

**PENGARUH PEMBERIAN FERMENTASI AIR CUCIAN BERAS YANG
DITAMBAH DENGAN UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN BIOMASSA
*C. ceratosporum***

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

Oleh:
FEBRI AYU ANGGREINI
NIM. 125080501111059



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH PEMBERIAN FERMENTASI AIR CUCIAN BERAS YANG
DITAMBAH DENGAN UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN BIOMASSA
*C. ceratosporum***

**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:
FEBRI AYU ANGGREINI
NIM. 125080501111059



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

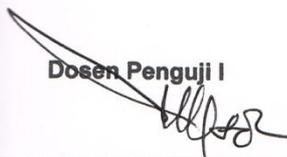
SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN FERMENTASI AIR CUCIAN BERAS YANG
DITAMBAH DENGAN UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN BIOMASSA
C. ceratosporum

Oleh:
FEBRI AYU ANGGREINI
NIM. 125080501111059

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

Dosen Penguji I


Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D
NIP. 19460320 197303 1 001

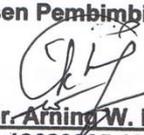
Tanggal: 05 AUG 2016

Dosen Penguji II


Dr. Ir. Anik Martinah H., M.Sc
NIP. 19610310 198701 2 001

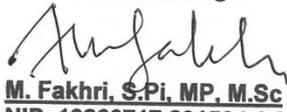
Tanggal: 05 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Arning W. Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001

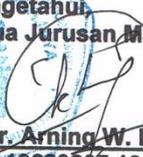
Tanggal: 05 AUG 2016

Dosen Pembimbing II


M. Fakhri, S.Pi, MP, M.Sc
NIP. 19860717 201504 1 001

Tanggal: 05 AUG 2016

Mengetahui
Ketua Jurusan MSP


Dr. Ir. Arning W. Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal: 05 AUG 2016



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar-benar hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah 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 (*plagias*), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juli 2016

Mahasiswa

Febri Ayu Anggreini



UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan berkah-Nya penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.
2. Ayah Sumarji, Ibunda Sumiatin, dan Adik Alexza Dinda D, serta keluarga besar yang tak henti-hentinya memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan tepat waktu.
3. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS. selaku dosen pembimbing 1 yang tidak lelah memberikan bimbingan, saran dan nasehat kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
4. Bapak M. Fakhri, S.Pi., MP., M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang tidak lelah memberikan bimbingan, saran dan nasihat kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
5. Bapak Prof. Ir. Marsoedi, Ph.D selaku penguji I yang telah menguji dan membimbing saya dalam penulisan skripsi.
6. Ibu Dr. Ir. Anik Martinah H., M.Sc. selaku dosen penguji II yang telah menguji dan memberikan arahan dan masukan dalam penulisan skripsi.
7. Ibu Fitri dan Bapak Ari selaku orangtua kedua saya di kosan yang telah memberikan doa serta dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Khod dan Mbak Hawa selaku staf laboran yang banyak membantu penulis hingga selesainya penyusunan skripsi.
9. Hendrik Dwi H. yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan secara moril sehingga diberikan kelancaran dalam penyusunan skripsi.
10. Tim Pakan Alami yaitu Rafidha F., Asih, Asma, Ardian, Yustin serta teman-teman yang lain yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terimakasih telah

lama bersama-sama dan membantu dari awal perkuliahan hingga melakukan penelitian bersama.

11. Teman-teman *Aquasean* yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis sampai penyelesaian penyusunan skripsi ini.
12. Sahabat terdekat (Putri N. dan Dimas A.) yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis sampai penyelesaian penyusunan skripsi ini.
13. Teman-teman satu kos yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis sampai penyelesaian penyusunan skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu dalam membantu penulis dari awal masuk perkuliahan hingga selesai perkuliahan.

Malang, Juli 2016

Mahasiswa

Febri Ayu Anggreini



RINGKASAN

FEBRI AYU ANGGREINI. Pengaruh Pemberian Fermentasi Air Cucian Beras yang ditambah Urea Terhadap Pertumbuhan dan Biomassa *C. ceratosporum*. **Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS dan M. Fakhri, S.Pi., MP., M.Sc.**

Mikroalga merupakan alga berukuran mikro yang memiliki kemampuan untuk berfotosintesis seperti tumbuhan yang ada di daratan. Mikroalga biasa dijumpai di air tawar maupun air laut dan merupakan produsen primer di perairan. Salah satu mikroalga yang banyak digunakan dalam perbenihan marikultur yaitu *Chaetoceros ceratosporum*. Namun, dalam pengkulturannya membutuhkan pupuk Pro Analisis yang memiliki harga mahal. Apalagi ketika para pembudidaya tambak membudidayakan mikroalga ini dalam skala massal, maka akan menambah biaya pengeluaran yang lebih besar lagi. Salah satu alternatif untuk menggantikan pupuk Pro Analisis yang mahal adalah dengan menggunakan limbah fermentasi air cucian beras. Limbah ini mengandung unsur hara seperti N dan P yang merupakan unsur penting dalam pertumbuhan *C. ceratosporum*. Namun, kandungan nutrisi dari limbah tersebut masih belum optimal untuk menunjang pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*. Oleh karena itu diperlukan unsur tambahan seperti pupuk urea ke dalam fermentasi air cucian beras.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menjelaskan pengaruh pemberian fermentasi air cucian beras yang ditambah urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum* dan untuk menentukan berapa konsentrasi terbaik dari fermentasi air cucian beras yang ditambah urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Lingkungan dan Bioteknologi Perairan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen rancangan percobaan RAL (Rancangan acak Lengkap) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Dosis yang digunakan dalam penelitian ini adalah A (1 ml/L) sebagai kontrol, B (25 ml/L), C (35 ml/L) dan D (45 ml/L). Penelitian ini berlangsung selama 12 hari dan parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah pertumbuhan *C. ceratosporum* untuk mengetahui pertumbuhan harian dari *C. ceratosporum*, laju pertumbuhan spesifik, *doubling time* dan biomassa *C. ceratosporum*. Adapun parameter kualitas air yang diukur adalah nitrat, fosfat, suhu, salinitas, pH dan DO.

Hasil penelitian untuk rerata laju pertumbuhan spesifik pada setiap perlakuan secara berurutan pada perlakuan A, B, C, dan D adalah 0,457/hari, 0,484/hari, 0,485/hari dan 0,507/hari. *Doubling time* tercepat didapat pada perlakuan D dengan waktu penggandaan 32,8 jam dan terlama pada perlakuan A 36,4 jam. Serapan nitrat tertinggi didapat pada perlakuan D dengan daya serap 56,96% dan terendah pada perlakuan B dengan daya serap sebesar 36,13%. Serapan fosfat tertinggi didapat pada perlakuan D sebesar 37,10% dan terendah perlakuan B sebesar 22,24%. Rerata biomassa *C. ceratosporum* pada masing-masing perlakuan A, B, C dan D secara berurutan adalah 0,411 g/L, 0,610 g/L, 0,616 g/L dan 0,641 g/L. Jadi dosis terbaik pada penelitian ini adalah pada perlakuan D yaitu 45 ml/L.

KATA PENGANTAR

Skripsi dengan judul “Pengaruh Pemberian Fermentasi Air Cucian Beras yang Ditambah Urea terhadap Pertumbuhan dan Biomassa *C. ceratosporum*” ini tersajikan untuk menjelaskan pengaruh pemberian fermentasi air cucian beras yang ditambah urea terhadap pertumbuhan dan biomassa mikroalga yang diteliti. Dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian serta hasil dan pembahasan.

Saya menyadari bahwa banyak kekurangan pada skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun. Kritik yang konstruktif dari pembaca sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan laporan selanjutnya agar tulisan ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi pembaca. Demikian penulis ucapkan terima kasih.

Malang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi <i>C. ceratosporum</i>	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	5
2.1.2 Kandungan Nutrisi <i>C. ceratosporum</i>	6
2.1.3 Reproduksi.....	6
2.2 Fase Pertumbuhan Mikroalga.....	7
2.3 Sistem Kultur Mikroalga	9
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan.....	9
2.1.4 Suhu	9
2.4.2 Nutrien (Unsur Hara).....	10
2.4.3 Intensitas Cahaya.....	10
2.4.4 Aerasi.....	11
2.4.5 Salinitas	11
2.4.6 Derajat Keasaman (pH).....	11
2.5 Fermentasi.....	12
2.6 Kandungan Air Cucian Beras.....	12
2.7 Pupuk Urea.....	13
3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	14
3.1.1 Alat penelitian	14
3.1.2 Bahan penelitian.....	14
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian.....	14
3.2.1 Metode Penelitian.....	14
3.2.2 Rancangan Penelitian	15

3.3 Prosedur Penelitian	16
3.3.1 Persiapan Penelitian	16
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4 Parameter Uji	20
3.4.1 Parameter Utama	20
3.4.2 Parameter Penunjang	21
3.5 Analisis Data	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pertumbuhan <i>C. ceratosporum</i>	25
4.2 Biomassa.....	31
4.3 Kualitas Air	32
4.3.1 Suhu	32
4.3.2 pH.....	33
4.3.3 DO.....	33
4.3.4 Salinitas.....	34
5. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar <i>C. ceratosporum</i> Perbesaran 1.000x	5
2. Siklus Hidup Diatom <i>Chaetoceros</i> sp. (Parson et al.,1984).....	7
3. Fase Pertumbuhan Mikroalga (Fogg dan Thake, 1987)	8
4. Denah Rancangan Percobaan	16
5. Grafik Logaritmik Pertumbuhan <i>C. ceratosporum</i>	25
6. Penyerapan Nitrat pada Dosis Pupuk yang Berbeda	30
7. Penyerapan Fosfat pada Dosis Pupuk yang Berbeda	31



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik <i>C. ceratosporum</i>	28
2. Rerata Biomassa <i>C. ceratosporum</i>	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian	42
2. Komposisi Pupuk Diatom (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)	45
3. Perhitungan Kebutuhan Urea	46
4. Perhitungan Dosis yang digunakan dari Pupuk Fermentasi Air Cucian Beras yang ditambah dengan Urea	48
5. Cara Kerja Penggunaan Oven	49
6. Cara Kerja Penggunaan Timbangan Analitik	50
7. Data Pertumbuhan <i>C. ceratosporum</i>	51
8. Data Pola Pertumbuhan Logaritmik <i>C. ceratosporum</i>	52
9. Data Laju Pertumbuhan Spesifik dan <i>Doubling Time</i> <i>C. ceratosporum</i>	53
10. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik <i>C. ceratosporum</i>	54
11. Data Parameter Pengukuran Nitrat dan Persentase Serapannya	57
12. Data Parameter Pengukuran Fosfat dan Persentase Serapannya	58
13. Data Biomassa <i>C. ceratosporum</i>	59
14. Sidik Ragam Biomassa	60
15. Data Pengukuran Suhu, pH, DO dan Salinitas	62

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroalga merupakan salah satu sumber daya alam yang bernilai tinggi bagi kepentingan budidaya perikanan (akuakultur), peternakan, kesehatan, farmasi dan migas. Mikroalga umumnya bersifat uniselular, fototrop dan berkembang biak di air tawar atau air laut (Haryanti *et al.*, 2010). Mikroalga memiliki banyak manfaat, antara lain sebagai produsen primer dalam rantai makanan, sumber makanan bagi beberapa jenis larva ikan dan udang, sebagai pangan yang sehat, untuk bioremediasi dan biofuel, serta sebagai sumber komponen aktif seperti antibakteri (Setyaningsih *et al.*, 2012).

Aktivitas budidaya perikanan khususnya perbenihan, ketersediaan pakan alami berupa mikroalga sangat penting, hal ini dikarenakan pakan alami merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung keberhasilan usaha perbenihan tersebut. Menurut Herlinah (2010), pemberian pakan alami yang tepat dan berkualitas dengan jumlah yang cukup dapat meningkatkan kelangsungan hidup larva ikan/udang terutama pada fase awal larva.

Salah satu pakan alami yang banyak manfaatnya dan umumnya digunakan dalam marikultur yaitu, *Chaetoceros ceratosporum* karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Hal ini sesuai dengan Lante dan Herlinah (2015) mengatakan bahwa, kandungan protein kasar dari *C. ceratosporum* sebesar 19,83% sehingga cocok digunakan sebagai pakan alami untuk zooplankton maupun larva ikan/udang. Selain itu Suminto (2005) mengatakan bahwa, diatom jenis ini banyak digunakan sebagai sumber pakan pada rotifer, kerang-kerangan, tiram maupun larva udang.

Umumnya sebagai mikroalga yang dibudidayakan di air organisme ini juga membutuhkan pupuk untuk mencukupi kebutuhan unsur hara baik mikronutrien

maupun makronutrien. Permasalahan yang muncul saat ini adalah mahal nya harga pupuk Pro Analisis. Apalagi ketika para pembudidaya tambak menumbuhkan mikroalga dalam skala massal, tentunya hal tersebut akan menambah biaya pengeluaran yang lebih besar lagi. Menurut Mulyanto (2010), salah satu cara yang digunakan untuk menekan biaya operasional dalam menumbuhkan mikroalga skala massal adalah dengan menggunakan bahan yang lebih murah, seperti pemanfaatan limbah tertentu yang kandungan nutrisinya dapat menumbuhkan mikroalga tersebut.

Limbah air cucian beras merupakan salah satu pupuk cair alami yang ketersediaannya sangat melimpah dikalangan masyarakat. Limbah ini diketahui mengandung banyak unsur hara mikro dan makro. Menurut Kalsum *et al.* (2011), air cucian beras banyak mengandung gizi seperti vitamin B1 dan B 12, N, P, K, C dan unsur lainnya. Lebih lanjut Puspitasari (2003) menyatakan bahwa, air cucian beras yang difermentasi selama 2 minggu mengandung nitrat sebesar 194,19 ppm, fosfat 114,6 ppm, dan kalium sebesar 60 ppm. Penggunaan limbah tersebut masih belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, hal ini dikarenakan sebagian masyarakat masih belum mengetahui manfaat dari limbah air cucian beras tersebut.

Hasil kandungan fermentasi air cucian beras tersebut telah memenuhi kebutuhan dari *C. ceratosporum*, namun kandungan nutrisi tersebut masih belum optimal untuk menunjang pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*. Menurut Leonardos dan Geider (2004), perbandingan rasio dari unsur C: N: P untuk pertumbuhan dan biomassa mikroalga laut adalah 106: 16: 1. Agar pertumbuhan dan biomassa dari *C. ceratosporum* dapat maksimal, maka diperlukan unsur tambahan seperti menambahkan pupuk urea ke dalam media fermentasi air cucian beras.

Pemanfaatan limbah fermentasi air cucian beras yang diperkaya dengan urea sebagai media kultivasi berpotensi untuk meningkatkan efektifitas pertumbuhan dan biomassa dari *C. ceratosporum*. Hal ini sesuai dengan Jamilah dan Safridar (2012) menyatakan bahwa, urea mengandung 46% sumber N. Sumber N tersebut merupakan salah satu unsur hara yang dapat meningkatkan pertumbuhan. Jika ketersediaan N tidak terpenuhi maka pertumbuhan dan perkembangan mikroalga akan terganggu.

Sejauh ini belum ada penelitian mengenai pemanfaatan pupuk dari fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea pada kultur mikroalga seperti *C. ceratosporum*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat dirumuskan dari latar belakang adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh limbah fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea terhadap pertumbuhan dan biomassa dari *C. ceratosporum*?
2. Berapa dosis terbaik limbah fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menjelaskan pengaruh limbah fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*.

2. Untuk menentukan berapa konsentrasi terbaik dari limbah fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*.

1.4 Hipotesis

H₀: Pemberian limbah fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan biomassa dari *C. ceratosporum*.

H₁: Pemberian limbah fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea berpengaruh terhadap pertumbuhan dan biomassa dari *C. ceratosporum*.

1.5 Kegunaan

Manfaat penelitian ini adalah sebagai terobosan baru dalam kultur pakan alami khususnya *C. ceratosporum* dengan menggunakan pupuk organik fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea dapat diaplikasikan oleh pembudidaya ikan/udang dengan mudah dan murah dalam waktu yang relatif singkat sehingga kebutuhan nutrisi ikan/udang budidaya dari pakan alami dapat terpenuhi.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Februari - April 2016

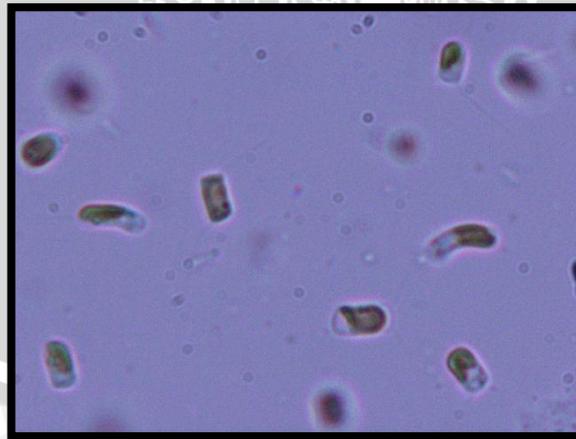
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Chaetoceros ceratosporum*

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Kawaroe *et al.* (2010) klasifikasi *C. ceratosporum* (Gambar 1) adalah sebagai berikut :

- Kingdom : Chromista
- Subkingdom : Chromobiota
- Infrakingdom : Heterokonta
- Phylum : Bacillariophyta
- Subphylum : Bacillariophytina
- Class : Mediophyceae
- Order : Chaetocerotales
- Family : Chaetocerotaceae
- Genus : *Chaetoceros*
- Spesies : *Chaetoceros ceratosporum*



Gambar 1. *C. ceratosporum* Perbesaran 1.000x.

Chaetoceros sp. merupakan sejenis fitoplankton sel tunggal dan membentuk rantai menggunakan duri yang saling berhubungan dari sel yang berdekatan. Tubuh utama dari *Chaetoceros* sp. berbentuk silinder pipih dan

memiliki ukuran panjang 12 - 14 μm dan lebar 15 - 17 μm (Herlinah, 2010). Menurut Suminto (2005), dinding sel pada *Chaetoceros* sp. berfungsi sebagai pembentuk rantai koloni yang dapat terbentuk 10 - 20 sel dan dapat mencapai ukuran panjang 200 μm .

2.1.2 Kandungan Nutrisi

Menurut Parson *et al.* (1961), *C. ceratosporum* merupakan salah satu jenis diatom yang mempunyai kandungan nutrisi berupa protein kasar sebesar 35%, lemak 6,90%, karbohidrat 6,6%, abu 28% dan pigmen 1,50%. Selain itu *Chaetoceros* sp. juga memiliki kandungan kalsium sebesar 0,59% dan fosfor 0,57%.

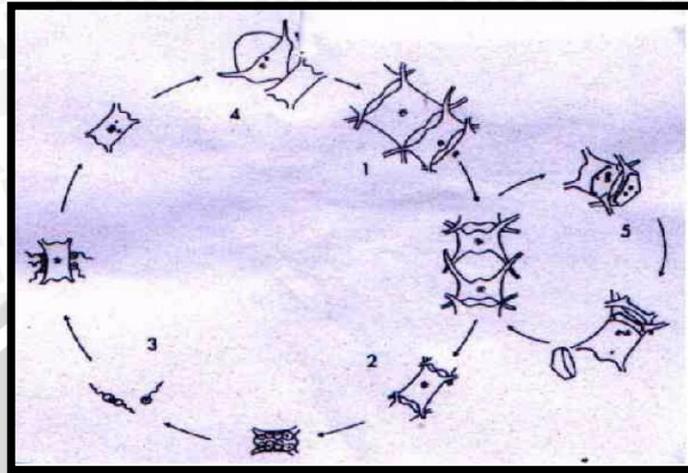
Menurut Lante dan Herlinah (2010) menyatakan bahwa, mikroalga seperti *C. ceratosporum* memiliki kandungan nutrisi yang sangat tinggi dengan kadar protein kasar sebesar 19,83%, kadar air 14,37% dan kadar abu sekitar 54,32%. Mikroalga ini sering digunakan sebagai pakan alami untuk pembenihan udang.

2.1.3 Reproduksi

Menurut Djarijah (1995), secara umum diatom berkembangbiak dengan cara pembelahan sel. Sebuah sel induk akan terbelah melintang menjadi dua sel anak. Setiap sel baru yang berkembang dari bagian tutup kotak akan tumbuh besar menyerupai ukuran induknya. Sel baru yang mendapatkan bagian dasar kotak akan tumbuh lebih kecil dari sel induk (Gambar 2). Pembelahan ini terus berlanjut sehingga sel hasil pembelahan akan menyerupai ukuran yang semakin mengecil. Sampai batas terkecil ukuran sel, pembelahan terhenti sebentar dan sel akan keluar dari cangkangnya, selanjutnya isi sel tanpa cangkang ini akan tumbuh membesar sampai menyerupai ukuran induk semula. Ukuran baru yang besar tersebut nantinya sel akan membentuk cangkang yang baru pula.

Menurut Hasle *et al.* (2006), reproduksi diatom secara vegetatif dengan menggunakan metode pembelahan biner yang menghasilkan dua individu sama

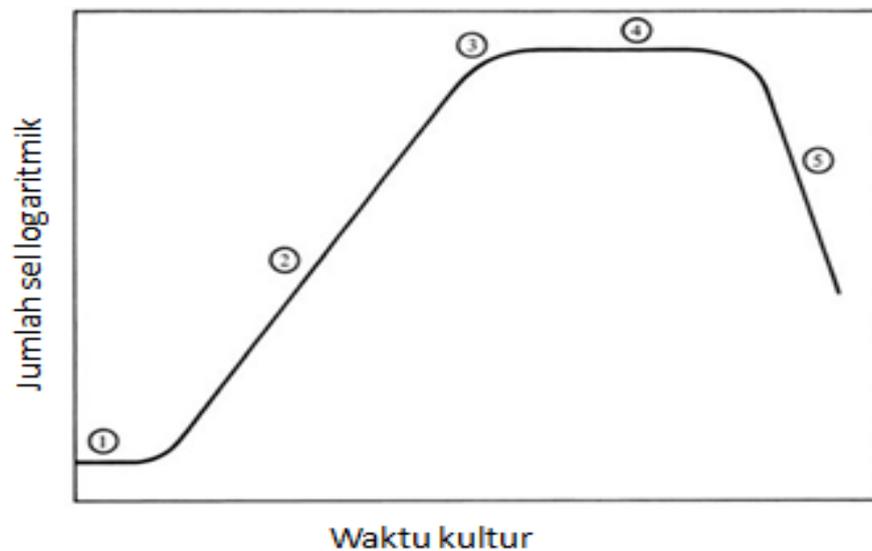
dengan sel induk, masing-masing sel muda menerima satu sel teka atau epiteka dari induk dan formasi akhir divisi sel dari hipoteka yang baru.



Gambar 2. Siklus Hidup Diatom *Chaetoceros* sp. (Parson *et al.*,1984).

2.2 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikrolaga ditandai dengan adanya fase pertumbuhan (Gambar 3) dengan pola pertumbuhan yang dimulai dari fase lag yang merupakan fase pertumbuhan awal dimana penambahan kelimpahan mikroalga terjadi dalam jumlah sedikit. Apabila fase lag sudah selesai selanjutnya mikroalga akan berada pada fase eksponensial. Struktur sel pada fase eksponensial masih berada pada kondisi normal dan secara nutrisi terjadi keseimbangan antara nutrisi dalam media dan kandungan nutrisi dalam sel. Fase berikutnya adalah penurunan pertumbuhan (*Declining Growth*) yang ditandai dengan menurunnya pertumbuhan sampai sama dengan fase awal pertumbuhan dimana tidak terjadi penambahan sel. Mikroalga akan mengalami fase stasioner yang ditandai dengan pertumbuhan mikroalga secara konstan. Terakhir adalah fase kematian yang ditandai dengan kematian sel mikroalga yang terjadi karena adanya perubahan kualitas air ke arah yang buruk. Hal ini dikarenakan menurunnya kandungan nutrisi dalam media kultivasi dan kemampuan metabolisme mikroalga yang menurun akibat dari umur yang sudah tua (Kawaroe *et al.*, 2010).



Gambar 3. Fase Pertumbuhan Mikroalga (1) fase adaptasi, (2) fase eksponensial, (3) fase penurunan laju pertumbuhan, (4) fase stasioner, (5) fase kematian (Fogg dan Thake, 1987).

Menurut Indarmawan *et al.* (2012), fase pertumbuhan *Chaetoceros* sp. yang pertama adalah fase akselerasi yang terjadi pada hari awal inokulasi sampai pada hari pertama perlakuan. Hal ini dikarenakan *Chaetoceros* sp. memiliki fase adaptasi terhadap lingkungan yang relatif cepat dibanding dengan fitoplankton lain. Fase kedua adalah fase logaritmik, pada fase ini populasi dari *Chaetoceros* sp. mengalami penambahan secara signifikan. Fase ini terjadi ketika kebutuhan nutrisi, pH dan intensitas cahaya masih mampu memenuhi kebutuhan dari *Chaetoceros* sp. tersebut. Ketiga adalah fase deselerasi yang merupakan fase yang diawali dengan melambatnya pertumbuhan dari *Chaetoceros* sp. akibat berkurangnya ketersediaan nutrisi karena banyak dimanfaatkan selama fase logaritmik. Fase keempat sekaligus fase terakhir adalah fase kematian yang ditandai dengan menurunnya populasi *Chaetoceros* sp. secara drastis dikarenakan kualitas air yang buruk dan ketersediaan nutrisi yang telah habis, sehingga kepadatan populasi *Chaetoceros* menurun drastis.

2.3 Sistem Kultur Mikroalga

Menurut Coutteau (1996), ada tiga jenis sistem kultur mikroalga, pertama adalah sistem *batch culture* yang merupakan sistem dengan panen yang dilakukan apabila populasi mikroalga mencapai maksimum. Sistem ini sangat fleksibel dan sederhana sehingga mudah untuk diterapkan. Sistem kultur mikroalga yang kedua adalah sistem *semi continue* yaitu sistem dengan panen yang dilakukan secara periodik parsial. Mikroalga dengan sistem ini tidak dipanen secara menyeluruh, sehingga menghasilkan mikroalga yang lebih banyak dibanding dengan *batch culture*. Sistem yang terakhir adalah sistem *continues*, pada sistem ini nutrisi akan diberikan secara terus-menerus sehingga pertumbuhan mikroalga akan mencapai tingkat maksimum.

Menurut Suminto (2005), metode *batch culture* merupakan metode yang diterapkan pada kultur skala kecil yang berkelanjutan. Pemanenan kultur skala ini dilakukan dengan segera, air kultur dibuang, wadah disterilkan dan kemudian diisi kembali dengan mikroalga. Metode *batch culture* ini memiliki keuntungan tersendiri antara lain, produksinya lebih dapat diperkirakan, kemungkinan terjadinya kontaminasi lebih kecil dan lebih mudah menjaga pertumbuhan populasi mikroalga pada masa pertumbuhan.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

2.4.1 Suhu

Suhu optimal untuk kultivasi mikroalga antara 24 - 30 °C, dan bisa berbeda-beda bergantung lokasi, komposisi media yang digunakan serta jenis mikroalga yang dikultivasi. Sebagian besar mikroalga dapat mentoleransi suhu antara 16-35 °C. Temperatur dibawah 16 °C dapat memperlambat pertumbuhan dan suhu diatas 35 °C dapat menimbulkan kematian pada beberapa spesies mikroalga (Kawaroe *et al.*, 2010).

Menurut Indarmawan *et al.* (2012), suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam pertumbuhan mikroalga. Suhu akan mempengaruhi efisiensi dari proses fotosintesis. Suhu optimal untuk pertumbuhan dari mikroalga *Chaetoceros* sp. adalah sekitar 28 - 30 °C.

2.4.2 Nutrien (Unsur Hara)

Unsur hara yang dibutuhkan mikroalga terdiri dari mikronutrien dan makronutrien. Mikronutrien yang dibutuhkan antara lain Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn, dan Si, sedangkan makronutrien yang dibutuhkan mikroalga adalah C, H, N, P, K, S, Mg, dan Ca. Diantara nurien tersebut N dan P sering menjadi faktor pembatas. Selain itu, diatom seperti *Chaetoceros* sp. yang memiliki kerangka dinding sel yang mengandung silikat, unsur Si juga penting untuk pertumbuhannya (Kawaroe *et al.*, 2010).

Menurut Wahyudi (1999), dua unsur yang harus tersedia dalam media kultur mikroalga adalah unsur N dan P. Unsur N (nitrogen) merupakan komponen utama dalam pembentukan asam amino sedangkan unsur P (fosfor) berfungsi dalam penyusunan materi genetik seperti DNA dan RNA, sehingga dua unsur tersebut sangat diperlukan oleh mikroalga dalam kelangsungan dan perkembangbiakannya.

2.4.3 Intensitas Cahaya

Cahaya sebagai sumber energi sangat berperan dalam proses fotosintesis pada alga. Namun intensitas cahaya yang diperlukan tiap-tiap alga untuk dapat tumbuh secara maksimum berbeda-beda. Diatom akan mendominasi suatu perairan pada saat intensitas cahaya tinggi dan suhu rendah (Kawaroe *et al.*, 2010).

Menurut Jati *et al.* (2012), fitoplankton akan melakukan proses fotosintesis untuk membentuk senyawa anorganik menjadi senyawa organik. Proses perubahan tersebut akan membutuhkan energi dengan bantuan cahaya.

Intensitas cahaya yang digunakan pada media kultur teknis Guillard maupun Walne yang diukur menggunakan lux meter adalah sekitar 2500 - 4000 lux.

2.4.4 Aerasi

Aerasi dibutuhkan untuk memastikan bahwa semua sel mikroalga mendapat cahaya dan nutrisi yang sama, untuk menghindari stratifikasi suhu dan tercampurnya air dengan suhu yang berbeda terutama pada kultivasi di luar laboratorium serta meningkatkan pertukaran cahaya antara medium kultivasi dan udara (Kawaroe *et al.*, 2010).

Berdasarkan penelitian Afifah dan Hermana (2013), aerasi yang dilakukan akan berpengaruh terhadap laju produksi alga. Adanya penggunaan aerasi juga berfungsi dalam menjaga kebutuhan oksigen dalam air, sehingga mikroalga akan tercukupi kebutuhan oksigen yang terus bertambah di dalam air.

2.4.5 Salinitas

Menurut Framegari *et al.* (2012), salinitas akan mempengaruhi kemampuan organisme untuk hidup, tumbuh, memanfaatkan pakan dan berperan dalam lingkungannya. Salinitas pada perairan berhubungan erat dengan sistem (mekanisme) osmoregulasi pada suatu organisme.

Salinitas air adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap mikroalga laut. Kadar salinitas yang tidak cocok akan menghambat pertumbuhan dari mikroalga tersebut. *Chaetoceros* sp. merupakan salah satu mikroalga yang mampu hidup pada kisaran salinitas yang sangat lebar, yaitu 6 - 50 ppt dengan kisaran salinitas 17 - 25 ppt sebagai salinitas optimum (Kawaroe *et al.*, 2010).

2.4.6 Derajat Keasaman (pH)

Selain nutrisi yang berpengaruh dalam pertumbuhan mikroalga, kondisi lingkungan seperti pH juga dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga di

dalam media kultur. Kisaran pH untuk mikroalga *Chaetoceros* sp. akan tumbuh maksimal pada pH 7 - 9 (Indarmawan *et al.*, 2012).

Peningkatan pH dipengaruhi oleh proses fotosintesis yang merupakan proses penyerapan karbondioksida yang terlarut di dalam air dan berakibat pada penurunan CO₂ terlarut dalam air. Rata-rata pH untuk kultivasi sebagian besar spesies mikroalga antara 7 - 9 dengan optimum rata-rata pH berkisar 8,2 - 8,7 (Kawaroe *et al.*, 2010).

2.5 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses reaksi kimia yang membebaskan energi senyawa organik yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Hal ini sesuai dengan pendapat Santi (2008) yang menyatakan bahwa, proses fermentasi berlangsung dikarenakan adanya perombakan dari bahan organik menjadi bahan anorganik pada kondisi tertentu yang dilakukan oleh mikroorganisme fermentatif.

Mikroorganisme yang terdapat pada proses fermentasi akan memanfaatkan substrat organik sebagai suatu proses dari metabolisme mikroorganisme tersebut sehingga terjadi suatu interaksi yang menyebabkan proses dekomposisi bahan-bahan alami, serta kembalinya unsur hara ke dalam tanah dan udara (Potter dan Hotchldes, 1995).

2.6 Kandungan Air Cucian Beras

Hasil fermentasi alami air cucian beras dapat digunakan sebagai pupuk organik. Kandungan unsur hara pada air cucian beras dari hasil fermentasi lebih tinggi dibandingkan dengan air cucian beras tanpa fermentasi (Puspitasari, 2003). Hal ini sesuai dengan Elfarisna *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa, beberapa penelitian menunjukkan air cucian beras yang disimpan selama 2 minggu dapat menggantikan pupuk kimia/organik.

Menurut Bukhari (2013), kandungan dari air cucian beras diantaranya karbohidrat, protein, selulosa, fosfor dan vitamin. Lebih lanjut berdasarkan Puspitasari *et al.* (2015), limbah air cucian beras yang dianalisis menggunakan bioaktivator komersil selama 4 hari mengandung N total sebesar 0,12%, P_2O_5 0,03% K_2O 0,01% serta memiliki pH 3,4.

2.7 Pupuk Urea

Pupuk urea merupakan salah satu jenis pupuk anorganik yang mengandung sumber N sebesar 46%. Sumber N sangat penting bagi mikroalga karena berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangannya. Jika unsur N tersebut tidak terpenuhi maka pertumbuhan dan perkembangan dari mikroalga tersebut akan terganggu (Jamilah dan Safridar, 2012).

Jika pupuk urea ditambahkan secara berlebih maka akan menyebabkan tingkat kekeruhan yang tinggi dan konsentrasi NH_3 akan melebihi batas maksimum. Kekeruhan tersebut nantinya akan menghambat cahaya yang masuk pada media kultur, sedangkan NH_3 yang melebihi batas akan bersifat racun sehingga mengganggu metabolisme dari mikroalga tersebut (Lutama *et al.*, 2012).

3 METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: gelas ukur dan erlenmeyer (Iwaki), mikroskop (Olympus), *haemocytometer* (Assistent), *handtally counter*, *spektofotometer* (*Spectroquant Pharo 300*), *hotplate* (Nouva), pipet tetes, bola hisap, pipet volume, toples, aerator set, botol film, pH meter dan DO meter (Eutech), lampu TL 36 watt (Philips), oven (Redline), autoklaf (Dea), kulkas (Sharp), ember, timbangan analitik (Denyer), *vacum pump* (Value), desikator, *washing bottle*. Adapun foto alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: inokulan *C. ceratosporum*, air laut, klorin, kaporit, Na thiosulfat, kresek hitam, beras putih varietas IR 64, alumunium foil, alkohol 70%, akuades, silikat, air tawar, asam fenoldisulfonik, NH_4OH , *amonium molybdate*, SnCl_2 , kertas saring Whatman GF/C (*Glass Microfiber Filters Grade C*), pupuk diatom (F2 Guilard), urea, vitamin B_{12} , tisu, kapas, karet gelang, kertas label, plastik bening. Adapun foto bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan. Menurut Subiyanto (1999), salah satu metode yang tepat untuk meneliti sebab akibat adalah dengan menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan bentuk penelitian khusus yang digunakan untuk

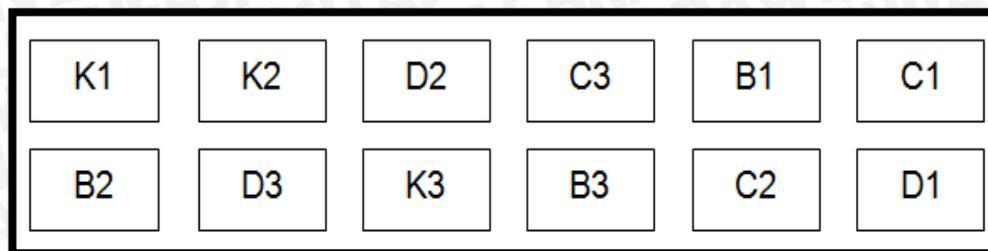
menentukan variabel-variabel apa saja serta bagaimana bentuk hubungan antara satu dengan lainnya. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian yang bersifat laboratoris, misalnya: penelitian teknik pemuliaan tanaman.

3.2.2 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Menurut Tapehe (2015), rancangan acak lengkap biasa dilakukan di laboratorium/rumah kaca dan melibatkan sedikit unit percobaan dan kehomogenan unit percobaan bisa dijamin. Percobaan yang dilakukan di lapangan kehomogenan unit percobaan sangat sulit untuk dipenuhi, begitu juga bila melibatkan unit-unit percobaan yang cukup besar. Rancangan acak lengkap yang dilakukan dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan pada perlakuan pertama adalah perlakuan kontrol dengan penambahan pupuk diatom 1 ml/L (A), perlakuan kedua adalah dengan menggunakan dosis fermentasi air cucian yang ditambah urea dengan dosis 25 ml/L (B), perlakuan ketiga dengan dosis 35 ml/L (C) dan perlakuan keempat dengan dosis sebesar 45 ml/L (D). Adapun komposisi pupuk diatom dapat dilihat pada Lampiran 2 dan perhitungan kebutuhan urea dapat dilihat pada Lampiran 3

Menurut Krichnavaruk *et al.* (2005) rata-rata kebutuhan unsur N dan P dari *C. ceratosporum* adalah N (0 - 42 mg/L) dan P (0 - 3,6 mg/L). Hasil perhitungan N dan P pada dosis 25 ml/L, 35 ml/L dan 45 ml/L mengandung unsur N dan P masing-masing (10 dan 0,627 mg/L), (14 dan 0,878 mg/L) dan (18 dan 1,129 mg/L).

Perhitungan pada dosis tersebut berdasarkan jumlah kandungan N dan P dari fermentasi air cucian beras yang ditambah urea. Adapun perhitungan dosis tersebut selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Denah letak wadah kultur *C. ceratosporum* dapat dilihat pada Gambar 4. Denah letak tersebut didapatkan dengan menggunakan bilangan acak.



Gambar 4. Denah Percobaan

Keterangan:

- A = Kontrol dengan dosis pupuk diatom 1 ml/L.
- B = Fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea dosis 25 ml/L.
- C = Fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea dosis 35 ml/L.
- D = Fermentasi air cucian beras yang ditambah dengan urea dosis 45 ml/L.
- 1, 2, 3 = Ulangan.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

a. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi dilakukan untuk menghilangkan atau meminimalkan keberadaan mikroorganisme serta zat pengganggu pada alat dan media pemeliharaan yang akan digunakan dalam penelitian. Sterilisasi dapat dilakukan dengan cara bermacam-macam, antara lain: sterilisasi kimia, fisik, dengan penyaringan dan lain sebagainya.

Sterilisasi yang dilakukan pada peralatan yang besar dapat dicuci bersih dengan detergen lalu dibilas dengan air bersih, setelah itu direndam dengan larutan klorin dan Na thiosulfat selama 24 jam kemudian dikeringkan. Penggunaan dosis klorin dan Na thiosulfat mengacu pada dosis yang disarankan oleh Ekawati (2005), klorin yaitu sekitar 150 mg/L selama \pm 12 hingga 24 jam dan untuk Na thiosulfat sekitar 40 - 50 mg/L kemudian dibilas dengan menggunakan air tawar hingga bau dari larutan klorin hilang. Sterilisasi pada peralatan yang kecil setelah dicuci dan dikeringkan, maka ditutup dengan kapas kemudian dibungkus dengan aluminium foil dan dapat juga menggunakan koran untuk

membungkus dan setelah itu diikat dengan benang kasar dan disterilisasi dengan menggunakan oven pada suhu 105 °C selama kurang lebih 5 jam. Peralatan kecil yang berada di dalam oven setelah 5 jam tersebut kemudian didiamkan beberapa menit dan siap untuk digunakan. Adapun cara kerja penggunaan oven dapat dilihat pada Lampiran 5.

Air yang digunakan dalam media pemeliharaan adalah air laut bersalinitas 30 ppt. Sterilisasi air laut dilakukan dalam bak berkapasitas 60 L dengan menggunakan klorin sebanyak 150 mg/L dan diaerasi selama 24 jam kemudian diberi Na-Thiosulfat sebanyak 40 - 50 mg/L untuk menghilangkan bau dari klorin tersebut. Sterilisasi pupuk cair berupa fermentasi air cucian beras dilakukan dengan cara disaring menggunakan kertas saring yang bertujuan untuk memisahkan endapan yang terdapat pada fermentasi tersebut, selanjutnya pupuk organik tersebut dapat digunakan.

Air laut yang telah steril diukur salinitasnya dengan menggunakan alat refraktometer. Jika ingin mendapatkan media air laut bersalinitas 30 ppt dilakukan pengenceran dengan menggunakan air tawar. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung salinitas air laut yang diinginkan menurut Arrokhman *et al.* (2012) adalah sebagai berikut :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

Keterangan:

M_1 = salinitas air laut yang akan diencerkan (ppt).

M_2 = salinitas air laut yang diinginkan (ppt)

V_1 = volume air laut yang akan diencerkan (L)

V_2 = volume air dengan salinitas yang diinginkan (L)

b. Penyiapan Stok Bibit *C. ceratosporum*

Penyiapan stok bibit dari *C. ceratosporum* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pemesanan di Balai Budidaya Air Payau Situbondo, Jawa Timur sebanyak 500 ml. Bibit kemudian diperbanyak dengan cara mengkulturnya

dengan 2.500 ml air laut dan bibit sebanyak 250 ml. Kultur dilakukan selama 8 hari untuk mencapai fase stasioner dan kemudian dipanen. Pengkulturan dilakukan dengan kondisi yang terkontrol.

Stok bibit *C. ceratosporum* sebelum ditebar dilakukan perhitungan dengan cara menghitung kepadatan awal pertumbuhan. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan jumlah volume inokulan yang akan dibutuhkan pada percobaan sehingga sesuai dengan kepadatan yang diinginkan. Menurut Utama *et al.* (2015), pengenceran dapat digunakan untuk menghitung jumlah stok total plankton yang dikehendaki dalam budidaya. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

V_1 = Volume stok bibit untuk penebaran awal (ml).

N_1 = Jumlah stok bibit yang akan ditebar (sel/ml).

V_2 = Volume media budidaya yang dikehendaki (ml).

N_2 = Jumlah stok bibit yang dikehendaki (sel/ml).

c. Pembuatan Fermentasi Air Cucian Beras dan Penambahan Urea

Jenis beras yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis beras putih varietas IR 64. Adapun tahapan dalam proses pembuatan fermentasi dari limbah air cucian beras yang dilakukan secara alami yaitu langkah pertama beras ditimbang sekitar 500 gram, kemudian beras dicuci dengan menggunakan air bersih. Perbandingan antara beras dan air adalah 1 : 3 dan air yang digunakan dalam proses fermentasi adalah air cucian yang pertama. Hal ini bertujuan karena pada air cucian beras yang pertama kali airnya lebih keruh dibanding dengan air cucian beras yang kedua dan seterusnya.

Air cucian beras tersebut kemudian di fermentasi ke dalam botol air mineral yang berukuran 1,5 liter kemudian ditutup rapat agar tidak terkontaminasi dari luar dan dibungkus dengan menggunakan kresek hitam. Hal ini bertujuan untuk

menghindari adanya cahaya yang masuk secara langsung. Waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi tersebut adalah sekitar 2 minggu. Hal ini sesuai dengan pendapat Puspitasari (2003) yang mengemukakan bahwa, air cucian beras yang difermentasi secara alami selama 2 dan 4 minggu dapat menggantikan pupuk kimia komersil dan untuk hasil fermentasi terbaik ditujukan pada fermentasi 2 minggu.

Air cucian beras yang telah difermentasi selama 2 minggu tersebut kemudian dilakukan analisis kandungan nitrat (NO_3), fosfat (PO_4) dan ammonia (NH_3) di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang dan didapatkan hasil kandungan nitrat sebesar 24,96 mg/L, fosfat sebesar 76,92 mg/L dan amonia sebesar 25,66 mg/L.

Penambahan urea dilakukan dengan menimbang urea terlebih dahulu yaitu sebanyak 0,82 gr dengan menggunakan timbangan analitik. Adapun cara penggunaan timbangan analitik dapat dilihat pada Lampiran 6. Urea yang telah ditimbang kemudian dilarutkan pada 1 liter fermentasi air cucian beras. Dasar penambahan jumlah urea tersebut dapat dilihat pada perhitungan Lampiran 3.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan disiapkan media air laut steril sebanyak 2 liter dengan salinitas 30 ppt yang dimasukkan pada toples berukuran 3 liter, setelah itu dimasukkan silikat dan vitamin pada masing-masing perlakuan sebanyak 1 ml/L, kemudian dimasukkan pupuk cair dari fermentasi air cucian beras yang ditambah urea dengan dosis 25 ml/L, 35 ml/L, dan 45 ml/L serta 1 ml/L pupuk F2 Guilard sebagai kontrol. Intensitas cahaya lampu yang digunakan berkisar 2.830 lux selama 24 jam, diaerasi beberapa saat agar pupuk tercampur kemudian dimasukkan stok bibit *C. ceratosporum* dengan kepadatan awal yang telah ditentukan yaitu 150.000 sel/ml. Pengamatan pertumbuhan *C.*

ceratosporum dilakukan setiap hari selama pemeliharaan sampai mencapai fase stasioner dan selanjutnya dilakukan pengukuran laju pertumbuhan spesifik dan biomassa. Selama pemeliharaan dilihat parameter kualitas air meliputi suhu, pH, DO, salinitas dan kadar nitrat dan fosfat.

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Parameter Utama

a. Pertumbuhan *C. ceratosporum*

Pertumbuhan *C. ceratosporum* (sel/ml) diamati satu kali dalam sehari selama pemeliharaan. Perhitungan kepadatan pertumbuhan dari *C. ceratosporum* dilakukan menggunakan alat seperti *haemocytometer* dan alat bantu lainnya seperti mikroskop untuk pengamatan dan penggunaan *handtally counter* untuk memudahkan dalam perhitungannya. Adapun perhitungan kepadatan menurut Creswell (2010) dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{n \times 25}{\text{Jumlah bidang pandang}} \times 10.000$$

➤ Laju Pertumbuhan Spesifik *C. ceratosporum*

Menurut Kuo *et al.* (2014), laju pertumbuhan spesifik kepadatan mikroalga digunakan untuk menguji daya dukung medium atau nutrisi terhadap pertumbuhan dan pembelahan sel mikroalga. Laju pertumbuhan spesifik (μ) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\mu = \frac{\ln(X_t - X_0)}{(t_2 - t_1)}$$

Keterangan:

- μ = tetapan laju pertumbuhan spesifik (hari⁻¹)
- X_t = kepadatan sel pada waktu t (sel/ml).
- X_0 = kepadatan sel pada saat awal (sel/ml).
- t_1 = waktu awal (hari)
- t_2 = waktu pengamatan (hari)

➤ **Doubling Time**

Doubling time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mikroalga melakukan pembelahan. Adapun *doubling time* dapat dihitung menggunakan rumus dari Kuo *et al.* (2009) sebagai berikut:

$$td \text{ (jam)} = 24 \times \ln(2) / \mu$$

Keterangan adalah.

td = *doubling time*.

μ = laju pertumbuhan spesifik.

b. Biomassa *C. ceratosporum*

Pengukuran biomassa pada mikroalga *C. ceratosporum* dilakukan apabila pertumbuhannya telah mencapai fase stasioner. Menurut Janssen *et al.* (1999), tahapan dalam pengukuran biomassa yaitu kertas saring GF/C terlebih dahulu di oven pada suhu 105 °C selama kurang lebih 2 jam hingga konstan dan kemudian ditimbang (A). Sampel dari mikroalga kemudian diambil sebanyak 50 ml dan dilarutkan pada aquades sebanyak 100 ml untuk melarutkan kadar garam yang ada pada sampel tersebut, selanjutnya difilter dengan menggunakan kertas saring yang dioven. Kemudian kertas saring+mikroalga dioven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Setelah dingin, kertas saring+mikroalga diletakkan di desikator selama 30 - 60 menit yang berguna untuk menyerap kelembaban dan kemudian ditimbang (B). Tahap terakhir yaitu memasukkannya ke dalam rumus sebagai berikut :

$$\text{Biomassa (g/l)} = \frac{(B) - (A) \times 1.000}{\text{Volume sampel}}$$

3.4.2 Parameter Penunjang

Pemeliharaan fitoplankton terutama untuk pertumbuhan dari *C. ceratosporum* hal yang perlu diamati adalah parameter kualitas air. Pengukuran

kualitas air sangat berperan terhadap pertumbuhan dari *C. ceratosporum*. Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini antara lain suhu, pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat. Adapun metode pengukuran parameter kualitas air adalah sebagai berikut:

a. Pengukuran DO

Pengukuran kadar DO dilakukan dengan menggunakan DO meter. Hubungkan elektorda ke konektor. DO meter kemudian dinyalakan dengan menekan tombol *on/off* dan ditunggu hingga ada tulisan *ready* pada layar, selanjutnya elektroda dari DO meter dikalibrasi dengan menggunakan akuades yang kemudian dibersihkan menggunakan tisu kering. Elektroda kemudian dicelupkan pada air sampel yang akan diuji kadar DO nya ditunggu beberapa saat sampai muncul data pada layar kemudian dicatat hasilnya. Pengukuran DO pada media kultur dilakukan sebanyak satu kali sehari setiap 24 jam.

b. Pengukuran pH

Prinsip kerja dari pengukuran pH meter sebetulnya sama dengan cara kerja pengukuran DO meter. Tahapan pertama adalah menghubungkan elektroda ke konektor pH meter, kemudian dinyalakan dengan menekan tombol *on/off* pada pH meter, selanjutnya elektroda dari pH meter dicelupkan pada akuades untuk dikalibrasi terlebih dahulu dan dibilas dengan menggunakan tisu kering. Elektroda tersebut selanjutnya dicelupkan ke dalam air yang akan diuji kadar pH nya dan ditunggu sampai muncul angka pada layar dan dicatat hasilnya. Pengukuran pH dilakukan satu kali sehari setiap 24 jam.

c. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu yang akan diuji menggunakan pH meter. Adapun dalam pengukurannya sama seperti penggunaan pH meter. Perbedaannya adalah dari data yang dicatat merupakan data suhu yang tampil pada layar dari pH meter. Pengukuran suhu dilakukan satu kali sehari setiap 24 jam.

d. Pengukuran Nitrat

Hal pertama yang perlu dilakukan dalam pengukuran nitrat adalah dengan menyaring air terlebih dahulu sebanyak 12,5 ml selanjutnya dituang ke dalam cawan porsetan. Kemudian sampel tersebut dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* hingga kering serta membentuk kerak. Setelah dingin, ditambahkan 0,2 ml asam fenoldisulfonik yang diaduk dengan spatula hingga kerak alarut. Berikutnya, ditambahkan dengan NH_4OH hingga berubah warna, kemudian diencerkan dengan akuades sebanyak 5 ml. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam cuvet dan dianalisa menggunakan spektrofotometer menggunakan panjang gelombang 410 nm, hasilnya dapat diketahui sebagai nilai y dengan rumus $y = a+bx$, kemudian hasil perhitungan tersebut dicatat dengan satuan mg/L (Boyd, 1988). Pengukuran kadar nitrat dilakukan pada awal tebar, fase eksponensial dan akhir fase stasioner.

e. Pengukuran Fosfat

Tahapan pengukuran fosfat yaitu dengan menyaring sampel air sebanyak 25 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya, ditambahkan 1 ml amonium molybdate dan dihomogenkan. Tahap berikutnya ditambahkan 3 tetes SnCl_2 dan dihomogenkan. Setelah homogen, dimasukkan ke dalam cuvet dan dianalisa kadar orthofosfatnya dengan menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 690nm. Hasil yang diketahui kemudian dimasukkan ke dalam rumus regresi $y = a+bx$ dan dicatat hasilnya. Pengukuran fosfat dilakukan pada awal tebar, fase eksponensial dan akhir fase stasioner (Boyd,1988).

3.5 Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian ini selanjutnya dianalisis dengan uji statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Adapun untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*

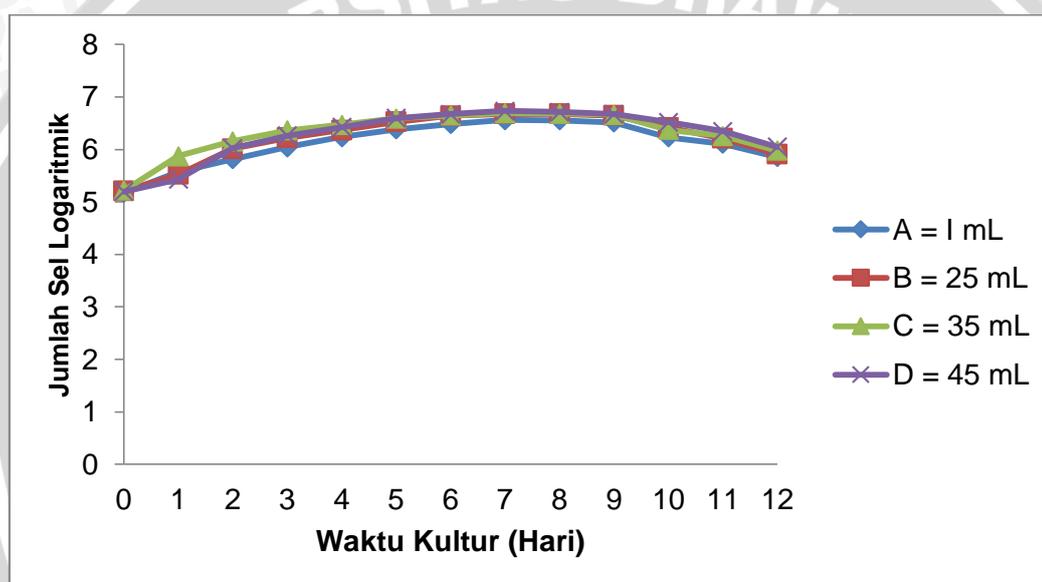
dilakukan dengan sidik ragam satu arah dengan memasukkan uji F dengan selang kepercayaan 95% dan 99%. Apabila hasil yang didapatkan berbeda nyata atau sangat berbeda nyata maka dilakukan uji lanjutan yaitu dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dan untuk menentukan hubungan antara perlakuan dengan pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum* dilakukan uji *polynomial orthogonal* yang dapat menjelaskan pengaruh terbaik.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan *C. ceratosporum*

Hasil pengamatan pertumbuhan *C. ceratosporum* selama penelitian pada masing-masing perlakuan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7. Adapun hasil perhitungan pola pertumbuhan *C. ceratosporum* secara logaritmik dapat dilihat pada Lampiran 8 dan dapat digambarkan dalam bentuk grafik pola pertumbuhan *C. ceratosporum* seperti pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Pola Pertumbuhan *C. ceratosporum*

Keterangan :

A : Pemberian dosis pupuk diatom 1 ml/L

B : Pemberian dosis pupuk fermentasi air cucian beras+urea 25 ml/L

C : Pemberian dosis pupuk fermentasi air cucian beras+urea 35 ml/L

D : Pemberian dosis pupuk fermentasi air cucian beras+urea 45 ml/L

Berdasarkan grafik pola pertumbuhan pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa pada masing-masing perlakuan dengan pemberian dosis pupuk yang berbeda-beda memberikan peningkatan pertumbuhan populasi yang berbeda. *C. ceratosporum* pada penelitian ini tidak mengalami fase adaptasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Indarmawan *et al.* (2012) bahwa *C. ceratosporum* memiliki

fase adaptasi relatif cepat. Fase adaptasi tidak terjadi jika kondisi media kultur sudah sesuai dengan lingkungan sebelumnya.

Pertumbuhan *C. ceratosporum* pada penelitian mulai menunjukkan fase eksponensial pada awal kultur sampai hari kelima. Menurut Suantika dan Hendramandi (2009), fase eksponensial terjadi ketika nutrisi, pH dan intensitas cahaya pada medium masih dapat memenuhi kebutuhan mikroalga. Lebih lanjut Jati *et al.* (2012) menyatakan bahwa, fase eksponensial ditandai dengan peningkatan jumlah sel dan perubahan warna kultur menjadi lebih pekat. Puncak pertumbuhan (stasioner) *C. ceratosporum* seluruh perlakuan terjadi pada hari keenam hingga hari ketujuh. Fase stasioner terjadi karena jumlah pertumbuhan sel semakin banyak, namun kandungan nutrisi dalam media kultur semakin menurun. Hal ini sesuai dengan Kawaroe *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa, pada fase stasioner ditandai dengan rendahnya tingkat nutrisi pada media kultur yang menyebabkan pertumbuhan mikroalga seimbang dengan laju kematian. Menurut Setyaningsih *et al.* (2009), fase stasioner merupakan fase pertumbuhan yang konstan, hal ini dikarenakan nutrisi pada media kultur semakin berkurang dan populasi semakin padat.

Kepadatan sel setiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 7. Kepadatan sel *C. ceratosporum* tertinggi diperoleh pada perlakuan D dengan nilai rata-rata kepadatan sel sebesar $54,30 \times 10^5$ sel/ml diikuti perlakuan C ($49,60 \times 10^5$ sel/ml), kemudian perlakuan B ($47,67 \times 10^5$ sel/ml) dan terakhir adalah perlakuan A ($36,63 \times 10^5$ sel/ml).

Konsentrasi terbaik yang dapat menghasilkan kepadatan sel *C. ceratosporum* tertinggi adalah perlakuan D dengan konsentrasi pupuk fermentasi air cucian beras yang ditambah urea adalah 45 ml/L. Kepadatan sel tertinggi pada perlakuan D tersebut diduga karena konsentrasi pada perlakuan D dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dari *C. ceratosporum*. Menurut Hermanto *et al.*

(2011) selain kondisi lingkungan di dalam media kultur faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga adalah konsentrasi nutrisi dalam media kultur. Nutrisi yang terlalu sedikit akan menyebabkan pertumbuhan dari mikroalga menjadi lambat sehingga mengakibatkan jumlah kepadatan sel menurun.

Penurunan pertumbuhan pada semua perlakuan terjadi hari kedelapan hingga hari kesebelas, hal ini bisa terjadi karena nutrisi pada media kultur telah dimanfaatkan dengan baik pada fase sebelumnya. Menurut penelitian Iriwanas (2010), penurunan jumlah kepadatan sel diakibatkan karena ketersediaan nutrisi dalam medium semakin berkurang dengan semakin meningkatnya jumlah kepadatan sel yang hidup dan memanfaatkan nutrisi tersebut.

Fase kematian pada semua perlakuan terjadi pada hari kedua belas yang ditandai dengan menurunnya kepadatan sel dari *C. ceratosporum* yang lebih besar dari fase stasioner. Kematian sel dapat dikarenakan mulai berkurangnya nutrisi yang tersedia pada media kultur dan perubahan kualitas air yang semakin memburuk, sehingga menyebabkan sel tidak mampu melakukan pertumbuhan. Menurut Suminto (2005), fase kematian terjadi ketika nutrisi dan kualitas air media kultur semakin menurun serta kemampuan sel yang sudah tua untuk melakukan metabolisme. Hal ini biasanya ditandai dengan penurunan jumlah sel yang cepat dan terjadi perubahan warna air pada media kultur, terjadi buih dipermukaan, warna memudar dan terdapat gumpalan sel alga yang mengendap didasar wadah kultur.

Rerata laju pertumbuhan spesifik *C. ceratosporum* setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 dan untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil laju pertumbuhan spesifik kemudian dilakukan uji sidik ragam (Lampiran 9) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan spesifik *C. ceratosporum*. Hasil dari perhitungan sidik ragam menunjukkan F

hitung > F tabel 1% > F tabel 5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini berhasil menolak H_0 dan menerima H_1 . Uji sidik ragam kemudian dilakukan uji BNT (Lampiran 9) untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan.

Tabel 1. Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik *C. ceratosporum*

Perlakuan	Ulangan			Rerata(/hari)	Notasi
	1	2	3		
A	0,465	0,457	0,448	0,457±0,008	a
B	0,475	0,482	0,493	0,484±0,009	b
C	0,484	0,490	0,482	0,485±0,004	b
D	0,501	0,497	0,522	0,507±0,013	c

Keterangan: A = 1 ml/L
 B = 25 ml/L
 C = 35 ml/L
 D = 45 ml/L

Berdasarkan data hasil pengamatan yang terlihat pada Tabel 1 dengan pemberian dosis yang berbeda menunjukkan hasil laju pertumbuhan spesifik yang berbeda-beda pula. Laju pertumbuhan spesifik terbaik didapat pada perlakuan D sebesar 0,507/hari dilanjut perlakuan C sebesar 0,485/hari, perlakuan B sebesar 0,484/hari dan terendah pada perlakuan A yaitu sebesar 0,457/hari. Menurut Hermanto *et al.* (2011), besarnya kepadatan sel akan mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik mikroalga. Adanya ketersediaan unsur nutrisi baik mikro maupun makro dalam media kultur akan dapat mempercepat pertumbuhan sel. Lebih lanjut penelitian yang dilakukan Chilmawati dan Suminto (2008) menunjukkan bahwa, nutrisi yang terkandung dalam media kultur akan mempengaruhi pertumbuhan dari mikroalga. Nutrien tersebut nantinya akan dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, dimana hasilnya akan digunakan untuk pertumbuhan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan B, C, dan D berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A. Perlakuan C tidak berbeda nyata pada perlakuan B dan

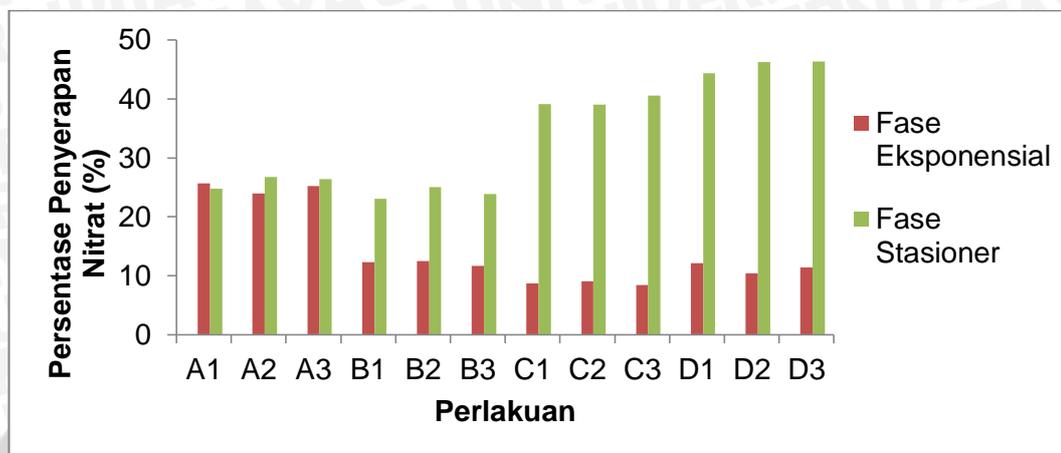
perlakuan D berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C. Pemberian notasi ini dilakukan untuk memberikan penjelasan bahwa penggunaan fermentasi air cucian beras yang ditambah urea sebagai media kultur *C. ceratosporum* terdapat perbedaan laju pertumbuhan spesifik pada masing-masing perlakuan.

Peningkatan laju pertumbuhan spesifik kemudian dilakukan perhitungan *doubling time* (waktu penggandaan sel). Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan mikroalga untuk mengalami pembelahan. Data perhitungan *doubling time* dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil *doubling time* pada penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan A memiliki waktu penggandaan terlama yaitu 36,4 jam, diikuti dengan perlakuan B 34,4 jam, perlakuan C 34,3 jam dan perlakuan D 32,8 jam. Hasil tersebut termasuk memiliki waktu penggandaan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan penelitian Safitri *et al.* (2013) menggunakan limbah kompos daun lamtoro dan daun angkana yang menghasilkan *doubling time* lebih lama yaitu 49,2 - 54,7 jam.

Perbedaan fase pertumbuhan dan laju pertumbuhan spesifik juga memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap serapan nitrat dan fosfat pada masing-masing perlakuan. Nitrat dan fosfat merupakan salah satu nutrisi yang digunakan *C. ceratosporum* untuk melakukan pertumbuhan. Data pengukuran nitrat dan fosfat (Lampiran 11 dan Lampiran 12) telah menunjukkan terjadi penurunan kandungan nitrat dan fosfat dari awal kultur hingga fase stasioner. Hal ini membuktikan bahwa pada penelitian ini *C. ceratosporum* memanfaatkan nitrat dan fosfat pada media kultur tersebut untuk pertumbuhannya.

Nitrat adalah salah satu bentuk senyawa nitrogen yang digunakan untuk sintesa protein oleh mikroalga. Kandungan nitrat yang berlebih akan menghambat biosintesa dari mikroalga tersebut (Ali, 2013). Kandungan nutrisi P yang berlebih maupun kurang dapat berdampak negatif pada pertumbuhan sel.

Konsentrasi P berlebih maka akan menghambat proses asimilasi senyawa P bagi pertumbuhan (Indarmawan *et al.*,2012). Adapun grafik serapan nitrat dan fosfat dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut.



Gambar 6. Penyerapan Nitrat pada Dosis Pupuk yang Berbeda

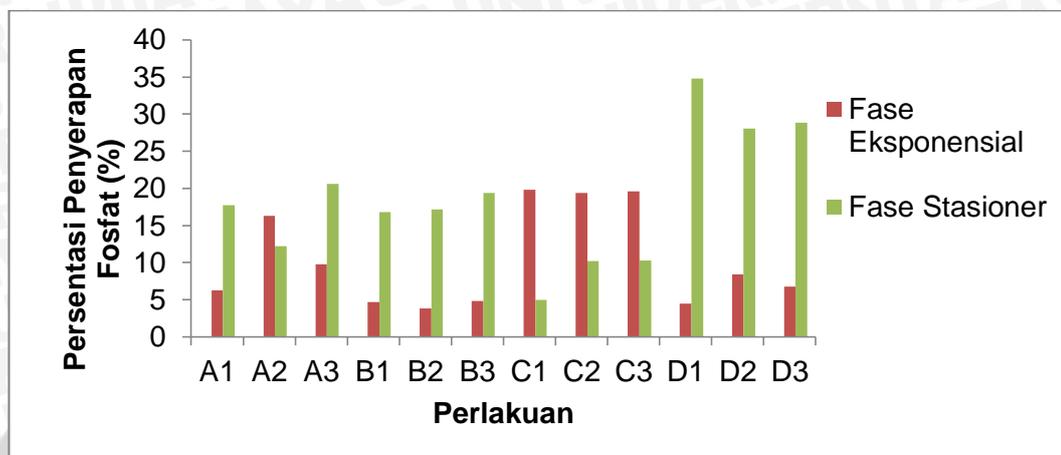
Keterangan: a. A-D = Perlakuan
b. 1-3 = Ulangan

Gambar 6. menunjukkan terdapat perbedaan serapan nitrat pada masing-masing perlakuan. Serapan nitrat tertinggi diperoleh pada perlakuan D yaitu dengan rerata penyerapan nitrat sebesar 56,96%, kemudian diikuti oleh perlakuan A sebesar 50,90%, perlakuan C sebesar 48,28% dan terakhir adalah perlakuan B sebesar 36,13%.

Nitrat merupakan unsur penting yang dibutuhkan oleh setiap organisme air khususnya mikroalga seperti *C. ceratosporum* untuk pertumbuhannya, namun jika nitrat pada media kultur berlebihan juga akan menyebabkan permasalahan kualitas air. Widianingsih *et al.* (2008) menyatakan bahwa, kandungan nitrat di perairan akan meningkat bila terjadi penguraian atau perombakan sel dari organisme yang sudah mati. Kandungan nitrat optimal untuk pertumbuhan mikroalga pada kisaran 0,9 - 3,5 mg/L.

Proses fotosintesis memerlukan unsur fosfat yang berguna dalam transformasi energi. Unsur fosfat ini nantinya dimanfaatkan oleh mikroalga

sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas di dalam sel, seperti proses fotosintesis dan respirasi (Dianursanti, 2012). Adapun grafik penyerapan fosfat dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Penyerapan Fosfat Pada Dosis Pupuk yang Berbeda

Keterangan : A-D = Perlakuan
1-3 = Ulangan

Serapan fosfat tertinggi didapat pada perlakuan D sebesar 37,10% diikuti dengan perlakuan C 28,08%, perlakuan A 27,64% dan terakhir perlakuan B 22,24%. Menurut Widianingsih *et al.* (2011), fosfat pada media kultur akan berkurang, hal ini dikarenakan mikroalga memanfaatkan fosfat untuk pertumbuhannya. Hasil pengukuran fosfat pada penelitian ini masih tergolong pada kisaran yang baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agung *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa, konsentrasi optimal untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar 0,27 - 5,51 mg/L, dan jika kandungan dari fosfat tersebut kurang dari 0,02 mg/L maka akan menjadi faktor pembatas.

4.2 Biomassa *C. ceratosporum*

C. ceratosporum akan melakukan fotosintesis untuk mengubah energi cahaya menjadi senyawa karbon untuk melakukan pertumbuhannya. Salah satu faktor yang dapat meningkatkan biomassa adalah lama penyinaran. Besar kecilnya laju pertumbuhan spesifik dan produksi biomassa tergantung pada lama

penyinaran yang diberikan. Semakin lama penyinaran yang diberikan, maka semakin besar pula laju pertumbuhan dan biomassa dan sebaliknya (Dianursanti, 2012).

Rerata biomassa *C. ceratosporum* setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2 dan data perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 13. Data tersebut kemudian dilakukan uji sidik ragam (Lampiran 14) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap biomassa *C. ceratosporum*.

Hasil dari perhitungan sidik ragam menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel 1\%} > F_{tabel 5\%}$ (berbeda sangat nyata), sehingga dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini berhasil menolak H_0 dan menerima H_1 . Uji sidik ragam kemudian dilakukan uji BNT (Lampiran 14) untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan.

Tabel 2. Rerata Biomassa *C. ceratosporum*

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (g/L)	Notasi
	1	2	3		
A	0,432	0,398	0,402	0,411±0,018	a
B	0,594	0,624	0,612	0,610±0,015	b
C	0,608	0,638	0,608	0,618±0,017	b
D	0,614	0,642	0,666	0,641±0,026	b

Keterangan: A = 1 ml/L
B = 25 ml/L
C = 35 ml/L
D = 45 ml/L

Berdasarkan hasil pengamatan terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa biomassa tertinggi didapat pada perlakuan D dengan rerata biomassa sebesar 0,641 g/L, selanjutnya perlakuan C sebesar 0,618 g/L, kemudian perlakuan B sebesar 0,610 g/L dan yang terakhir adalah perlakuan A sebesar 0,411 g/L. Berdasarkan penelitian Setyaningsih *et al.* (2012), *C. ceratosporum* yang dikultur dengan penyinaran 24 jam menghasilkan biomassa terendah sebesar 0,52 g/L dan tertinggi adalah 1,76 g/L. Hal ini lebih tinggi dibanding dengan penyinaran 12 jam yang hanya menghasilkan biomassa sebesar 0,50 g/L.

Tingginya produksi biomassa pada perlakuan D diduga dipengaruhi oleh nutrisi yang ada di media kultur lebih besar dibanding dengan perlakuan lainnya. Sartika *et al.* (2014) menyatakan bahwa, selain cahaya faktor lain yang dapat mempengaruhi biomassa adalah komposisi dari media kultur tersebut. Lebih lanjut Abdurrachman *et al.* (2013) menyatakan bahwa, laju pertumbuhan yang optimal akan menghasilkan produktivitas biomassa yang optimal. Mikroalga yang mampu memanfaatkan nutrisi secara optimal akan memiliki laju pertumbuhan tertinggi sehingga biomassa akan meningkat lebih cepat.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan B, C dan D berbeda sangat nyata pada perlakuan A namun perlakuan D tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik didapat pada perlakuan D dengan dosis pupuk 45 ml/L mampu meningkatkan rerata biomassa dari *C. ceratosporum* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A, B dan C.

4.3 Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Data pengamatan suhu pada media kultur dari *C. ceratosporum* selama pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 15. Hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar antara 27,2 - 27,9 °C menunjukkan suhu layak untuk pertumbuhan *C. ceratosporum*. Hal ini sesuai dengan pendapat Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) yang menyatakan bahwa kisaran optimum untuk pertumbuhan mikroalga umumnya adalah 25 - 30 °C. Suhu secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dari mikroalga. Umumnya pada kondisi laboratorium, perubahan suhu air dipengaruhi oleh suhu ruangan dan intensitas cahaya, namun pada kultur mikroalga skala massal yang dilakukan di luar ruangan, suhu dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Lebih lanjut Handoko *et al.* (2013) menyatakan bahwa, umumnya laju fotosintesis dari fitoplankton akan

meningkat dengan meningkatnya suhu perairan, tetapi akan menurun secara drastis setelah mencapai titik pada suhu tertentu.

4.3.2 pH (Derajat Keasaman)

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) selama penelitian pada media kultur *C. ceratosporum* dengan menggunakan dosis pupuk yang berbeda-beda berkisar 7,03 - 8,38. Nilai pH tersebut masih dalam kisaran yang optimal untuk kelangsungan pertumbuhan dari *C. ceratosporum*. Menurut Ali (2013), beberapa mikroalga akan tumbuh pada kisaran pH 7 - 8. Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan dari pH di dalam air adalah ketersediaan CO₂ yang terlarut di dalam air dan adanya hasil respirasi dari mikroorganisme. Adapun hasil penelitian lebih lanjut dapat dilihat pada Lampiran 15.

4.3.3 DO

Oksigen yang terlarut di dalam air merupakan faktor penting untuk pertumbuhan *C. ceratosporum*, karena secara langsung oksigen terlarut tersebut dipakai sebagai bahan untuk proses fotosintesis. Selama penelitian berlangsung, untuk mensuplai oksigen yang terlarut di dalam media kultur peneliti menggoyang-goyangkan tabung kultur dan menggunakan aerator. Fungsi aerator selain menyuplai oksigen juga berfungsi sebagai pengaduk media agar tidak terjadi pengendapan mikroalga dan bahan organik di dasar media kultur. Adapun hasil pengukuran oksigen terlarut pada media kultur *C. ceratosporum* selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 15.

Hasil pengukuran nilai oksigen terlarut selama 12 hari pengamatan pada masing-masing perlakuan berkisar antara 6,11 - 6,84. Data tersebut menunjukkan fluktuasi DO sehingga masih dalam kisaran optimum untuk pertumbuhan mikroalga. Menurut Dewi dan Yosar (2009), oksigen yang terlarut di dalam perairan yang kurang produktif adalah berkisar antara 3 - 5 mg/L,

sedangkan kisaran produktifitas tinggi 6 - 7 mg/L dan di atas 7 memiliki produktifitas yang sangat tinggi.

4.3.4 Salinitas

Menurut Supriyantini (2013), salinitas merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan dalam perkembangan fitoplankton terutama dalam hal mempertahankan tekanan osmosis dari sel alga. Hasil pengukuran salinitas pada media kultur *C. ceratosporum* lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 15. Pengamatan pengukuran salinitas pada masing-masing perlakuan pada awal penelitian adalah 30 ppt dan terus mengalami peningkatan hingga menjadi 35 ppt. Hal ini bisa terjadi karena adanya proses penguapan pada media kultur. Soedarsono *et al.* (2013) menyatakan bahwa, proses penguapan yang terjadi pada media kultur akan menyebabkan salinitas meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu ruangan akan mempercepat penguapan, sehingga media kultur kehilangan ion H_2O yang dapat meningkatkan nilai salinitas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh fermentasi air cucian beras yang ditambah urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum* diperoleh beberapa kesimpulan yaitu;

- Penelitian ini menunjukkan bahwa fermentasi air cucian beras yang ditambah urea berpengaruh terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum*.
- Dosis yang terbaik untuk laju pertumbuhan spesifik dan biomassa *C. ceratosporum* adalah 45 ml/L pada perlakuan D, untuk rerata laju pertumbuhan spesifik sebesar $0,507 \pm 0,013$ /hari dan rerata biomassa sebesar $0,641 \pm 0,026$ g/L dengan kepadatan sel $54,30 \times 10^5$ sel/ml.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh fermentasi air cucian beras yang ditambah urea terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. ceratosporum* didapatkan saran untuk menggunakan perlakuan dengan dosis terbaik 45 ml/L dan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk dosis yang lebih tinggi dari 45 ml/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, O., M. Mutiara dan L. Buchori. 2011. Pengikatan karbondioksida dengan mikroalga (*Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas* sp., *Spirulina* sp.) dalam upaya untuk meningkatkan kemurnian biogas. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. **2**(4): 212-216.
- Afifah, A.S. dan J. Hermana. 2013. Efek aerasi dan konsentrasi substrat pada laju pertumbuhan alga menggunakan sistem bioreaktor proses *bacth*. *Jurnal Teknik Pomits*. **2**(1): 1-5.
- Agung, G.I, M. Lutfi dan W.A. Nugroho. 2014. Pengaruh penambahan cahaya di malam hari terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. pada instalasi pengolahan limbah cair industri tahu tipe *recirculate raceway pond*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. **2**(3): 287-296.
- Ali, M. 2013. Degradasi Nitrat Limbah Domestik Dengan Alga Hijau (*Chlorella* sp.). UPN. Surabaya. 55 hlm.
- Arrokhman, S.,N. Abdulgani dan D. Hidayati. 2012. Survival rate ikan bawal bintang (*Trachinotus blochii*) dalam media pemeliharaan menggunakan rekayasa salinitas. *Jurnal Sains dan Seni*. **1**(1): 32-36.
- Boyd, C.E. 1988. Water Quality Warm water Fish Pond. Auburn University. Alabama. 359 pp.
- Bukhari. 2013. Pengaruh Pemberian pupuk organik dan air cucian beras terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tepung (*Solanum melongena* L.). *Sains Riset*. **3**(1): 1-8.
- Chilmawati, D dan Suminto. 2008. Penggunaan media kultur yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. *Jurnal Saintek Perikanan*. **4**(1): 42-49.
- Coutteau, P. 1996. Microalga in Lavens, P and P. Sorgeloos (Eds.), Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical. Roma. 295 pp.
- Creswell, L. 2010. Phytoplankton culture for aquaculture feed. Southern Regional Aquaculture Center. University of Florida Sea Grant. pp 16.
- Dewi, Y.S. dan Y.H. Gultom. 2008. *Pemanfaatan alga Chlorella sp. dan eceng gondok untuk menurunkan tembaga (Cu) pada industri pelapisan logam*. Seminar Tugas Akhir S1. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang. 1-6 hlm.
- Dianursanti. 2012. *Pengembangan sistem produksi biomassa Chlorella vulgaris dalam reaktor plat datar melalui optimasi pencahayaan menggunakan teknik viltrasi pada aliran kultur media*. Disertasi. Universitas Indonesia. 167 hlm.

- Djarajah, A.S. 1995. Pakan Ikan Alami. Kanisius. Yogyakarta. 87 hlm.
- Ekawati, A.W. 2005. Budidaya Makanan Alami. Diktat Kuliah. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. 98 hlm.
- Elfarisna, R.T. Puspitasari, Y. Suryati, dan N.T. Pradana. 2014. Isolasi mikroba yang dapat menghilangkan bau pada pupuk organik air limbah cucian beras. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*. **15**(2): 91-95.
- Fogg, G. E. and B. Thake. 1987. Alga Cultures and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press. pp. 219.
- Framegari, V., Nirwani dan G.W. Santosa. 2012. Studi herbivori rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) oleh ikan baronang *Sigarus* sp. pada salinitas yang berbeda. *Journal of Marine Research*. **1**(1): 48-53.
- Handoko, M. Yusuf dan S.Y. Wulandari. 2013. Sebaran nitrat dan fosfat dalam kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton di kepulauan Karimunjawa. *Buletin Oseanografi*. **2**: 48-53.
- Haryanti, K. Mahardika, I.G. Permana dan Fahrudin. 2010. *Kajian Bakteri Pemacu Pertumbuhan Mikroalga Sebagai Sumber Pakan Alami Pada Pembenihan Ikan dan Udang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Perikanan. Laporan Akhir. Jakarta. 38 hlm.
- Hasle. R.G., E.E. Syvertsen, K.A. Steidinger and K. Tangen. 2006. Identifying Marine Diatom and *Dinoflagellata*. Cambridge University Press. 252 pp.
- Herlinah. 2010. *Karakteristik Genetik Berbagai Spesies Chaetoceros Serta Analisis Pemanfaatannya Pada Perbenihan Udang Windu (Panaeus monodon)*. Kementerian Negara Riset Dan Teknologi. Laporan Akhir Jakarta. 46 hlm.
- Hermanto, M.B., Sumardi., L.C. Hawa dan S.M. Fiqtinovri. 2011. Perancangan bioreaktor untuk pembudidayaan mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian*. **12**(3): 153-162.
- Hutama, F.E., Supriharyono dan Haeruddin. 2015. Laju filtrasi kerang hijau (*Perna viridis*) terhadap *Skeletonema costatum* pada berbagai tingkat salinitas. *Journal of Maquares Management of Aquatic Resources*. **4**(1): 125-130.
- Indarmawan, T., A.S. Mubarak and G. Mahasri. 2012. Effect of *Azolla pinnata* fertilizer concentration on *Chaetoceros* sp. Population. *Journal of Marine and Coastal Science*. **1**(1): 61-70.
- Iriswanas. A.Z.T. 2010. *Dampak pemberian ion cu terhadap pertumbuhan fitoplankton Chaetoceros ceratosporum dalam medium conwy cair*. Skripsi. FMIPA. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Fitoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami untuk Organisme Laut. Kanisius. Yogyakarta. 115 hlm.

Janssen, M., T. C. Kujipers, B. Veldhoen, M. B. Ternbach, J. Tramper, L. R. Mur and R. H. Wijffels. 1999. Specific growth rate of *Chlamydomonas reinhardtii* and *Chlorella sorokiniana* under medium duration light/dark cycles. 13-87s. *Journal Biotechnol.* **70**: 323-333.

Jati, F., J. Hutabarat dan V.E. Herawati. 2012. Pengaruh penggunaan dua jenis media kultur teknis yang berbeda terhadap pola pertumbuhan, kandungan protein dan asam lemak omega 3 EPA. *Jurnal Manajemen Akuakultur dan Teknologi.* **1**(1): 221-235.

Jamilah dan N. Safridar. 2012. Pengaruh dosis urea, arang aktif dan zeolit terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrista.* **16**(3): 153-162.

Kalsum, U., S. Fatimah dan C. Wasonowati. 2011. Efektivitas pemberian air leri terhadap pertumbuhan dan hasil jamur tiram putih. *Agrovigor.* **4**(2): 86-92.

Kawaroe, M., T. Prartono, A. Sunuddin, D.W. Sari dan D. Agustine. 2010. Mikroalga Potensi dan Pemanfaatan untuk Produksi Bio Bahan Bakar. IPB Press. Bogor. 147 hlm.

Lante, S dan Herlinah. 2015. Pengaruh Pakan Alami *Chaetoceros* spp. terhadap perkembangan dan sintasan larva udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Riset Akuakultur.* **10**(3): 389-396.

Leonardos, N. and R.J. Geider. 2004. Effects of nitrat, phosphate supply ratio and irradiance on the C:N:P Stoichiometry of *Chaetoceros muelleri*. *European. Journal of Phycology.* **39**: 173-180.

Lutama, D., S. Winarso dan T.C. Setiawati. 2012. Uji efektifitas pertumbuhan *Spirullina* sp. pada limbah cair tahu yang diperkaya urea dan super phosphat 36 (SP 36). *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian.* **1**(1): 1-5.

Kuo, C. M., T. Y. Chen, T. H. Lin, C. Y. Kao, J. T. Lai, J. S. Chang, and C. S. Lin. 2015. Cultivation of *Chlorella* sp. GD using piggery waste water for biomass and lipid production. *Bioresource Technology.* **194**: 326-333.

Mulyanto, A. 2010. Mikroalga (*Chlorella* sp.) sebagai agensia penambat gas karbondioksida. *Jurnal Hidrosfir Indonesia.* **5**(2): 13-23.

Parson, T.R., K. Stephens and J.D.H. Strickland. 1961. On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankters. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada.* **18**(6): 1001-1016.

Parson, T.R., M. Takahashi and B. Hargrave. 1984. Biological Oceanographic Processes. 3rd edition. Pergamon Press. Oxford. 323 pp.

Potter, N.N. and J.H. Hotchkiss. 1995. Fermentation and Other Uses of Microorganism. Springer. US. pp 14.

Purwitasari, A.T., M.A. Alamsyah dan B.S. Rahandja. 2012. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh (asam-2,3-diklorofenoksiasetat) terhadap

pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Journal of Marine and Coastal Science*. **1**(2): 61-70

Puspitasari, R.T. 2003. Fermentasi Alami Limbah Cucian Air Beras Sebagai Pupuk Hayati Anggrek *Dendrobium* sp. pada Fase Vegetatif. Abstrak Prosiding SIMPOSIUM Nasional dan Kongres PERAGI VIII. Bandar Lampung. 30 hlm.

Puspitasari, R.T., Elfarisna, Y. Suryati, and N. T. Pradana. 2015. Liquid organic fertilizer used microbial from local inoculant. International Conference and Workshop on Basic Applied Sciences. Surabaya. 19 pp.

Safitri, A., H. Fitrihidayati dan Wisanti. 2013. Pemanfaatan kompos daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan daun angkana (*Pterocarpus indicus*) sebagai media kultur pertumbuhan populasi *Chaetoceros calcitrans*. *Lentera Biologi*. **2**(3): 211-216.

Santi, S.S. 2008. Kajian pemanfaatan limbah nilam untuk pupuk cair organik dengan proses fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. **2**(2): 170-174.

Setyaningsih, I., L. Hardjito dan D. Monintja. 2009. Pola pertumbuhan *Chaetoceros gracilis* dalam medium NPSI dan produksi antibakteri. *Jurnal Kelautan Nasional*. **2**: 59-67.

Setyaningsih, I., Desniar dan E. Purnamasari. 2012. Antimikroba dari *Chaetoceros gracilis* yang dikultivasi dengan lama penyinaran berbeda. *Jurnal Akuatik*. **3**(2): 180-189.

Soedarsono, P., S.Rudiyanti dan N.Sukmawati. 2013. Analisis perbandingan fitoplankton dominan pada peningkatan salinitas dalam tahapan pembuatan garam dan kultur skala laboratorium. *Jurnal Manajemen dan Sumberdaya Perairan*. **2**(3): 1-10.

Suantika, G dan D. Hendrawandi. 2009. Efektivitas teknik kultur menggunakan system kultur statis, semi kontinyu, dan kontinyu terhadap produktivitas dan kualitas kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Matematika dan Sains*. **14**(2): 41-50.

Subiyanto, I. 1999. Metodologi Penelitian. Unit Penerbit dan Percetakan Akademi Manajemen Perusahaan YKPN. Yogyakarta. 272 hlm.

Suminto. 2005. Budiaya Pakan Alami Mikroalga dan Rotifera. Buku Ajar Mata Kuliah Pakan Alami. Universitas Diponegoro. 72 hlm.

Supriyantini, E. 2013. Pengaruh salinitas terhadap kandungan nutrisi *Skeletonema costatum*. *Buletin Oseanografi*. **2**: 51-57.

Tapehe, Y. 2015. Statistika dan Rancangan Percobaan. EGC. Jakarta. 144 hlm.

Wahyudi, P. 1999. Chorella: Mikroalga sumber protein sel tunggal. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. **1**(5): 35-41.

Widianingsih., A. Ridho., R. Hartati dan Harmoko. 2008 Kandungan r *Spirulina platensis* yang dikultur pada media yang berbeda. *Kelautan*. **13**(3): 167-170.

Widianingsih., R. Hartati., H. Endrawati., E.Yudiati dan V.R. Iriani. 2011. Pengaruh pengurangan konsentrasi nutrisi fosfat dan nitrat terhadap kandungan lipid total *Nannochloropsis oculata*. *Ilmu Kelautan*. **16**(1): 24-29.



LAMPIRAN

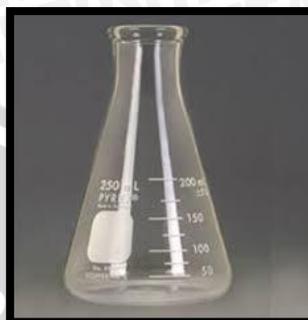
Lampiran 1. Gambar Alat dan Bahan Penelitian



(pH Meter)



(DO meter)



Erlenmeyer



(Handtally counter)



(Mikroskop)



(Haemocytometer)



(Spektrofotometer)



(Hotplate)



(Bola hisap)



(Pipet volume)



(Aerator)



(Pipet tetes)

(Lanjutan)



(Toples)



(Lampu 30 watt)



(Oven)



(Kulkas)



(Ember)



(Timbangan analitik)



(Desikator)



(Washing bottle)



(Gelas ukur)



(Inokulan *C. ceratosporum*)



(Beras varietas IR 64)



(Kresek hitam)

(Lanjutan)



(Pupuk Urea)



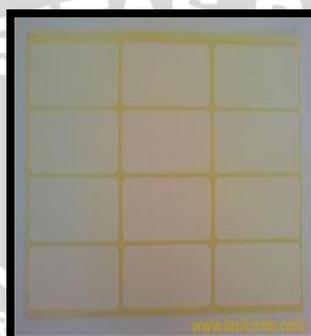
(Alkohol 70%)



(Akuades)



(Kapas)



(Kertas label)



(Plastik bening)



(Karet gelang)



(Pupuk diatom)



(Alumunium foil)

Lampiran 2. Komposisi Pupuk Diatom

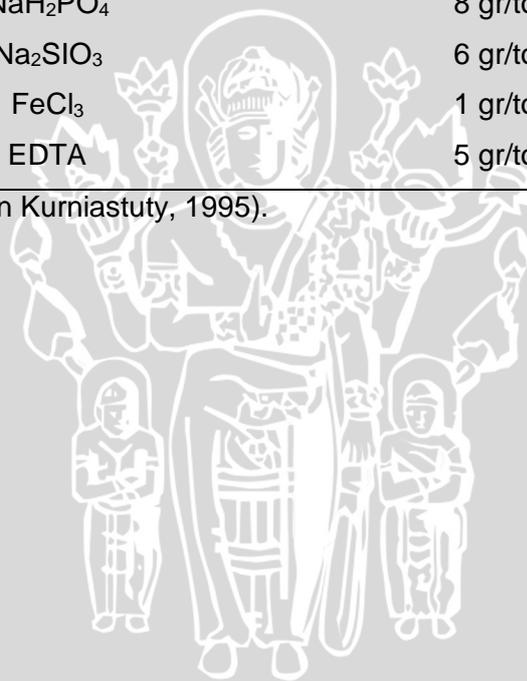
Skala Laboratorium

Bahan	Jumlah
KNO_3	80-100 mg/L
NaH_2PO_4	10-15 mg/L
NaSiO_4	10-15 mg/L
FeCl_3	5- 105 mg/L
EDTA	5 -10 mg/L

Skala Massal

Bahan	Jumlah
Urea	60 gr/ton
NaH_2PO_4	8 gr/ton
Na_2SiO_3	6 gr/ton
FeCl_3	1 gr/ton
EDTA	5 gr/ton

(Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).



Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan Urea

➤ Diketahui kandungan air cucian beras yang difermentasi selama 2 minggu

- Jumlah Nitrat = 24, 96 mg/L
- Jumlah Amonia = 25, 66 mg/L
- Jumlah Fosfat = 76,92 mg/L

Jika diketahui kadar nitrogen dalam air cucian beras yang difermentasi selama 2 minggu

- N dalam NH_3 diketahui Ar N = 14, Ar H = 1

$$\begin{aligned} \text{N} &= \frac{\text{Ar N}}{\text{Mr NH}_3} \times \text{Jumlah NH}_3 \\ &= \frac{14}{17} \times 25, 66 \\ &= 21, 132 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- N dalam NO_3 diketahui Ar N = 14, Ar O = 16

$$\begin{aligned} \text{N} &= \frac{\text{Ar N}}{\text{Mr NO}_3} \times \text{Jumlah NO}_3 \\ &= \frac{14}{62} \times 24, 96 \\ &= 5, 636 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan total nitrogen dalam air cucian beras yang difermentasi selama 2 minggu adalah $\text{N}(\text{NH}_3) + \text{N}(\text{NO}_3) = 21, 132 + 5, 636 = 26, 768 \text{ mg/L}$.

➤ Diketahui kadar P dalam air cucian beras yang difermentasi selama 2 minggu.

- P dalam PO_4 (Ar P = 31, Ar O = 16)

$$\begin{aligned} \text{P} &= \frac{\text{Ar P}}{\text{Mr PO}_4} \times \text{Jumlah PO}_4 \\ &= \frac{31}{95} \times 76,92 \\ &= 25, 1 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

(Lanjutan)

Jika diketahui hasil perhitungan N = 26, 768 mg/L dan P = 25, 1 mg/L, maka perbandingan (N : P) adalah (1,07 : 1). Akan tetapi, N : P rasio optimum untuk mikroalga laut adalah 16 : 1 (Leonardos dan Geider, 2007), sehingga diperlukan penambahan unsur N dari luar, dalam hal ini ditambah dengan urea (kadar nitrogen 46%). Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

- N dalam air cucian beras yang difermentasi yaitu 26, 768 mg/L, P sebesar 25,1 mg/L. Agar unsur N 16 kali dari P, maka $P(25,1 \text{ mg/L}) \times 16 = 401, 6 \text{ mg/L}$. Hal ini berarti N yang diinginkan dalam larutan fermentasi air cucian beras yang ditambah urea adalah 401, 6 mg/L, sedangkan P yaitu 25, 1 mg/L dengan N : P rasio sebesar 16 : 1.

- Adapun kebutuhan N yang harus ditambahkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N &= 401, 6 \text{ mg/L} - 26, 768 \text{ mg/L} \\ &= 374, 832 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Adapun kebutuhan urea (kadar N 46%) adalah sebagai berikut:

$$46 \% \times b = 374, 832 \text{ mg/L}$$

$$\frac{46}{100} \times b = 374, 832 \text{ mg/L}$$

$$46 b = 374, 832 \times 100$$

$$b = \frac{37483,2}{46}$$

$$= 0, 8148 \text{ g/L}$$

Jadi dalam 1 liter larutan fermentasi air cucian beras yang difermentasi selama 2 minggu harus ditambahkan 0, 8148 g/L urea.

Lampiran 4. Perhitungan Dosis yang digunakan dari Pupuk Fermentasi Air Cucian Beras yang ditambah dengan Urea

Diketahui : N = 401,6 mg/L

Ditanya : Dosis yang dibutuhkan jika N yang diinginkan 10 mg/L, 14 mg/L, 18 mg/L

Jawab :

a. N = 10

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

$$V_1 \times 401,6 = 1.000 \times 10$$

$$V_1 = 10.000 / 401,6$$

$$V_1 = 25 \text{ ml/L}$$

b. N = 14

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

$$V_1 \times 401,6 = 1.000 \times 14$$

$$V_1 = 14.000 / 401,6$$

$$V_1 = 35 \text{ ml/L}$$

c. N = 18

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

$$V_1 \times 401,6 = 1.000 \times 18$$

$$V_1 = 18.000 / 401,6$$

$$V_1 = 45 \text{ ml/L}$$

Jika diketahui dosis fermentasi air cucian beras yang ditambah urea adalah 25 ml/L, 35 ml/L dan 45 ml/L dan kandungan P dalam fermentasi air cucian beras adalah 25,1 mg/L, maka kandungan unsur P dalam dosis tersebut adalah:

a. 25 ml/L

$$\begin{aligned} P &= \frac{25}{1000} \times 25,1 \\ &= 0,627 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. 35 ml/L

$$\begin{aligned} P &= \frac{35}{1000} \times 25,1 \\ &= 0,878 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c. 45 ml/L

$$\begin{aligned} P &= \frac{45}{1000} \times 25,1 \\ &= 1,129 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Cara Kerja Oven

1. Pasang kabel pada stop kontak dengan aliran listrik 220 volt. Kemudian cek dan bersihkan bagian dalam oven
2. Tekan tombol *on/off*
3. Tekan tombol 2 panah ▲▼ sampai muncul A-W
4. Tekan tombol 2 panah ▲▼ sampai muncul AUTO
5. Untuk mengatur suhu tekan ©/menu sampai muncul SPI (*set point*). Tekan ▲▼ sesuai suhu yang dikehendaki. Oven siap digunakan
6. Untuk mematikan oven, tekan tombol *on/off* dan keluarkan alat atau bahan yang telah selesai dioven. Kemudian, cabut kabel dari stop kontak



Lampiran 6. Cara Kerja Timbangan Analitik

1. Sambungkan kabel pada stop kontak, dan pastikan *water pass* pada posisi tengah
2. Beban neraca analitik maksimal 220 gram dan minimum 10 mg (termasuk wadah). Tekan tombol *on/off* untuk menghidupkan timbangan
3. Tekan auto cal untuk mengkalibrasi timbangan sampai keluar angka 0,0000. Letakkan wadah yang dipakai untuk menimbang
4. Kemudian tekan tombol merah dan tunggu sampai monitor meunjukkan angka 0. Letakkan bahan yang akan ditimbang pada wadah
5. Setelah selesai menimbang tekan *on/off* untuk mematikan timbangan. Kemudian cabut kabel pada stop kontak dan tutup kembali penutup kacanya



Lampiran 7. Data Pertumbuhan *C. ceratosporum* x 10⁵

Perlakuan	Hari												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A1	1,40	3,60	6,65	11,50	17,20	24,50	30,30	36,30	36,20	32,30	17,80	13,80	7,34
A2	1,50	3,75	6,33	11,60	16,90	23,30	30,60	36,70	35,90	32,80	16,90	12,78	7,21
A3	1,60	3,82	6,73	10,30	17,70	24,90	31,00	36,90	35,40	33,00	16,70	11,89	7,13
Rata-rata	1,50	3,72	6,57	11,13	17,27	24,23	30,63	36,63	35,83	32,70	17,13	12,82	7,23
B1	1,70	3,20	10,90	16,80	23,50	33,20	44,10	47,31	47,12	43,30	26,20	16,54	8,34
B2	1,65	3,30	10,80	16,60	22,80	33,30	43,40	48,30	48,19	45,70	26,60	16,48	8,25
B3	1,50	3,50	9,20	16,30	23,60	33,80	44,90	47,40	47,19	44,60	25,90	15,79	7,97
Rata-rata	1,62	3,33	10,30	16,57	23,30	33,43	44,13	47,67	47,50	44,53	26,23	16,27	8,19
C1	1,68	7,90	14,30	23,10	29,20	39,20	44,60	49,80	48,80	46,70	23,40	17,87	9,45
C2	1,60	7,10	14,20	22,60	29,40	38,90	45,30	49,30	48,30	46,20	24,20	18,32	9,53
C3	1,70	7,40	14,50	23,70	29,60	39,60	43,90	49,70	47,80	45,60	23,20	17,84	9,46
Rata-rata	1,66	7,47	14,33	23,13	29,40	39,23	44,60	49,60	48,30	46,17	23,60	18,01	9,48
D1	1,60	2,80	10,50	18,78	26,60	39,80	47,00	53,50	50,20	47,90	32,70	22,43	11,34
D2	1,70	2,70	10,60	17,70	26,80	39,20	47,20	55,20	52,80	48,00	33,50	22,33	11,21
D3	1,40	2,60	10,70	18,70	26,20	39,80	47,70	54,20	51,80	46,00	33,50	22,24	11,13
Rata-rata	1,57	2,70	10,60	18,39	26,53	39,60	47,30	54,30	51,60	47,30	33,23	22,33	11,23

Lampiran 8. Data Perhitungan Logaritmik Pertumbuhan *C. ceratosporum*

Hari ke-	Perlakuan			
	A (1ml/L)	B (25 ml/L)	C (35 ml/L)	D (45 ml/L)
0	5,17	5,20	5,22	5,19
1	5,57	5,52	5,87	5,43
2	5,81	6,01	5,15	6,02
3	6,04	6,21	6,36	6,26
4	6,23	6,36	6,46	6,42
5	6,38	6,52	6,59	6,59
6	6,48	6,64	6,64	6,67
7	6,56	6,67	6,69	6,73
8	6,55	6,67	6,68	6,71
9	6,51	6,64	6,66	6,67
10	6,23	6,41	6,37	6,52
11	6,10	6,21	6,25	6,34
12	5,85	5,91	5,97	6,05

Lampiran 9. Data Laju Pertumbuhan Spesifik *C. ceratosporum*

Perlakuan	Ulangan	Pertumbuhan (sel/mL)		μ (hari)
		X_1	X_2	
A	1	1,40	36,30	0,465049
	2	1,50	36,70	0,456759
	3	1,60	36,90	0,448315
B	1	1,70	47,31	0,475156
	2	1,65	48,30	0,482379
	3	1,50	47,40	0,493308
C	1	1,68	49,80	0,484174
	2	1,60	49,30	0,489703
	3	1,70	49,70	0,482197
D	1	1,60	53,50	0,501383
	2	1,70	55,20	0,497191
	3	1,40	54,20	0,522316

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

Keterangan adalah.

- μ = Laju pertumbuhan spesifik (hari⁻¹)
 X_1 = Kepadatan sel pada waktu t_1 (sel/ml)
 X_2 = Kepadatan sel pada waktu t_2 (sel/ml)
 t_1 = waktu awal (hari)
 t_2 = waktu pengamatan (hari)

Doubling Time

Perlakuan	Ulangan	<i>Doubling Time</i>	Rata-rata (jam)
A	1	35,77	36,43
	2	36,42	
	3	37,11	
B	1	35,01	34,41
	2	34,49	
	3	33,72	
C	1	34,36	34,28
	2	33,97	
	3	34,50	
D	1	33,18	32,83
	2	33,46	
	3	32,85	

Lampiran 10. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik *C. ceratosporum*

Perlakuan	1	2	3	Total Perlakuan	Rata-rata	Total ²
A	0,465	0,457	0,448	1,370	0,457	1,88
B	0,475	0,482	0,493	1,451	0,484	2,10
C	0,484	0,490	0,482	1,456	0,485	2,17
D	0,501	0,497	0,522	1,521	0,507	2,31
	Total			5,798		8,42

Perhitungan:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{N} = \frac{5,798^2}{12} = 2,801$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kuadrat (JK total)} &= \sum x_{ij}^2 - \text{FK} \\ &= (A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2) - \text{FK} \\ &= (0,465^2 + 0,457^2 + 0,448^2 + 0,475^2 + 0,482^2 + \\ &\quad 0,493^2 + 0,484^2 + 0,490^2 + 0,482^2 + 0,501^2 + \\ &\quad 0,497^2 + 0,522^2) - 2,801 \\ &= 0,0045 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum (\sum xi)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(TA^2 + TB^2 + TC^2 + TD^2)}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(1,3701^2 + 1,4508^2 + 1,4560 + 1,5209^2)}{3} - 0,0045 \\ &= 0,0038 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,0045 - 0,0038 \\ &= 0,0007 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{db Total} &= (n \times r) - 1 \\ &= (12 \times 3) - 1 = 35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{db Perlakuan} &= n - 1 \\ &= 4 - 1 = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{db Galat} &= \text{db Total} - \text{db Perlakuan} \\ &= 35 - 3 = 32 \end{aligned}$$

(Lanjutan). Tabel Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.hit.	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,0038	0,0013	14,5367**	4,07	7,59
Acak	8	0,0007	0,000087			
Total	11					

Keterangan : ** :berbeda sangat nyata

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} \\
 &= \frac{0,0013}{0,000087} \\
 &= 14,5367
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil sidik ragam di atas $F \text{ hitung} > F 1\% > F 5\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (**). Dari perhitungan tersebut kemudian dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Hasil Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned}
 SED &= \sqrt{\frac{2 \text{ KT Acak}}{\text{Ulangan}}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 0,000087}{3}} \\
 &= 0,0076
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t 5\% \times SED \\
 &= 2,306 \times 0,0076 \\
 &= 0,0176
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 1\% &= t 1\% \times SED \\
 &= 3,355 \times 0,0076 \\
 &= 0,0256
 \end{aligned}$$

(Lanjutan). Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Perlakuan	A	B	C	D	Notasi
A = 0,457	0,457	0,484	0,485	0,507	a
B = 0,484	0,027	-	-	-	b
C = 0,485	0,029	0,002	-	-	b
D = 0,507	0,050	0,023	0,022	-	c

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 11. Data Parameter Pengukuran Nitrat dan Persentase Serapannya

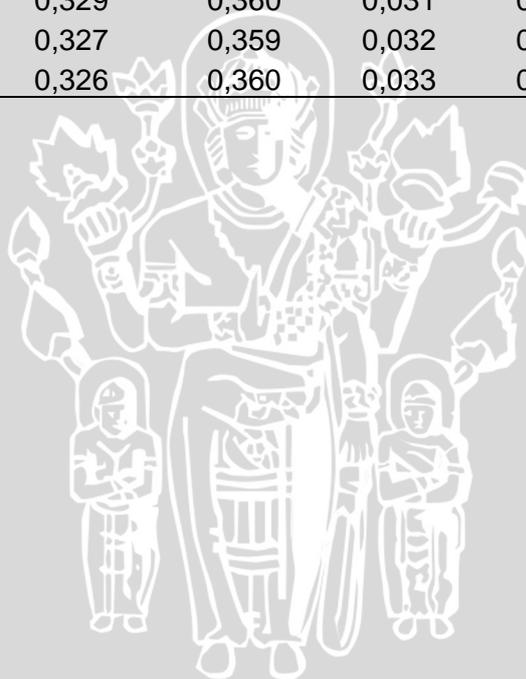
Perlakuan	Konsentrasi Nitrat (ppm)			N Terserap (%)		
	Awal	Eksponensial	Stasioner	Awal	Eksponensial	Stasioner
A	3,55	2,64	1,76	0	25,63	24,79
	3,51	2,67	1,73	0	23,93	26,78
	3,53	2,64	1,71	0	25,21	26,35
B	3,65	3,20	2,36	0	12,33	23,01
	3,67	3,21	2,29	0	12,53	25,07
	3,61	3,19	2,33	0	11,63	23,82
C	3,58	3,27	1,87	0	8,66	39,11
	3,54	3,22	1,84	0	9,04	38,98
	3,55	3,25	1,81	0	8,45	40,56
D	3,88	3,41	1,69	0	12,11	44,33
	3,83	3,43	1,66	0	10,44	46,21
	3,86	3,42	1,63	0	11,40	46,37

Lampiran 12. Data Hasil Pengukuran Fosfat dan Persentase Serapannya

Perlakuan	Konsentrasi Fosfat (ppm)			P Terserap (%)		
	Awal	Eksponensial	Stasioner	Awal	Eksponensial	Stasioner
A	0,96	0,9	0,73	0	6,25	17,71
	0,98	0,82	0,7	0	16,33	12,24
	1,02	0,92	0,71	0	9,81	20,59
B	1,07	1,02	0,84	0	4,67	16,82
	1,05	1,01	0,83	0	3,81	17,14
	1,03	0,98	0,78	0	4,85	19,42
C	1,01	0,81	0,76	0	19,80	4,95
	0,98	0,79	0,69	0	19,39	10,20
	0,97	0,78	0,68	0	19,59	10,31
D	1,12	1,07	0,68	0	4,46	34,82
	1,07	0,98	0,68	0	8,41	28,04
	1,04	0,97	0,67	0	6,73	28,85

Lampiran 13. Data Biomassa *C. ceratosporum*

Perlakuan	Ulangan	Berat Kering Kertas saring (B)	Berat kering Kertas saring+alga (B)	B-A	Rumus Biomassa (B-A)*1000/150	Rerata (g/L)
A	1	0,326	0,347	0,022	0,432	0,411
	2	0,328	0,348	0,020	0,398	
	3	0,329	0,349	0,020	0,402	
B	1	0,329	0,358	0,030	0,594	0,610
	2	0,327	0,358	0,031	0,624	
	3	0,328	0,359	0,031	0,612	
C	1	0,328	0,359	0,030	0,608	0,618
	2	0,327	0,358	0,032	0,638	
	3	0,328	0,358	0,030	0,608	
D	1	0,329	0,360	0,031	0,614	0,641
	2	0,327	0,359	0,032	0,642	
	3	0,326	0,360	0,033	0,666	



Lampiran 14. Sidik Ragam Biomassa *C. ceratosporum*

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
A	0,432	0,398	0,402	1,232	0,411
B	0,594	0,624	0,612	1,830	0,610
C	0,608	0,638	0,606	1,854	0,618
D	0,614	0,642	0,666	1,922	0,641
Total				6,838	

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{G^2}{n} \\ &= \frac{6,838^2}{12} \\ &= 3,8965 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2 - \text{FK} \\ &= 0,432^2 + 0,398^2 + 0,402^2 + \dots + 0,666^2 - 3,8965 \\ &= 0,1060 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{[(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2]}{3} - \text{FK} \\ &= \frac{(1,232)^2 + (1,830)^2 + (1,854)^2 + (1,922)^2}{3} - 3,8965 \\ &= 0,1028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,1060 - 0,1028 \\ &= 0,0031 \end{aligned}$$

Tabel Sidik Ragam Biomassa *C. ceratosporum*

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit.	F 5%	F 1 %
Perlakuan	3	0,1029	0,0343	88,4388**	4,07	7,59
Acak	8	0,0031	0,0004			
Total	11					

Keterangan : ** : berbeda sangat nyata

$$F \text{ Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{0,034285}{0,000388} = 88,43881$$



(Lanjutan)

Berdasarkan hasil sidik ragam di atas F hitung > F1% > F5%, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (**), oleh karena itu dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Hasil Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2 \text{ KT Acak}}{\text{Ulangan}}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 0,000388}{3}} \\ &= 0,016076 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t_{5\%} \times \text{SED} \\ &= 2,306 \times 0,016076 \\ &= 0,03707 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t_{1\%} \times \text{SED} \\ &= 3,355 \times 0,016076 \\ &= 0,05394 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rerata Perlakuan	A	B	C	D	Notasi
A = 0,411	-	-	-	-	a
B = 0,610	0,199**	-	-	-	b
C = 0,618	0,207**	0,008 ^{ns}	-	-	b
D = 0,641	0,230**	0,031 ^{ns}	0,023 ^{ns}	-	b

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata
* : berbeda nyata
** : berbeda sangat nyata

Lampiran 15. Data Pengukuran Kualitas Air Media Kultur *C. ceratosporum* Selama Penelitian

Parameter	Perlakuan	H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
Salinitas	A	30	30	30	30	30	31,67	31,67	31,67	32	32,33	33	35	35
	B	30	30	30	30,33	30,67	30,67	30,67	32	32	33	33	35	35
	C	30	30	30	30	31	31	31	32	32	33	33	35	35
	D	30	30	30	32	32	32	32	33	33	34	34	34	35
DO	A	6,48	6,43	6,36	6,57	6,38	6,75	6,53	6,36	6,32	6,32	6,30	6,29	6,24
	B	6,73	6,72	6,68	6,6	6,54	6,52	6,54	6,59	6,76	6,77	6,84	6,65	6,57
	C	6,11	6,05	6,56	6,75	6,78	6,5	6,59	6,52	6,74	6,81	6,84	6,64	6,53
	D	6,36	6,69	6,56	6,66	6,37	6,47	6,46	6,59	6,53	6,7	6,76	6,73	6,67
Suhu	A	27,83	27,93	27,73	27,77	27,73	27,63	27,73	27,57	27,63	27,67	27,73	27,74	27,72
	B	27,3	27,7	27,6	27,5	27,6	27,7	27,5	27,5	27,6	27,7	27,8	27,81	27,83
	C	27,5	27,5	27,6	27,67	27,77	27,67	27,67	27,87	27,8	27,8	27,73	27,75	27,76
	D	27,23	27,73	27,57	27,5	27,73	27,73	27,5	27,47	27,63	27,67	27,8	27,81	27,83
pH	A	7,14	7,55	8,04	8,03	8,43	8,08	8,08	8,15	8,24	8,15	8,14	8,15	8,17
	B	7,14	7,08	7,63	8	8,13	8,17	8,23	8,28	8,31	8,36	8,27	8,28	8,28
	C	7,17	7,82	8,12	8,17	8,23	8,28	8,31	8,36	8,34	8,29	8,24	8,25	8,26
	D	7,21	7,64	8,09	8,16	8,2	8,25	8,32	8,38	8,34	8,27	8,23	8,24	8,26