3	1,00	1,83	4,25	6,25	9,83	12,08	19,67	17,58	12,17	10,58
	Rerata	1,12	1,97	4,53	6,06	9,44	12,64	19,17	17,44	13,11	10,83
	STDEV	0,13	0,13	0,35	0,27	0,35	0,59	0,73	0,80	0,88	0,82
B (1 mL/L)	1	1,50	2,92	6,92	9,67	13,25	19,92	27,25	26,67	20,75	16,75
	2	1,33	2,83	7,17	10,83	14,08	20,17	29,17	28,08	22,17	17,83
	3	1,25	2,92	7,00	10,50	14,42	20,25	28,92	27,08	23,08	18,42
	Rerata	1,36	2,89	7,03	10,33	13,92	20,11	28,44	27,28	22,00	17,67
	STDEV	0,13	0,05	0,13	0,60	0,60	0,17	1,04	0,73	1,18	0,85
C (2 mL/L)	1	1,33	3,08	5,67	9,75	13,00	19,42	22,33	21,83	17,75	14,08
	2	1,25	2,92	6,08	9,92	14,25	19,33	22,08	21,17	17,42	14,83
	3	1,25	3,00	7,08	9,75	13,75	19,08	21,92	21,08	16,83	14,25
	Rerata	1,28	3,00	6,28	9,81	13,67	19,28	22,11	21,36	17,33	14,39
	STDEV	0,05	0,08	0,73	0,10	0,63	0,17	0,21	0,41	0,46	0,39
D (3 mL/L)	1	1,08	2,33	3,33	6,17	9,83	13,75	18,42	17,25	15,33	13,08
	2	1,25	2,83	4,42	6,25	9,92	13,50	18,50	17,83	15,42	13,83
	3	1,17	2,58	4,25	6,92	9,08	12,83	18,17	17,42	15,33	14,00
	Rerata	1,17	2,58	4,00	6,44	9,61	13,36	18,36	17,50	15,36	13,64
	STDEV	0,08	0,25	0,58	0,41	0,46	0,47	0,17	0,30	0,05	0,49
E (4 mL/L)	1	1,25	2,58	3,08	6,42	9,75	11,75	16,92	16,58	13,50	12,00
	2	1,17	2,33	4,17	7,67	9,33	12,08	17,17	16,17	13,25	12,33
	3	1,33	2,83	4,00	7,25	9,33	12,58	17,08	16,08	13,83	12,08
	Rerata	1,25	2,58	3,75	7,11	9,47	12,14	17,06	16,28	13,53	12,14
	STDEV	0,08	0,25	0,58	0,64	0,24	0,42	0,13	0,27	0,29	0,17

Data Hasil Pehitungan Laju Pertumbuhan

Perlakuan	Ulangan	10^5 (sel/mL)		Waktu (t)	μ (/hari)	Doubling Time (Hari)
		N0	N1			
A (0 mL/L)	1	2,00	4,42	1	0,79	0,875
	2	2,08	4,92	1	0,86	0,807
	3	1,83	4,25	1	0,84	0,824
B (1 mL/L)	1	2,92	6,92	1	0,86	0,803
	2	2,83	7,17	1	0,93	0,746
	3	2,92	7,00	1	0,88	0,792
C (2 mL/L)	1	1,33	3,08	1	0,84	0,825
	2	1,25	2,92	1	0,85	0,817
	3	1,25	3,00	1	0,88	0,792
D (3 mL/L)	1	1,08	2,33	1	0,77	0,905
	2	1,25	2,83	1	0,82	0,847
	3	1,17	2,58	1	0,79	0,873
E (4 mL/L)	1	1,25	2,58	1	0,72	0,957
	2	1,17	2,33	1	0,69	1,000
	3	1,33	2,83	1	0,75	0,920

Lampiran 3. (Lanjutan)

Perlakuan	Ulangan	10 ⁵ (sel/mL)		Waktu (t)	μ (/hari)
		N0	N1		
A (0 mL/L)	1	1,10	2,00	0	0,60
		2,00	4,42	1	0,79
		4,42	5,75	2	0,26
		5,75	9,33	3	0,48
		9,33	13,25	4	0,35
		13,25	19,50	5	0,39
		19,50	18,16	6	-0,07
		18,16	13,92	7	-0,27
		13,92	10,17	8	-0,31
	2	1,25	2,08	0	0,51
		2,08	4,92	1	0,86
		4,92	6,17	2	0,23
		6,17	9,17	3	0,40
		9,17	12,58	4	0,32
		12,58	18,33	5	0,38
		18,33	16,58	6	-0,10
		16,58	13,25	7	-0,22
		13,25	11,75	8	-0,12
	3	1,00	1,83	0	0,61
		1,83	4,25	1	0,84
		4,25	6,25	2	0,39
		6,25	9,83	3	0,45
		9,83	12,08	4	0,21
		12,08	19,67	5	0,49
		19,67	17,58	6	-0,11
		17,58	12,17	7	-0,37
		12,17	10,58	8	-0,14
B (1 mL/L)	1	1,50	2,92	0	0,66
		2,92	6,92	1	0,86
		6,92	9,67	2	0,33
		9,67	13,25	3	0,32
		13,25	19,92	4	0,41
		19,92	27,25	5	0,31
		27,25	26,67	6	-0,02
		26,67	20,75	7	-0,25
		20,75	16,75	8	-0,21
	2	1,33	2,83	0	0,75
		2,83	7,17	1	0,93
		7,17	10,83	2	0,41
		10,83	14,08	3	0,26
		14,08	20,17	4	0,36
		20,17	29,17	5	0,37
		29,17	28,08	6	-0,04
		28,08	22,17	7	-0,24
		22,17	17,83	8	-0,22
	3	1,25	2,92	0	0,85
		2,92	7,00	1	0,88
		7,00	10,50	2	0,41

Lampiran 3. (Lanjutan)

		10,50	14,42	3	0,32
		14,42	20,25	4	0,34
		20,25	28,92	5	0,36
		28,92	27,08	6	-0,07
		27,08	23,08	7	-0,16
		23,08	18,42	8	-0,23
C (2 mL/L)	1	1,33	3,08	0	0,84
		3,08	5,67	1	0,61
		5,67	9,75	2	0,54
		9,75	13,00	3	0,29
		13,00	19,42	4	0,40
		19,42	22,33	5	0,14
		22,33	21,83	6	-0,02
		21,83	17,75	7	-0,21
		17,75	14,08	8	-0,23
	2	1,25	2,92	0	0,85
		2,92	6,08	1	0,73
		6,08	9,92	2	0,49
		9,92	14,25	3	0,36
		14,25	19,33	4	0,31
		19,33	22,08	5	0,13
		22,08	21,17	6	-0,04
		21,17	17,42	7	-0,20
		17,42	14,83	8	-0,16
	3	1,25	3,00	0	0,88
		3,00	7,08	1	0,86
		7,08	9,75	2	0,32
		9,75	13,75	3	0,34
		13,75	19,08	4	0,33
		19,08	21,92	5	0,14
		21,92	21,08	6	-0,04
		21,08	16,83	7	-0,23
		16,83	14,25	8	-0,17
D (3 mL/L)	1	1,08	2,33	0	0,77
		2,33	3,33	1	0,36
		3,33	6,17	2	0,62
		6,17	9,83	3	0,47
		9,83	13,75	4	0,34
		13,75	18,42	5	0,29
		18,42	17,25	6	-0,07
		17,25	15,33	7	-0,12
		15,33	13,08	8	-0,16
	2	1,25	2,83	0	0,82
		2,83	4,42	1	0,44
		4,42	6,25	2	0,35
		6,25	9,92	3	0,46
		9,92	13,50	4	0,31
		13,50	18,50	5	0,32
		18,50	17,83	6	-0,04
		17,83	15,42	7	-0,15

Lampiran 3. (Lanjutan)

		15,42	13,83	8	-0,11
	3	1,17	2,58	0	0,79
		2,58	4,25	1	0,50
		4,25	6,92	2	0,49
		6,92	9,08	3	0,27
		9,08	12,83	4	0,35
		12,83	18,17	5	0,35
		18,17	17,42	6	-0,04
		17,42	15,33	7	-0,13
		15,33	14,00	8	-0,09
E (4 mL/L)	1	1,25	2,58	0	0,72
		2,58	3,08	1	0,18
		3,08	6,42	2	0,73
		6,42	9,75	3	0,42
		9,75	11,75	4	0,19
		11,75	16,92	5	0,36
		16,92	16,58	6	-0,02
		16,58	13,50	7	-0,21
		13,50	12,00	8	-0,12
	2	1,17	2,33	0	0,69
		2,33	4,17	1	0,58
		4,17	7,67	2	0,61
		7,67	9,33	3	0,20
		9,33	12,08	4	0,26
		12,08	17,17	5	0,35
		17,17	16,17	6	-0,06
		16,17	13,25	7	-0,20
		13,25	12,33	8	-0,07
	3	1,33	2,83	0	0,75
		2,83	4,00	1	0,34
		4,00	7,25	2	0,59
		7,25	9,33	3	0,25
		9,33	12,58	4	0,30
		12,58	17,08	5	0,31
		17,08	16,08	6	-0,06
		16,08	13,83	7	-0,15
		13,83	12,08	8	-0,14

Lampiran 3. (Lanjutan)

- Laju Pertumbuhan Spesifik

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	,8180
	Std. Deviation	,06560
Most Extreme Differences	Absolute	,165
	Positive	,106
	Negative	-,165
Kolmogorov-Smirnov Z		,638
Asymp. Sig. (2-tailed)		,811

a. Test distribution is Normal

Uji ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,051	4	,013	13,989	,000
Within Groups	,009	10	,001		
Total	,060	14			

Uji Homogenitas

Duncan ^a					
Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
4	3	0,720			
3	3		0,793		
0	3		0,830	0,830	
2	3			0,857	0,857
1	3				0,890
Sig.		1,000	0,168	0,305	0,207

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = ,001

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000

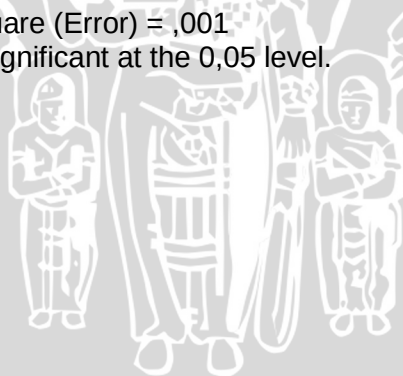
Lampiran 3. (Lanjutan)

Multiple Comparisons						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	1	-,0600*	,02468	,035	-,1150	-,0050
	2	-,0267	,02468	,305	-,0816	,0283
	3	,0367	,02468	,168	-,0183	,0916
	4	,1100*	,02468	,001	,0550	,1650
1	0	,0600*	,02468	,035	,0050	,1150
	2	,0333	,02468	,207	-,0216	,0883
	3	,0967*	,02468	,003	,0417	,1516
	4	,1700*	,02468	,000	,1150	,2250
2	0	,0267	,02468	,305	-,0283	,0816
	1	-,0333	,02468	,207	-,0883	,0216
	3	,0633*	,02468	,028	,0084	,1183
	4	,1367*	,02468	,000	,0817	,1916
3	0	-,0367	,02468	,168	-,0916	,0183
	1	-,0967*	,02468	,003	-,1516	-,0417
	2	-,0633*	,02468	,028	-,1183	-,0084
	4	,0733*	,02468	,014	,0184	,1283
4	0	-,1100*	,02468	,001	-,1650	-,0550
	1	-,1700*	,02468	,000	-,2250	-,1150
	2	-,1367*	,02468	,000	-,1916	-,0817
	3	-,0733*	,02468	,014	-,1283	-,0184

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = ,001

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.



Lampiran 3. (Lanjutan)

- Doubling time

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	,8522
	Std. Deviation	,06916
Most Extreme Differences	Absolute	,186
	Positive	,186
	Negative	-,125
Kolmogorov-Smirnov Z		,721
Asymp. Sig. (2-tailed)		,675

a. Test distribution is Normal

Uji ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,057	4	,014	14,546	,000
Within Groups	,010	10	,001		
Total	,067	14			

Uji Homogenitas

Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
1	3	0,780		
2	3	0,811		
0	3	0,835	0,835	
3	3		0,875	
4	3			0,959
Sig.		0,067	0,152	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000

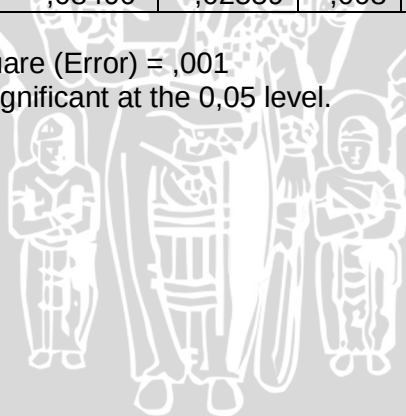
Lampiran 3. (Lanjutan)

Multiple Comparisons						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	1	,05500	,02559	,057	-,0020	,1120
	2	,02400	,02559	,370	-,0330	,0810
	3	-,03967	,02559	,152	-,0967	,0173
	4	-,12367*	,02559	,001	-,1807	-,0667
1	0	-,05500	,02559	,057	-,1120	,0020
	2	-,03100	,02559	,254	-,0880	,0260
	3	-,09467*	,02559	,004	-,1517	-,0377
	4	-,17867*	,02559	,000	-,2357	-,1217
2	0	-,02400	,02559	,370	-,0810	,0330
	1	,03100	,02559	,254	-,0260	,0880
	3	-,06367*	,02559	,032	-,1207	-,0067
	4	-,14767*	,02559	,000	-,2047	-,0907
3	0	,03967	,02559	,152	-,0173	,0967
	1	,09467*	,02559	,004	,0377	,1517
	2	,06367*	,02559	,032	,0067	,1207
	4	-,08400*	,02559	,008	-,1410	-,0270
4	0	,12367*	,02559	,001	,0667	,1807
	1	,17867*	,02559	,000	,1217	,2357
	2	,14767*	,02559	,000	,0907	,2047
	3	,08400*	,02559	,008	,0270	,1410

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = ,001

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.



Lampiran 4. Data Biomassa *Dunaliella* sp. (g/L)

Perlakuan	Ulangan	Berat (g/L)		Biomassa (g/L)	Rerata (g/L)
		Wt (B)	W0 (A)		
A (0 mL/L)	1	0,6552	0,6121	0,862	0,864
	2	0,6641	0,6214	0,854	
	3	0,6514	0,6076	0,876	
B (1 mL/L)	1	0,6832	0,6351	0,962	0,951
	2	0,6615	0,6155	0,920	
	3	0,6694	0,6209	0,970	
C (2 mL/L)	1	0,6539	0,6109	0,860	0,888
	2	0,6741	0,6289	0,904	
	3	0,6769	0,6319	0,900	
D (3 mL/L)	1	0,6664	0,6238	0,852	0,867
	2	0,6837	0,6393	0,884	
	3	0,6697	0,6264	0,866	
E (4 mL/L)	1	0,6711	0,6288	0,846	0,844
	2	0,6963	0,6537	0,852	
	3	0,6768	0,6351	0,834	

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	,8820
	Std. Deviation	,04127
Most Extreme Differences	Absolute	,186
	Positive	,186
	Negative	-,152
Kolmogorov-Smirnov Z		,720
Asymp. Sig. (2-tailed)		,677

a. Test distribution is Normal

Uji ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,020	4	,005	13,755	,000
Within Groups	,004	10	,000		
Total	,024	14			

Lampiran 4. (Lanjutan)

Uji Homogenitas

Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
4	3	,8433		
0	3	,8633	,8633	
3	3	,8667	,8667	
2	3		,8867	
1	3			,9500
Sig.		,185	,185	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Multiple Comparisons						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	1	-,08667*	,01563	,000	-,1215	-,0518
	2	-,02333	,01563	,166	-,0582	,0115
	3	-,00333	,01563	,835	-,0382	,0315
	4	,02000	,01563	,230	-,0148	,0548
1	0	,08667*	,01563	,000	,0518	,1215
	2	,06333*	,01563	,002	,0285	,0982
	3	,08333*	,01563	,000	,0485	,1182
	4	,10667*	,01563	,000	,0718	,1415
2	0	,02333	,01563	,166	-,0115	,0582
	1	-,06333*	,01563	,002	-,0982	-,0285
	3	,02000	,01563	,230	-,0148	,0548
	4	,04333*	,01563	,020	,0085	,0782
3	0	,00333	,01563	,835	-,0315	,0382
	1	-,08333*	,01563	,000	-,1182	-,0485
	2	-,02000	,01563	,230	-,0548	,0148
	4	,02333	,01563	,166	-,0115	,0582
4	0	-,02000	,01563	,230	-,0548	,0148
	1	-,10667*	,01563	,000	-,1415	-,0718
	2	-,04333*	,01563	,020	-,0782	-,0085
	3	-,02333	,01563	,166	-,0582	,0115

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Lampiran 5. Data Klorofil a *Dunaliella* sp. ($\mu\text{g/mL}$)

Perlakuan	Ulangan	Panjang Gelombang ($\mu\text{g/mL}$)		Nilai ($\mu\text{g/mL}$)	Rerata ($\mu\text{g/mL}$)
		652	665		
A (0 mL/L)	1	0,210	0,256	2,528	2,896
	2	0,269	0,335	3,355	
	3	0,192	0,264	2,806	
B (1 mL/L)	1	0,338	0,385	3,622	3,931
	2	0,304	0,390	3,980	
	3	0,327	0,414	4,191	
C (2 mL/L)	1	0,291	0,323	2,979	3,284
	2	0,283	0,363	3,704	
	3	0,349	0,363	3,170	
D (3 mL/L)	1	0,201	0,248	2,469	2,412
	2	0,239	0,297	2,971	
	3	0,180	0,197	1,797	
E (4 mL/L)	1	0,129	0,214	2,490	2,147
	2	0,085	0,150	1,789	
	3	0,194	0,226	2,162	

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	2,9347
	Std. Deviation	,74423
Most Extreme Differences	Absolute	,107
	Positive	,107
	Negative	-,088
Kolmogorov-Smirnov Z		,413
Asymp. Sig. (2-tailed)		,996

a. Test distribution is Normal.

Uji ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,019	4	1,505	8,668	,003
Within Groups	1,736	10	,174		
Total	7,754	14			

Lampiran 5. (Lanjutan)

Uji Homogenitas

Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
4	3	2,1467		
3	3	2,4133		
0	3	2,9000	2,9000	
2	3		3,2833	3,2833
1	3			3,9300
Sig.		,060	,286	,086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Multiple Comparisons						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	1	-1,0300*	,34018	,013	-1,7880	-,2720
	2	-,3833	,34018	,286	-1,1413	,3746
	3	,4867	,34018	,183	-,2713	1,2446
	4	,7533	,34018	,051	-,0046	1,5113
1	0	1,0300*	,34018	,013	,2720	1,7880
	2	,6467	,34018	,086	-,1113	1,4046
	3	1,5167*	,34018	,001	,7587	2,2746
	4	1,7833*	,34018	,000	1,0254	2,5413
2	0	,3833	,34018	,286	-,3746	1,1413
	1	-,6467	,34018	,086	-1,4046	,1113
	3	,8700*	,34018	,028	,1120	1,6280
	4	1,1367*	,34018	,007	,3787	1,8946
3	0	-,4867	,34018	,183	-1,2446	,2713
	1	-1,5167*	,34018	,001	-2,2746	-,7587
	2	-,8700*	,34018	,028	-1,6280	-,1120
	4	,2667	,34018	,451	-,4913	1,0246
4	0	-,7533	,34018	,051	-1,5113	,0046
	1	-1,7833*	,34018	,000	-2,5413	-1,0254
	2	-1,1367*	,34018	,007	-1,8946	-,3787
	3	-,2667	,34018	,451	-1,0246	,4913

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,174.

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

Lampiran 6. Data Pengukuran Suhu (°C)

- Pagi

Perlakuan	Ulangan	Hari									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A (0 mL/L)	1	26	27	27	27	27	27	26	27	27	26
	2	27	27	27	26	27	27	26	26	26	27
	3	27	27	27	28	28	28	27	27	26	26
B (1 mL/L)	1	26	26	27	27	28	28	26	26	27	27
	2	26	26	27	27	28	27	27	26	27	27
	3	27	27	27	28	28	27	26	27	28	27
C (2 mL/L)	1	26	27	27	26	26	27	27	27	27	28
	2	27	28	27	27	27	28	27	27	26	26
	3	27	28	27	27	28	27	27	27	26	28
D (3 mL/L)	1	26	26	27	27	26	28	28	27	28	27
	2	27	26	26	26	27	26	27	27	28	26
	3	27	28	26	26	26	27	27	28	28	27
E (4 mL/L)	1	27	26	28	27	27	26	27	26	28	28
	2	26	26	26	27	28	26	27	27	27	28
	3	28	28	26	27	27	28	26	27	28	26

- Siang

Perlakuan	Ulangan	Hari									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A (0 mL/L)	1	28	28	28	28	29	29	28	28	29	28
	2	28	28	28	29	29	28	29	29	29	28
	3	29	29	28	29	29	29	29	28	28	28
B (1 mL/L)	1	29	29	29	29	29	29	28	28	29	28
	2	28	28	28	28	29	29	28	28	29	29
	3	29	29	28	29	29	28	28	28	29	29
C (2 mL/L)	1	28	28	29	29	28	28	29	29	29	29
	2	29	29	29	29	28	29	28	28	29	28
	3	28	29	28	28	29	29	29	29	28	29
D (3 mL/L)	1	29	28	28	28	29	29	29	29	29	28
	2	29	29	28	28	29	29	29	29	29	28
	3	29	29	28	28	29	28	29	29	29	28
E (4 mL/L)	1	29	28	29	29	29	28	28	29	29	29
	2	29	28	29	28	29	29	29	29	28	29
	3	29	29	29	28	29	29	28	28	29	29

Lampiran 7. Data Pengukuran pH

Hari	pH								
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
D0	8,10	8,24	8,30	8,23	8,11	8,04	8,19	8,43	8,28
D1	8,14	8,24	8,33	8,11	8,40	8,14	8,18	8,41	8,32
D2	8,12	8,25	8,42	8,12	8,12	8,35	8,15	8,60	8,29
D3	8,23	8,36	8,44	8,65	8,59	8,45	8,25	8,49	8,35
D4	8,64	8,33	8,38	8,48	8,45	8,37	8,27	8,75	8,40
D5	8,25	8,73	8,40	8,80	8,22	8,28	8,40	8,30	8,50
D6	8,32	8,82	8,48	8,93	9,04	8,14	8,81	8,89	8,31
D7	8,42	8,33	8,50	9,10	8,91	8,37	8,34	8,45	8,49
D8	8,21	8,22	8,43	8,88	8,66	8,54	8,40	8,50	8,78
D9	8,18	8,20	8,45	8,81	8,60	8,45	8,55	8,31	8,64

Hari	pH					
	D1	D2	D3	E1	E2	E3
D0	8,14	8,34	8,32	8,12	8,33	8,37
D1	8,65	8,26	8,16	8,42	8,12	8,45
D2	8,38	8,21	8,54	8,44	8,45	8,50
D3	8,68	8,71	8,24	8,29	8,59	8,14
D4	8,60	8,78	8,65	8,60	8,40	8,35
D5	8,51	8,93	8,93	8,48	8,45	8,35
D6	8,34	9,11	9,15	8,68	8,78	8,40
D7	8,91	9,01	9,02	8,73	8,99	8,80
D8	8,69	8,99	8,97	8,35	8,79	8,93
D9	8,41	8,81	8,89	8,49	8,81	8,81

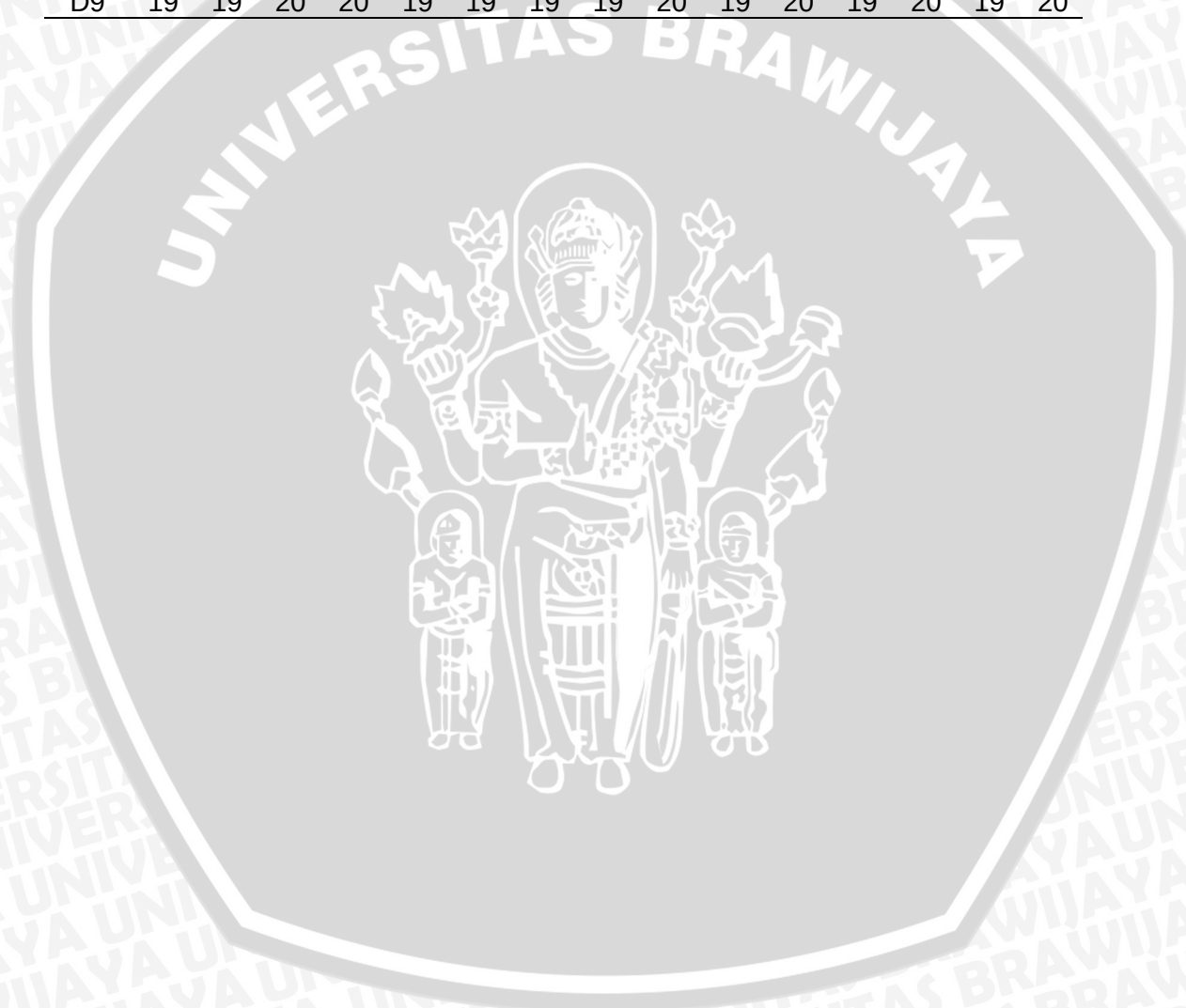
Lampiran 8. Data Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L)

Hari	Oksigen Terlarut (mg/L)								
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
D0	6,04	6,45	6,55	6,43	6,37	6,58	6,23	6,45	6,83
D1	6,42	6,50	6,89	6,44	7,13	6,96	6,87	6,12	7,08
D2	6,67	6,66	6,53	6,95	7,00	7,13	7,22	6,37	7,14
D3	7,01	6,72	7,19	7,33	7,26	7,23	7,24	6,95	7,26
D4	7,23	6,77	7,48	7,32	7,22	7,22	7,01	7,21	6,94
D5	7,38	7,12	7,56	7,64	7,38	7,36	7,21	7,45	7,13
D6	7,50	7,32	7,40	6,98	7,34	7,32	7,38	7,28	7,19
D7	7,57	7,31	7,49	7,13	7,32	7,22	7,33	7,39	7,23
D8	7,58	7,65	7,55	7,25	7,22	7,37	7,49	7,51	7,35
D9	7,61	7,58	7,60	7,29	7,42	7,51	7,58	7,49	7,50

Hari	Oksigen Terlarut (mg/L)					
	D1	D2	D3	E1	E2	E3
D0	6,32	6,37	6,77	6,35	6,07	6,10
D1	6,86	6,65	6,89	6,71	6,59	6,72
D2	6,96	6,96	7,08	6,91	6,73	6,89
D3	7,23	7,27	7,11	6,84	7,04	7,09
D4	7,33	7,30	7,15	7,13	7,26	7,21
D5	7,57	7,35	7,29	7,24	7,33	7,23
D6	7,47	7,22	7,37	7,25	7,39	7,26
D7	7,43	7,13	7,41	7,22	7,29	7,35
D8	7,58	7,35	7,29	7,15	7,22	7,40
D9	7,53	7,43	7,34	7,22	7,30	7,30

Lampiran 9. Data Pengukuran Salinitas (ppt)

Hari	Salinitas (ppt)														
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
D0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
D1	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
D2	15	15	15	15	15	16	15	15	16	15	16	16	15	15	16
D3	16	15	15	16	17	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16
D4	16	16	16	16	17	16	17	16	16	17	17	16	17	16	16
D5	16	16	16	18	18	17	17	16	17	17	17	17	18	17	17
D6	17	17	17	18	18	17	17	17	18	18	18	17	18	18	17
D7	17	18	19	19	19	18	18	18	18	18	19	18	18	18	19
D8	18	19	19	19	19	19	18	18	19	19	20	18	19	19	19
D9	19	19	20	20	19	19	19	19	20	19	20	19	20	19	20



Lampiran 10. Data Pengukuran Nitrat (ppm)

Perlakuan	Konsentrasi Nitrat (ppm)		Penyerapan (%)	
	D0	D6	D0	D6
A1	3,55	2,69	0,00	24,23
A2	3,68	2,65	0,00	27,99
A3	3,62	2,61	0,00	27,90
B1	3,65	2,59	0,00	29,04
B2	3,78	2,61	0,00	30,95
B3	3,72	2,68	0,00	27,96
C1	3,78	2,68	0,00	29,10
C2	3,74	2,83	0,00	24,33
C3	3,85	2,79	0,00	27,53
D1	3,86	2,74	0,00	29,02
D2	3,90	2,87	0,00	26,41
D3	3,77	2,71	0,00	28,12
E1	3,92	3,02	0,00	22,96
E2	3,95	2,96	0,00	25,06
E3	3,89	2,81	0,00	27,76

Lampiran 11. Data Pengukuran Fosfat (ppm)

Perlakuan	Konsentrasi Fosfat (ppm)		Penyerapan (%)	
	D0	D6	D0	D6
A1	1,58	1,09	0,00	31,01
A2	1,66	1,19	0,00	28,31
A3	1,69	1,12	0,00	33,73
B1	1,69	1,11	0,00	34,32
B2	1,75	1,08	0,00	38,29
B3	1,72	1,10	0,00	36,05
C1	1,67	1,15	0,00	31,14
C2	1,79	1,22	0,00	31,84
C3	1,72	1,25	0,00	27,33
D1	1,74	1,20	0,00	31,03
D2	1,78	1,24	0,00	30,34
D3	1,76	1,17	0,00	33,52
E1	1,77	1,27	0,00	28,25
E2	1,82	1,32	0,00	27,47
E3	1,90	1,39	0,00	26,84

Lampiran 12. Perhitungan N/P

Diketahui kandungan pupuk teknis:

$$\text{Urea} = 130 \text{ mg/L}$$

$$\text{N Urea} = 46 \%$$

$$\text{Fosfat MKP} = 50 \text{ mg/L}$$

$$\text{P MKP} = 52 \% \text{ P}_2\text{O}_5$$

$$\text{Ar P} = 31$$

$$\text{Ar O} = 16$$

$$\text{N Urea} = 46\% \times 130 \text{ mg/L}$$

$$= 59,8 \text{ mg/L}$$

$$\text{P dalam MKP} = 52 \% \times 50 \text{ mg/L}$$

$$= 26 \text{ mg/L P}_2\text{O}_5$$

$$\text{P} = \frac{\text{Ar P}}{\text{Mr P}_2\text{O}_5} \times 26$$

$$= \frac{31}{142} \times 26 = 5,6 \text{ mg/L}$$

$$\text{N/P rasio} = 59,8 : 5,6$$

$$= 11 : 1$$

