

PENGGUNAAN KITOSAN SEBAGAI BAHAN FLOKULAN ALAMI
TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp.

SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh :
SEPTIANI SUBEKTI
NIM. 125080509111007



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

PENGGUNAAN KITOSAN SEBAGAI BAHAN FLOKULAN ALAMI
TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp.

SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

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

Oleh :
SEPTIANI SUBEKTI
NIM. 125080509111007



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

SKRIPSI
PENGGUNAAN KITOSAN SEBAGAI BAHAN FLOKULAN ALAMI
TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp.

Oleh :
SEPTIANI SUBEKTI
NIM. 125080509111007

Telah dipertahankan didepan pengudi
Pada tanggal 24 Februari 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. :
Tanggal :

Dosen Pengudi I

Menyetujui
Dosen Pembimbing I

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

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

Dosen Pengudi II

Dosen Pembimbing II

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

(Ir. Heny Suprastyani, MS)
NIP. 19620904 198701 2 001
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, Februari 2015
Mahasiswa,

SEPTIANI SUBEKTI



UCAPAN TERIMA KASIH

Pembuatan laporan ini selesai dengan bantuan berbagai pihak untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

- ❖ Allah SWT yang selalu memberi kemudahan dan menuntun perjalanan penulis hingga dapat menyelesaikan laporan ini.
- ❖ Orang tua dan kakak tercinta bapak Surahmat dan ibu Nani Riani, kakak Novi Megawati dan Mas Awal yang selalu memberikan doa, materi, dan semangat yang menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
- ❖ Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc dan Ir. Heny Suprastyani, MS selaku dosen pembimbing I dan II yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan serta motivasi dalam penulisan laporan skripsi ini.
- ❖ Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS dan Ir. M. Rasyid Fadholi, M.Si selaku dosen penguji.
- ❖ Kepala Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya & Toksikologi Cibalagung, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor, Jawa Barat, ibu Dewi Puspaningsih, S.Pi, M.Si selaku pembimbing ke-3 di balai, ibu Rani selaku pembimbing Lab yang telah memberikan arahan untuk membantu penulis dalam melaksanakan penelitian serta membimbing di Balai selama penelitian berlangsung.
- ❖ Teman-teman FPIK, Alih Jenjang UB. Aljer's 2011' beserta aljer's 2012 (dira, ani, acil, ka mei, teguh, indra, hilmy, ical, ojak, kadek, komang, jeje, iif, acim dan pak anes) yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti perkuliahan dan menimba ilmu di sini terimakasih atas kebersamaan dan kekompakkan kita.

- ❖ Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama penelitian berlangsung dan selama pembuatan laporan skripsi ini.

Malang, Februari 2015

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RINGKASAN

Septiani Subekti "Penggunaan Kitosan sebagai Bahan Flokulasi Alami terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp. Di bawah bimbingan **Dr. Ir. Anik Martinah Hariati., M.Sc.** dan **Ir. Heny Suprastyani, MS.**

Budidaya ikan air tawar pada saat ini terlihat semakin banyak dilaksanakan baik secara ekstensif maupun intensif. Ketersediaan pakan alami diperlukan untuk menghasilkan benih yang berkualitas dalam rangka menunjang kegiatan budidaya. Salah satu pakan alami yang dimakan oleh larva ikan dan zooplankton adalah *Chlorella* sp. Metode flokulasi merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan pakan alami ikan. Flokulasi menggunakan bahan kimia NaOH banyak dilakukan namun memiliki dampak buruk bagi lingkungan. Kitosan merupakan salah satu alternatif bahan alami flokulasi yang berasal dari bahan organik dan sifatnya yang tidak beracun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai dosis kitosan sebagai bahan flokulasi alami terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni - Agustus 2014 di Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya & Toksikologi Cibalagung, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor, Jawa Barat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan menggunakan 5 perlakuan ($A=150\text{mg/l}$; $B=200\text{mg/l}$; $C=250\text{mg/l}$; $D=300\text{mg/l}$ dan $E=350\text{mg/l}$) dan masing-masing menggunakan 3 ulangan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kelimpahan harian *Chlorella* sp., digunakan analisis keragaman (uji F) dan apabila hasilnya berbeda nyata atau sangat nyata dilanjutkan ke uji Duncan. Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini adalah kelimpahan *Chlorella* sp. Parameter penunjang yang diukur adalah kualitas air yaitu suhu, pH, DO, TAN dan amonium.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa pengaruh penggunaan dosis kitosan berpengaruh sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. Kelimpahan tertinggi terlihat pada perlakuan C yaitu $38,65 \pm 0,65 \times 10^5$ sel/ml dengan menggunakan dosis kitosan 250 mg/l, selanjutnya perlakuan B (200 mg/l), A (150 mg/l), D (300 mg/l), dan E (350 mg/l), yaitu $29,73 \pm 0,42 \times 10^5$, $28,14 \pm 0,21 \times 10^5$; $16,08 \pm 0,79 \times 10^5$, dan $14,97 \pm 0,42 \times 10^5$ sel/ml. Penggunaan dosis kitosan terbaik ditunjukkan pada perlakuan C yaitu 250mg/l. Data kualitas air selama pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata kualitas air berada pada kisaran normal yaitu suhu $20,8-22,4^\circ\text{C}$, pH $6,30-8,77$, DO $4,89-6,70\text{ mg/l}$, TAN $0,68-4,230\text{mg/l}$ dan amonium $0,100-3,437\text{mg/l}$.



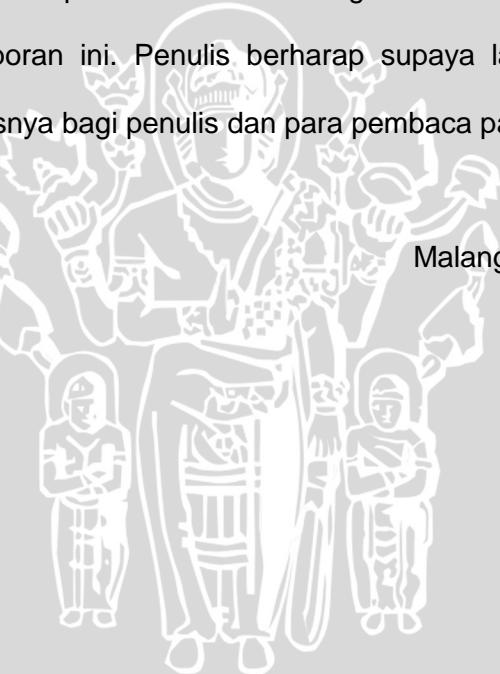
KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat, perlindungan dan hidayahNya penulis diberikan kesempatan, bimbingan dan kekuatan sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul "Penggunaan Kitosan sebagai Bahan Flokulasi Alami terhadap Kelimpahan *Chlorella sp.*". Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan oleh karena itu penulis menerima segala bentuk saran dan kritik demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap supaya laporan skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Malang, Februari 2015

Penulis



DAFTAR ISI**Halaman**

RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Hipotesis	5
1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi <i>Chlorella</i> sp.....	6
2.2 Morfologi <i>Chlorella</i> sp.....	6
2.3 Reproduksi <i>Chlorella</i> sp.....	7
2.4 Fase Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp	8
2.5 Flokulasi.....	9
2.6 Kitosan sebagai Bahan Flokulan Alami	9
2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp	11
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	14
3.1 Materi Penelitian	14
3.1.1 Peralatan 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	17
3.4 Parameter Uji	19
3.4.1 Parameter Utama	19
3.4.2 Parameter Penunjang.....	20
3.5 Analisis Data	20
 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 21
4.1. Kelimpahan Harian Sel <i>Chlorella</i> sp. sebelum Flokulasi.....	21
4.2 Kelimpahan Harian Sel <i>Chlorella</i> sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan.	23
.....	23
4. 3 Kualitas Air	29
 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	 33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
 DAFTAR PUSTAKA.....	 34
LAMPIRAN.....	38



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Mutu Kitosan	11
2. Parameter Kualitas Air yang diamati	20
3. Persamaan Kuadratik Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. sebelum Flokulasi	21
4. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. sebelum Flokulasi	22
5. Uji Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. sebelum Flokulasi	22
6. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. sesudah Flokulasi	23
7. Uji Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan	24
8. Rata-rata kelimpahan Harian Sel <i>Chlorella</i> sp. Sesudah Flokulasi dan Penyimpanan	26
9. Presentase Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hasil Kultur Ulang dibandingkan sebelum Flokulasi	28
10. Nilai Kualitas Air sebelum Flokulasi dan sesudah Flokulasi dan Penyimpanan	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rumusan Masalah	4
2. Bentuk sel <i>Chlorella</i> sp.	6
3. Fase Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp.....	9
4. Denah Percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Penelitian	16
5. Kultur <i>Chlorella</i> sp.	19
6. Grafik Kelimpahan Harian Sel <i>Chlorella</i> sp. sebelum Flokulasi	21
7. Grafik Kelimpahan Harian Sel <i>Chlorella</i> sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan dalam Penelitian	39
2. Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian	41
3. Komposisi media PHM (<i>Provasoli Haematococcus Media</i>) termodifikasi	42
4. Tabel Data Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. sebelum Flokulasi.....	43
5. Tabel Data Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan ..	44
6. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-1	45
7. Hasil Uji Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-1.....	45
8. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-2	45
9. Hasil Uji Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-2.....	45
10. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-3	46
11. Hasil Uji Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-3.....	46
12. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-4	46
13. Hasil Uji Lanjut Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-4	46
14. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. hari ke-5	47
15. Hasil Uji Lanjut Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-5	47
16. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-6	47
17. Hasil Uji Lanjut Duncan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Hari ke-6	47
18. Hasil Analisis Proksimat.....	48
19. Tabel Data Kualitas Air sebelum Flokulasi dan Penyimpanan.....	49
20. Tabel Data Kualitas Air sesudah Flokulasi dan Penyimpanan.....	50

1.1 Latar Belakang

Budidaya ikan air tawar pada saat ini terlihat semakin banyak dilaksanakan baik secara ekstensif maupun intensif. Ketersediaan pakan alami diperlukan untuk menghasilkan benih yang berkualitas dalam rangka menunjang kegiatan budidaya. Pakan alami hingga saat ini belum dapat tergantikan oleh pakan buatan karena mengandung enzim-enzim pencernaan yang memudahkan larva dalam mencerna makanannya. Kelebihan pakan alami dibanding pakan buatan yaitu umumnya berukuran kecil sehingga dapat disesuaikan dengan bukaan mulut larva, mempunyai warna yang menarik perhatian larva, memiliki gerakan yang lambat sehingga menarik perhatian dan memudahkan menangkapnya, secara alami merupakan pakan yang biasa dimakan oleh larva, kualitas nutrisinya dapat ditingkatkan melalui pengkayaan, dan dapat dibudidayakan secara intensif (Hendriana, 2011).

Salah satu pakan alami yang dimakan oleh larva ikan dan zooplankton adalah *Chlorella* sp. Menurut Mudjiman (2011), *Chlorella* sp. adalah ganggang hijau renik bersel tunggal yang termasuk dalam division Chlorophyta, subdivision Algae, kelas Chlorophyceae, dan Ordo Chlorococcales (Protococcales). Sel-selnya berdiri sendiri-sendiri, berbentuk bulat, dan berukuran antara 3-8 mikron. *Chlorella* tidak berbulu cambuk sehingga tidak dapat bergerak aktif. Pada setiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplas sehingga bewarna hijau cerah. Habitatnya di air tawar, tetapi ada juga yang hidup di air asin.

Metode flokulasi merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan pakan alami ikan. Flokulasi adalah metode pemanenan dimana mikroalga akan saling terkumpul hingga membentuk suatu gumpalan masa yang



lebih besar, yang disebut flok. Flokulasi dapat disebut pula sebagai proses agregasi partikel kecil menjadi partikel yang berukuran lebih besar akibat dari adanya ketidakstabilan fisik atau kimiawi. Beberapa literatur, menyebutkan bahwa flokulasi sama dengan koagulasi, dikarenakan mekanisme operasinya hampir sama. Bagi sebagian peneliti, kedua metode tersebut berbeda, dimana flokulasi membentuk agregat akibat polimer, sedangkan koagulasi akibat dari elektrolit. Metode ini biasanya merupakan langkah awal bagi metode pemanenan selanjutnya (Molina, 2003 dalam Pratama, 2011). Agregat yang terbentuk disebabkan oleh perubahan pH atau penambahan elektrolit sebagai flokulasi atau koagulasi (Pratama, 2011).

Penelitian tentang flokulasi pakan alami sudah dilakukan, dengan menggunakan bahan kimia yaitu NaOH. Menurut hasil penelitian Sumiarsa dan Irwan (2010), menyatakan bahwa pemanenan (flokulasi) *Nannochloropsis oculata* dengan NaOH dosis 75, 100, 125 mg/l selama 22-24 jam menghasilkan kepadatan masing-masing $368, 427,$ dan 519×10^6 sel/ml untuk inokulan dan pakan rotifer namun hanya berlaku pada dosis NaOH terendah dan dosis yang kedua. Penghitungan kepadatan *Nannochloropsis oculata* ini dilakukan setelah proses flokulasi, fitoplankton akan padat dan tersedimentasi kemudian disifon, ditampung dalam *container plastic* dan disimpan dalam *cold storage*. Setelah penyimpanan selama 1-2 minggu, diaerasi dengan laju 10-15 L/menit kemudian dicoba inokulan dalam produksi masal berikutnya. Penggunaan bahan kimia NaOH memiliki kelemahan yaitu kesulitan dalam memisahkan bahan kimia yang ditambahkan dari alga yang telah dipisahkan, sehingga mungkin tidak efisien untuk penggunaan komersial, meskipun mungkin lebih praktis jika untuk tujuan penelitian. Biaya untuk memisahkan bahan kimia dianggap terlalu mahal untuk tujuan komersial (Sulistyo, 2010).

Kitosan merupakan salah satu bahan alternatif untuk memecahkan masalah di atas sebagai bahan flokulasi alami. Kitosan berasal dari bahan organik (Dutta, Joydeep dan Tripathi, 2004) dan mempunyai sifat yang tidak beracun (Sinardi, Soewondo dan Notodarmojo, 2013). Berdasarkan hal di atas, perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan kitosan sebagai bahan flokulasi alami terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

1.2 Perumusan Masalah

Pakan alami *Chlorella* sp. merupakan salah satu faktor penting dalam produksi benih-benih ikan air tawar. Peningkatan permintaan benih ikan harus diimbangi dengan peningkatan produksi pakan alami untuk mendukung kegiatan tersebut. Metode flokulasi (pemadatan) merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan produksi pakan alami. *Chlorella* sp. yang sudah melalui proses flokulasi sehingga padat dan tersedimentasi, selanjutnya disifon dan ditempatkan dalam wadah untuk kemudian disimpan dalam lemari pendingin selama satu minggu. *Chlorella* sp. yang telah disimpan selanjutnya diujicoba sebagai inokulan dalam produksi berikutnya kemudian dihitung kelimpahannya. Kebanyakan peneliti menggunakan NaOH sebagai flokulannya karena proses flokulasi yang lebih cepat. Namun di sisi lain, NaOH merupakan bahan kimia yang kurang baik jika digunakan terus-menerus karena akan meninggalkan residu terhadap lingkungan sekitar yang akan mengakibatkan lingkungan menjadi buruk.

Mengingat hal ini perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan bahan flokulasi alami dan tidak beracun sehingga lingkungan tetap terjaga. Kitosan adalah bahan flokulasi yang baik digunakan karena berasal dari bahan organik dan sifatnya yang tidak beracun. Untuk itu diperlukan penelitian tentang penggunaan kitosan sebagai bahan flokulasi alami terhadap kelimpahan *Chlorella*

sp. Adapun gambaran rumusan masalah dari penelitian ini dapat dilihat pada

Gambar 1.



Gambar 1. Rumusan Masalah

1.3 Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui dosis optimal kitosan sebagai bahan flokulasi alami terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.
- Untuk mendapatkan dosis kitosan terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. tertinggi saat rekultur.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai informasi bagi pembudidaya, khususnya pada kegiatan budidaya pakan alami dan pemberian ikan dengan memanfaatkan kitosan sebagai bahan flokulasi alami terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

1.5 Hipotesis

Penggunaan kitosan dengan dosis yang tepat sebagai flokulasi alami dapat membentuk flok yang dapat dikultur kembali dan menghasilkan kelimpahan *Chlorella* sp. tertinggi.

1.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni - Agustus 2014 di Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya & Toksikologi Cibalagung, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor, Jawa Barat.



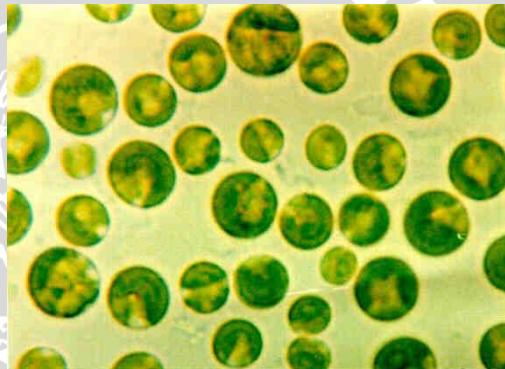
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi *Chlorella* sp.

Chlorella merupakan mikroalga kosmopolit yang sebagian besar hidup di lingkungan akuatik baik perairan tawar, laut maupun payau, juga ditemukan di tanah dan di tempat lembab (Vashista, 1979). Bentuk sel *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 2.

Menurut Kumar dan Singh (1976), *Chlorella* sp. termasuk divisi Chlorophyta. Klasifikasinya adalah:

Divisio	:	Chlorophyta
Kelas	:	Chlorophyceae
Ordo	:	Chlorococcales
Sub-ordo	:	Autosporinaceae
Familia	:	Chlorellaceae
Genus	:	<i>Chlorella</i>
Spesies	:	<i>Chlorella</i> sp.



Gambar 2. Bentuk sel *Chlorella* sp.
(<http://cni-sunchlorella.blogspot.com/,2010>)

2.2 Morfologi *Chlorella* sp.

Chlorella sp. adalah alga uniselular yang berwarna hijau dan berukuran mikroskopis, diameter selnya berukuran 3-8 mikrometer, berbentuk bulat seperti bola atau bulat telur, tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplast. *Chlorella* sp. merupakan alga yang kosmopolit, terdapat di air payau, air laut dan air tawar (Kumar dan Singh, 1976).

Sel *Chlorella* sp. umumnya dijumpai sendiri, kadang-kadang bergerombol. Protoplast sel dikelilingi oleh membrane yang selektif, sedangkan di luar

membran sel terdapat dinding yang tebal terdiri dari sellulosa dan pektin. Didalam sel terdapat suatu protoplast yang tipis berbentuk seperti cawan atau lonceng dengan posisi menghadap ke atas. Pineroid-pineroid stigma dan vacuola kontraktil tidak ada (Vashista, 1979). Warna hijau pada alga ini disebabkan selnya mengandung klorofil a dan b dalam jumlah yang besar, di samping karotin dan xantofil (Volesky, 1970).

2.3 Reproduksi *Chlorella* sp.

Perkembangan *Chlorella* sp. terjadi secara vegetatif. Masing-masing sel induk membelah menghasilkan 4, 8 atau 16 autospora yang dibebaskan bersama dengan pecahnya sel induk. Perkembangbiakan sel ini diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar. Periode selanjutnya adalah terjadinya peningkatan aktivitas sintesa sebagai bagian dari persiapan pembentukan autospora yang merupakan tingkat pemasakan akhir yang akan disusul oleh pelepasan autospora (Bold dan Wynne, 1985). Selain itu, perkembangbiakan vegetatif juga dapat dilakukan dengan pembelahan sel induk menjadi dua buah sel anak (Mudjiman, 2011).

Menurut Presscott (1978) *Chlorella* sp. berkembang biak dengan membelah diri membentuk autospora. Sedangkan pada waktu membelah diri membentuk autospora, *Chlorella* sp. melalui empat fase siklus hidup (Hase, 1962 dalam Kumar and Singh, 1981). Keempat fase tersebut adalah :

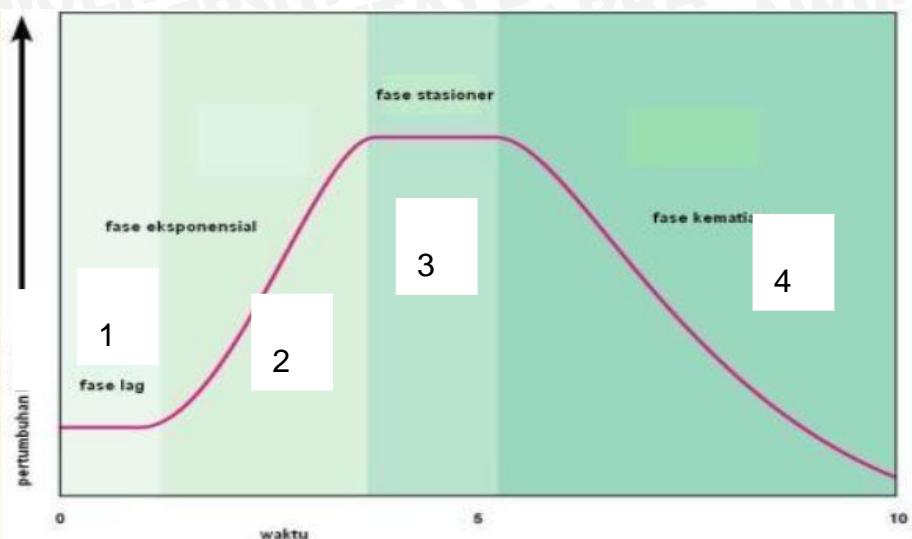
1. Fase pertumbuhan (*growth*), periode perkembangan aktif sel massa yaitu autospora tumbuh menjadi besar.
2. Fase pematangan awal (*early revening*), autospora yang telah tumbuh menjadi besar mengadakan persiapan untuk membagi selnya menjadi sel-sel baru.



3. Fase pematangan akhir (*late reevening*), sel-sel yang baru tersebut mengadakan pembelahan menjadi dua.
4. Fase autospora (*autospora liberation*), pada fase ini sel induk akan pecah dan akhirnya terlepas menjadi sel-sel baru.

2.4 Fase Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Dalam pertumbuhan dan perkembangbiakannya, *Chlorella* sp. menjalani empat fase dalam hidupnya. Keempat fase tersebut adalah fase lag, eksponensial, stasioner, dan fase kematian. Fase lag (daerah 1) adalah fase awal pertumbuhan dari mikroalga setelah mikroalga tersebut lama tidak mengalami perkembangbiakan karena pengaruh luar seperti pergantian medium yang menyebabkan mikroalga harus beradaptasi terlebih dahulu. Pada fase ini mikroalga membutuhkan sintesis enzim yang menyebabkan tidak terjadinya laju pertumbuhan. Pertumbuhan sel akan terjadi ketika sintesis enzim telah cukup. Daerah 2 adalah fase eksponensial, dimana terjadi peningkatan jumlah sel secara besar (optimum). Waktu yang diperlukan mikroalga untuk mencapai dua kali lipatnya antara 20 menit hingga beberapa hari. Setelah fase eksponensial berakhir, tidak terjadi peningkatan sel, fase ini disebut fase stasioner (daerah 3). Hal ini disebabkan karena makin menipisnya nutrisi yang menjadi asupan dari mikroalga, serta menumpuknya hasil metabolisme sel di medium yang sifatnya beracun. Ketika hasil metabolism semakin menumpuk dan nutrisi telah habis, mikroalga akan mengalami kematian. Pertumbuhan sel tidak terjadi lagi. Fase ini disebut fase kematian (daerah 4) (Pratama, 2011). Fase pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fase Pertumbuhan *Chlorella* sp.

2.5 Flokulasi

Menurut Tripathy dan De (2006), flokulasi adalah proses pembentukan gumpalan yang lebih besar oleh partikel yang tersuspensi atau gumpalan kecil yang sudah terbentuk sebagai akibat dari koagulasi melalui bahan polimer dengan bobot molekul yang tinggi. Pratama (2011), menyatakan flokulasi merupakan metode pemanenan dengan cara membentuk mikroalga dalam kumpulan yang lebih besar sehingga mudah untuk diambil biomassanya. Untuk membentuk kumpulan, mikroalga diberi flokulan yang dapat berupa bahan kimia, seperti alum dan NaOH dan bahan alami, seperti kitosan. Flokulasi hanya membutuhkan energi sedikit dan bersifat lebih ekonomis.

2.6 Kitosan sebagai Bahan Flokulasi Alami

Kitosan adalah turunan dari kitin yang diperoleh dengan deasetilasi yang merupakan polisakarida terbanyak ke dua di bumi setelah selulosa dan dapat ditemukan pada eksoskeleton invertebrata dan beberapa fungi pada dinding selnya. Kitosan berasal dari bahan organik dan bersifat polielektrolit kation

(Dutta. *et al.*, 2004). Menurut Knorr (1982), kitosan mempunyai gugus amino bebas sebagai polikationik, pengelat dan pembentuk disperi dalam larutan asam asetat. Ornum (1992), menambahkan bahwa gugus amino inilah yang banyak memberikan kegunaan pada kitosan. Menurut Sinardi *et al* (2013), bila dilarutkan dalam asam, kitosan akan menjadi polimer kationik dengan struktur linier sehingga dapat digunakan dalam proses flokulasi, pembentuk film atau imobilisasi dalam beberapa agen biologi termasuk enzim. Keunggulan kitosan sebagai koagulan adalah sifatnya yang tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi, bersifat polielektronik, dan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lainnya seperti protein. Koagulan yang diperoleh dari kitosan bahan alam adalah bahan yang ramah lingkungan dan mempunyai nilai tambah yang tinggi.

Bought (1975), menyatakan bahwa karakter kitosan sebagai polielektrolit dapat digunakan untuk pengkoagulan limbah secara fisika dan kimia. Hirano (1989), mengemukakan kelebihan kitin dan kitosan yaitu:

1. Merupakan komponen utama biomasa dari kulit udang;
2. Merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui;
3. Merupakan senyawa biopolymer yang dapat terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan;
4. Tidak bersifat toksis (LD_{50} 16 gram per kg berat badan tikus);
5. Konformasi molekulnya dapat dirubah;
6. Mempunyai fungsi biologis;
7. Dapat membentuk gel, koloid dan film;
8. Mengandung gugus amino dan gugus hidroksil yang dapat dimodifikasi.

Mutu kitosan dapat ditentukan berdasarkan parameter fisika dan kimia, parameter fisik diantaranya penampakan, ukuran (*mesh size*), dan viskositas, sedangkan parameter kimia yaitu nilai proksimat dan derajat deasetilasi (DD). Semakin baik mutu kitosan semakin tinggi nilai derajat deasetilasinya dan

semakin banyak fungsinya dalam aplikasinya. Adapun standar spesifikasi mutu kitosan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Mutu Kitosan

Spesifikasi	Kitosan (Farmasi) (Protan Laboratories, 1987)
Penampakan	Serpihan/bubuk Putih/kekuningan
Kadar air (% berat kering)	$\leq 10\%$
Kadar abu (% berat kering)	$\leq 2\%$
Kadar N (% berat kering)	$> 5\%$
Derajat deasetilasi	$\geq 70\%$

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelimpahan *Chlorella* sp.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan *Chlorella* sp. Faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Suhu

Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Misalnya, alga dari filum Chlorophyta akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 20°C-30°C (Goldman dan Horne, 1983).

Chlorella sp. tumbuh baik pada suhu 20°C, tetapi tumbuh lambat pada suhu 32°C. Tumbuh sangat baik sekitar 20°C-23°C (Hirata, 1981). Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C-30°C (Effendi, 2003). Menurut (Pulz, 2001 dalam Pratama, 2011), menyatakan bahwa suhu mempengaruhi besar laju reaksi kimiawi di dalam tubuh sel, dimana semakin tinggi suhu semakin besar pula laju reaksi, sehingga laju pertumbuhannya juga semakin meningkat. Namun, ketika suhu terlalu tinggi maka akan menyebabkan denaturasi protein yang dapat menyebabkan kematian.

2. pH

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter yang membatasi kehidupan biota. pH berpengaruh sangat besar terhadap kehidupan hewan dan tumbuhan air. Oleh karena itu, pH sering di gunakan sebagai petunjuk baik buruknya

keadaan air di suatu perairan (Barus, 2002). Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Novotny dan Olem, 1994). Derajat keasaman air pada media pertumbuhan pakan alami berkisar antara 6-8,5 (Borowitzka dan Borowitzka, 1988). Menurut (Haslam, 1995), fitoplankton dapat berkembang pada kisaran pH 6,5-8. Pada masa pH melebihi batas optimum, maka kecepatan pertumbuhan alga akan menurun (Fulks dan Main, 1991).

3. DO (Oksigen terlarut)

Oksigen diperlukan *Chlorella sp.* untuk respirasi. Oksigen terlarut pada perairan berasal dari hasil fotosintesis dan difusi dari udara. Fox (1987) mengatakan bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut 3-5 ppm kurang produktif, 5-7 ppm produktifitasnya tinggi dan diatas 7 ppm sangat tinggi.

4. TAN (*Total Ammonia Nitrogen*)

Di dalam air, amonia terdapat dalam dua bentuk, yakni; NH_4^+ (amonia terionisasi, karena memiliki ion positif) dan NH_3 (tak terionisasi, karena tidak memiliki ion), yang mana secara keseluruhan disebut *Total Ammonia Nitrogen* (TAN), proporsinya sangat bervariasi tergantung pada pH dan suhu. Jika pH dan suhu meningkat maka jumlah NH_3 meningkat, demikian pula sebaliknya. Hal ini penting untuk diketahui karena NH_3 adalah bentuk amonia yang beracun (Sumoharjo, 2009). Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/liter (McNeely *et al.*, 1979 *dalam* Effendi, 2003). Kadar amonia bebas yang tidak terionisasi pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0,2 mg/liter, perairan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978 *dalam* Effendi, 2003).

5. Medium sebagai tempat perkembangbiakan

Menurut Pratama (2011), medium harus memiliki nutrisi sebagai asupan mikroalga tersebut. Medium yang diperlukan harus mengandung berbagai unsur-unsur makro dan mikro. Makronutrien yaitu unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar, meliputi C, H, O, N, P, K, S, Si, Ca dan Cl. Mikronutrien adalah unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dan merupakan koenzim meliputi Mn, Fe, Zn, Cu dan Mg.

6. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya merupakan syarat dapat berlangsungnya proses fotosintesis. Proses fotosintesis *Chlorella sp.* membutuhkan intensitas cahaya rata-rata 3000-4000 lux (Ohama dan Miyachi, 1992 *dalam* Utami, 2012). Sumber cahaya dapat berupa sinar matahari atau lampu TL 40 watt. Sinar matahari digunakan untuk reaktor yang berada di luar ruangan, seperti di kolam, sedangkan lampu TL 40 watt digunakan untuk fotobioreaktor dalam ruangan. Menurut (Mustafa *dalam* Utami, 2012), lampu TL 40 watt dapat digunakan sebagai pengganti sinar matahari, dimana perioditas cahaya yang berlangsung memenuhi syarat untuk berlangsungnya fotosintesis.



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 buah toples kaca volume 3 liter , batu aerasi dan selang aerasi, gelas ukur, pipet tetes, erlenmeyer 1 L, pipet mohr, bola hisap, mikroskop binokuler merk Zeiss, cover glass, Sedgwick Rafter (SR), 6 buah lampu TL 40 watt, magnetic stirrer, hand counter, timbangan digital merk ACIS, pH meter, DO meter, dan spektrofotometer, botol plastik 400 ml dan lemari pendingin (Lampiran 1).

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah inokulan *Chlorella* sp. diperoleh dari hasil budidaya di Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya dan Toksikologi Cibalagung, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor, Jawa Barat, klorin, sodium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), kitosan diperoleh dari Laboratorium THP IPB, akuades, asam asetat 1% dan media PHM (*Provasoli Haematococcus Media*) diperoleh dari Laboratorium Pakan Alami Limnologi LIPI Bogor sebagai pupuk saat kultur *Chlorella* sp. (Lampiran 2 dan 3).

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Menurut Hanafiah (2006), menerangkan bahwa penelitian eksperimen adalah suatu tindakan coba-coba (*trial*) yang dirancang untuk menguji keabsahan (*validity*) dari

hipotesis yang diajukan dan penelitian eksperimen digunakan untuk menyelidiki sesuatu yang belum diketahui atau untuk menguji suatu teori (*principle*) atau hipotesi. Menurut Jaedun, (2011) menyatakan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian treatment/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati/diukur dampaknya (data yang akan datang).

3.2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana di antara rancangan-rancangan yang baku. Biasanya digunakan jika kondisi unit percobaan yang digunakan relatif homogen. Percobaan ini biasa dilakukan di laboratorium/rumah kaca dan melibatkan sedikit unit percobaan, kehomogenan unit percobaan bisa dijamin. Sedangkan untuk dilapangan kehomogenan unit percobaan sangat sulit untuk dipenuhi, begitu juga bila melibatkan unit-unit percobaan yang cukup besar (Raupong dan Anisa, 2011).

Menurut Sastrosupadi (2000), model untuk RAL adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke i dan ulangan ke j

μ = nilai rata-rata

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = pengaruh kesalahan (galat) percobaan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Dalam penelitian ini sebagai perlakuan adalah dosis kitosan terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. Perlakuan dalam penelitian tersebut yaitu:

Perlakuan A : penambahan dosis kitosan sebanyak 150 mg/l

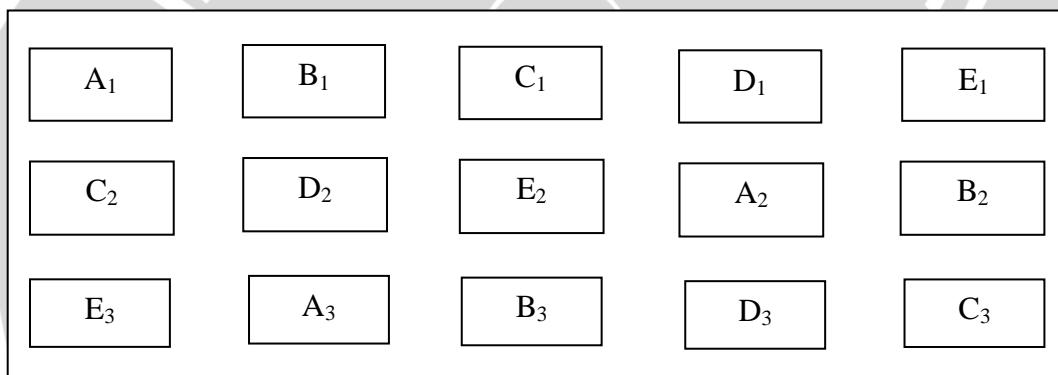
Perlakuan B : penambahan dosis kitosan sebanyak 200 mg/l

Perlakuan C : penambahan dosis kitosan sebanyak 250 mg/l

Perlakuan D : penambahan dosis kitosan sebanyak 300 mg/l

Perlakuan E : penambahan dosis kitosan sebanyak 350 mg/l

Dalam perlakuan ini, masing-masing perlakuan diberi ulangan sebanyak 3 kali yang ditempatkan secara acak. Denah percobaan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Denah Percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Penelitian

Keterangan :

A, B, C, D, E = perlakuan
1,2,3 = ulangan

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan awal pada penelitian adalah mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Semua peralatan selang aerasi, batu aerasi, paralon dan toples disiapkan. Air yang digunakan yaitu akuades. Selanjutnya toples yang sudah diisi air sebanyak dua liter ditempatkan pada rak yang dilengkapi dengan selang aerasi dan lampu TL 40 watt. Setelah persiapan wadah selesai kemudian

dilakukan pemupukan dengan media PHM. Setelah air media dipupuk kemudian kedalamnya inokulan ditebarkan. Inokulan *Chlorella* sp. diperoleh dari hasil budidaya di Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya dan Toksikologi Cibalagung, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor, Jawa Barat.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Sterilisasi Alat

- Menyiapkan peralatan (selang aerasi, batu aerasi, paralon dan toples);
- merendam semua peralatan dengan air klorin 3,75 ml/l selama 24 jam lalu dibilas dengan air bersih;
- merendam dengan 40 mg/l sodium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) selama 24 jam untuk menetralkan klorin lalu dibilas dengan air bersih;
- merendam dengan air bersih selama 24 jam ;
- membilasnya dengan air bersih dan semua peralatan siap untuk digunakan.

b. Kultur *Chlorella* sp.

- Menyiapkan alat, yaitu toples kaca volume 3 L sebagai wadah kultur, peralatan aerasi sebagai pasokan oksigen, dan lampu TL 40 watt sebagai pengganti sinar matahari untuk berlangsungnya fotosintensis ;
- Wadah kultur diisi air akuades sebanyak 2 L ;
- diberi pupuk PHM termodifikasi sebagai media dan diaerasi selama 24 jam ;
- dimasukkan 200 ml inokulan *Chlorella* sp. ($4,28 \times 10^5$ sel/ml) kedalam media 2 L;
- diamati kelimpahan *Chlorella* sp. setiap hari menggunakan Sedgwick Rafter (SR) dengan batuan mikroskop.

c. Larutan Kitosan (Sinardi et al., 2013)

- 1 gram kitosan dilarutkan ke dalam 100 ml asam asetat 1%;
- diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam untuk memastikan kitosan terlarut sempurna sehingga dalam 1 ml larutan kitosan terdapat 10 mg kitosan.

d. Flokulasi dan Penyimpanan

- Setelah mencapai kelimpahan tertinggi, dilakukan flokulasi dengan kitosan (dosis 150 mg/l, 200 mg/l, 250 mg/l, 300 mg/l dan 350 mg/l) dengan masing-masing perlakuan diulang tiga kali ;
- proses flokulasi dilakukan dengan cara *Chlorella* sp. diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, kemudian kitosan dimasukkan ke dalam media kultur *Chlorella* sp. sesuai dosis masing-masing perlakuan ;
- pengaduk magnetik dihentikan dan didiamkan selama 24 jam ;
- setelah *Chlorella* sp. padat dan tersedimentasi disipon dan ditampung ke dalam botol plastik 400 ml ;
- hasil flokulasi *Chlorella* sp. dihitung kelimpahannya menggunakan SR dengan bantuan mikroskop ;
- selanjutnya disimpan ke dalam lemari pendingin 4°C selama 1 minggu untuk mempertahankan kualitas dan kuantitas *Chlorella* sp. ;
- kualitas *Chlorella* sp. diuji dengan cara : *Chlorella* sp. dalam lemari pendingin dikeluarkan , kemudian diujicobakan sebagai inokulan ke dalam media PHM 2 L ;
- diamati kelimpahannya setiap hari selama 6 hari menggunakan SR dengan bantuan mikroskop, kultur *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:





Gambar 5. Kultur *Chlorella* sp.

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Parameter Utama

Parameter utama dalam penelitian ini adalah pertumbuhan *Chlorella* sp., dan kelimpahan *Chlorella* sp. Alat yang digunakan untuk mengukur kelimpahan adalah *Sedgewick Rafter* (SR) dengan bantuan mikroskop. Penghitungan kepadatan *Chlorella* sp. dilakukan setiap hari sekali. Kelimpahan *Chlorella* sp. dapat dihitung dengan persamaan menurut (APHA,1985) adalah:

$$\text{Kelimpahan (sel/ml)} = \frac{C \times 1.000}{L \times D \times W \times S}$$

Dengan:

C = kelimpahan sel fitoplankton terhitung (ind/ml)

L = panjang masing-masing bidang (*Sedgewich rafter*) mm

D = kedalaman bidang (*Sedgewich rafter*) mm

W = lebar bidang (*Sedgewich rafter*) mm

S = jumlah bidang terhitung

Diketahui bahwa panjang *Sedgewich rafter* adalah 50 mm, lebar 20 mm dan kedalaman 1 mm, sehingga hasil perkalian panjang, lebar, dan kedalaman adalah 1.000 mm³ (1.000 mm³ = 1 ml).

3.4.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah kualitas air selama penelitian. Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, DO, pH, TAN, dan Amonium (Tabel 2). Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari pada waktu pagi hari (pukul 08.00 WIB) yaitu pada sebelum flokulasi, kultur ulang sesudah flokulasi dan penyimpanan yang diukur dan dianalisis di Laboratorium Kualitas Air Instalasi Riset Lingkungan Perikanan Budidaya dan Toksikologi Cibalagung.

Tabel 2. Parameter Kualitas Air yang diamati

No	Parameter	Satuan	Alat/Metode yang digunakan
1	Suhu	°C	DO meter
2	DO	mg/l	DO meter/ SNI 06-6989.11-2004
3	pH	-	pH meter/ SNI 06-6989.14-2004
4	TAN	mg/l	Spektrofotometer/ SNI 06-6989.30-2004
5	Amonium (NH_4)	mg/l	Selisih TAN-amonia (Tabel perhitungan)

3.5 Analisis Data

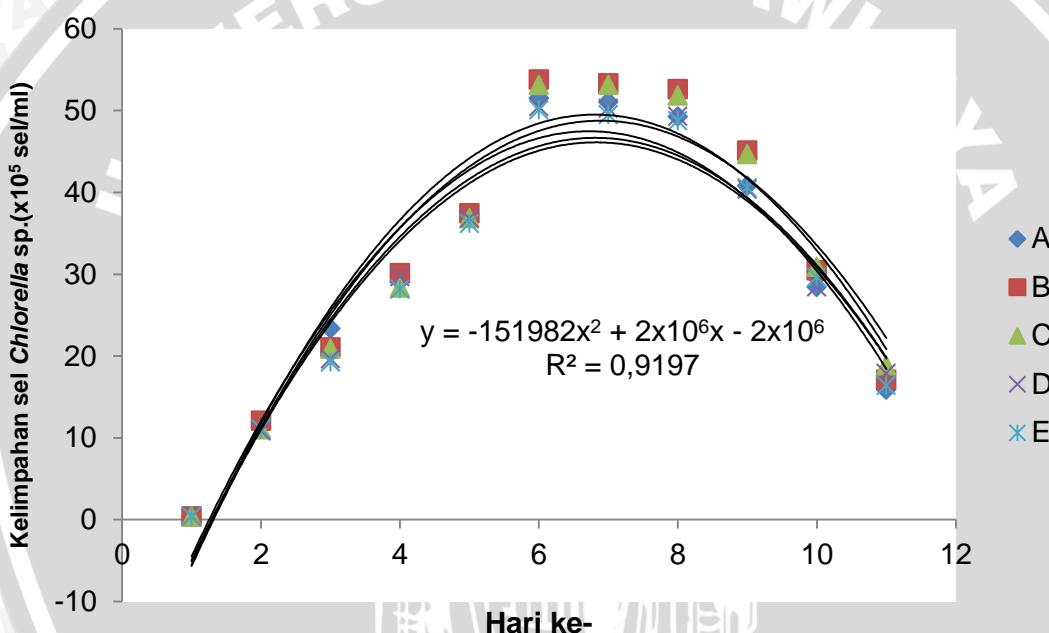
Data yang diperoleh dari hasil penelitian, diolah dengan menggunakan uji F. Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji lanjutan yaitu dengan menggunakan uji Duncan dengan taraf 5%. Analisis data menggunakan program SPSS Ver 16.00.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kelimpahan Harian Sel *Chlorella* sp. sebelum Flokulasi

Hasil pengamatan selama penelitian menggunakan kitosan sebagai flokulan alami terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. dengan dosis A (150 mg/l), B (200 mg/l), C (250 mg/l), D (300 mg/l) dan E (350 mg/l) memberikan hasil rata-rata kelimpahan sel *Chlorella* sp. sebelum flokulasi disajikan pada Lampiran 4 dan Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kelimpahan Harian Sel *Chlorella* sp. sebelum Flokulasi

Tabel persamaan kuadratik kelimpahan *Chlorella* sp. sebelum flokulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persamaan Kuadratik Kelimpahan *Chlorella* sp. sebelum Flokulasi

Perlakuan	Persamaan Kuadratik	R ²	r	x
A (150 mg/l)	-151982x ² +2x10 ⁶ x-2x10 ⁶	0,9197	0,959	6,57
B (200 mg/l)	-156357x ² +2x10 ⁶ x-2x10 ⁶	0,9010	0,949	6,39
C (250 mg/l)	-150258x ² +2x10 ⁶ x-2x10 ⁶	0,8985	0,947	6,65
D (300 mg/l)	-146217x ² +2x10 ⁶ x-2x10 ⁶	0,9167	0,957	6,83
E (350 mg/l)	-144372x ² +2x10 ⁶ x-2x10 ⁶	0,9094	0,953	6,92

Hasil persamaan kuadratik menunjukkan titik maksimum pada hari ke-6.

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam dengan menggunakan SPSS 16.0 for windows pada derajat kepercayaan 95 %. Hasil analisa keragaman kelimpahan sel Chlorella sp sebelum flokulasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. sebelum Flokulasi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$3,170 \times 10^{11}$	$7,926 \times 10^{10}$	3,996 *	3,48	5,99
Acak	10	$1,984 \times 10^{11}$	$1,984 \times 10^{10}$			
Total	14	$5,154 \times 10^{11}$				

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa kelimpahan *Chlorella* sp. sebelum flokulasi memberikan hasil yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Hasil uji Duncan kelimpahan sel *Chlorella* sp. sebelum flokulasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. sebelum Flokulasi

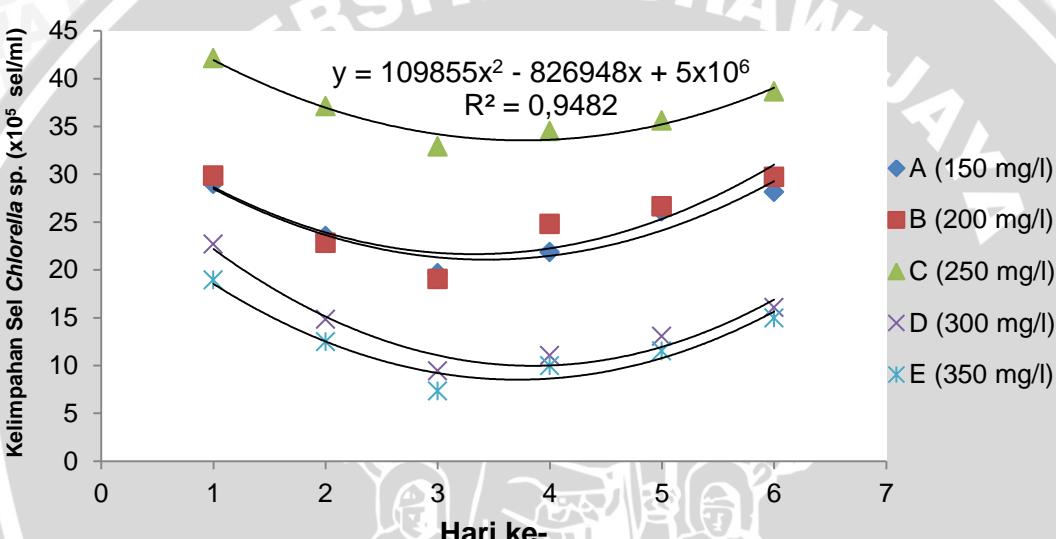
Perlakuan	N	Subset for alpha= 0,05			Notasi
		1	2	3	
A (150 mg/l)	3	$5,15 \times 10^6$	$5,15 \times 10^6$	$5,15 \times 10^6$	abc
B (200 mg/l)	3	-	-	$5,38 \times 10^6$	c
C (250 mg/l)	3	-	$5,31 \times 10^6$	$5,31 \times 10^6$	bc
D (300 mg/l)	3	$5,05 \times 10^6$	$5,05 \times 10^6$	-	ab
E (350 mg/l)	3	$5,01 \times 10^6$	-	-	a

Berdasarkan notasi pada uji Duncan kelimpahan *Chlorella* sp. sebelum flokulasi perlakuan B memberikan hasil yang terbaik pada hari ke-6 kultur. Pada grafik di atas ditampilkan sampai hari ke-11 (fase kematian) sedangkan proses flokulasi dilakukan pada hari ke-6, karena pada fase ini merupakan fase terbaik untuk memanen, hal ini sesuai dengan pernyataan Jusadi (2003), bahwa dalam waktu 5-7 hari akan dicapai puncak populasi (fase eksponensial). Setelah fase eksponensial kelimpahan sel mengalami penurunan yang menandakan kultur telah memasuki fase stasioner. Fase stasioner terjadi karena nutrient dalam

media sudah sangat berkurang sehingga tidak mencukupi untuk pertumbuhan dan pembelahan sel (Prihantini, Putri dan Ratna, 2005).

4.2 Kelimpahan Harian Sel *Chlorella* sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Hasil perhitungan kelimpahan harian sel *Chlorella* sp. sesudah flokulasi dan penyimpanan selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 5 dan grafik kelimpahan harian sel *Chlorella* sp. sesudah flokulasi dan penyimpanan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Kelimpahan Harian Sel *Chlorella* sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam dilakukan dengan menggunakan SPSS 16.0 for windows pada derajat kepercayaan 95 %. Hasil analisis keragaman kelimpahan sel *Chlorella* sp sesudah flokulasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. sesudah Flokulasi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$1,192 \times 10^{13}$	$2,980 \times 10^{12}$	$1,014 \times 10^3 **$	3,48	5,99
Acak	10	$2,940 \times 10^{10}$	$2,940 \times 10^9$			
Total	14	$1,195 \times 10^{13}$				

Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa kelimpahan sel *Chlorella* sp. sesudah flokulasi dan penyimpanan memberikan hasil yang berbeda sangat nyata sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan kitosan sebagai bahan flokulasi alami berpengaruh sangat nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 0,05 (derajat kepercayaan 95%) untuk mengetahui perbedaan dari setiap perlakuan. Hasil uji Duncan kelimpahan sel *Chlorella* sp. sesudah flokulasi dan penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Perlakuan	N	Subset for alpha= 0,05					Notasi
		1	2	3	4	5	
A (150 mg/l)	3	-	-	28,14x10 ⁵	-	-	c
B (200 mg/l)	3	-	-	-	29,73x10 ⁵	-	d
C (250 mg/l)	3	-	-	-	-	38,65x10 ⁵	e
D (300 mg/l)	3	-	16,08x10 ⁵	-	-	-	b
E (350 mg/l)	3	14,97x10 ⁵	-	-	-	-	a

Berdasarkan Gambar 7, inokulan *Chlorella* sp. yang dikultur ulang sesudah flokulasi dan penyimpanan selama 7 hari masih dapat tumbuh dalam media yang sama. Kelimpahan harian sel *Chlorella* sp. tertinggi pada saat kultur ulang sesudah flokulasi dan penyimpanan terdapat pada hari pertama. Selama enam hari pengamatan, kelimpahan harian *Chlorella* sp.pada masing-masing perlakuan mengalami fluktuasi, dengan kelimpahan sel tertinggi pada hari ke-6.

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa *Chlorella* sp yang telah diflokulasi dan disimpan selama 1 minggu di dalam lemari pendingin, masih dapat dikultur kembali sampai hari ke-6. Menurut Hikmawati (2012), menyatakan bahwa pada prinsipnya pendinginan adalah proses pengambilan panas dari suatu ruangan yang terbatas untuk menurunkan dan mempertahankan suhu di ruangan tersebut bersama isinya agar selalu lebih rendah dari pada di luar ruangan. Pada

umumnya, pendinginan tidak dapat mencegah pembusukan secara total, tetapi semakin dingin suhu mikroalga, semakin besar penurunan aktivitas bakteri dan enzim. Dengan demikian melalui pendinginan proses bakteriologi dan biokimia pada mikroalaga hanya tertunda, tidak dihentikan (Irianto dan Soesilo, 2007). Pernyataan tersebut yang menyebabkan *Chlorella* sp. yang telah diflokulasi dan disimpan masih dapat tumbuh kembali. Selain itu, kitosan mengandung gugus amino bebas yang bermuatan positif, yang dapat mengikat muatan negatif dari mikrobia (Widodo *et al.*, 2005 dalam Mahatmanti *et al.*, 2012). Wiyarsi dan Priyambodo (2010) menyebutkan kitosan bersifat basa, sehingga bila ditambahkan ke dalam suatu larutan atau media dapat meningkatkan pH larutan tersebut. Menurut Graham *et al.* (2000) dalam Prihantini *et al* (2005), peningkatan pH dapat mengakibatkan metabolisme sel terganggu karena enzim yang berperan membentuk ammonium (sumber nitrogen) untuk metabolisme mikroalga tidak dapat bekerja. Bila metabolisme sel terganggu, maka proses difusi-osmosis dalam tubuh sel melambat sehingga dalam jangka waktu tertentu sel tidak akan rusak atau masih dalam keadaan utuh.

Pada Tabel 7 di atas menunjukkan bahwa hasil terbaik dalam penelitian ini adalah perlakuan C (250 mg/l) dengan kelimpahan $38,65 \times 10^5$ sel/ml, hal ini disebabkan proses flokulasi sudah mencapai kondisi optimum. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Aji , Gusniawati dan Rokhati (2012) bahwa penambahan flokulasi selanjutnya tidak akan menimbulkan endapan tetapi akan memecah endapan sehingga jumlah flokulasi yang didapat sedikit dan akan berakibat pada hasil rekulturnya pula.

Berikut merupakan uji Duncan untuk kelimpahan harian sel *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Tabel 8.



Tabel 8. Rata-rata kelimpahan Harian Sel *Chlorella* sp. Sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Perlakuan	Kelimpahan hari ke- ± SD ($\times 10^5$ sel/ml)					
	1	2	3	4	5	6
A (150mg/l)	28,99 ± 1,43 ^c	23,54 ± 1,67 ^c	19,65 ± 1,50 ^c	21,87 ± 1,67 ^b	26,11 ± 0,62 ^b	28,14 ± 0,21 ^c
B (200mg/l)	29,85 ± 1,45 ^c	22,85 ± 0,48 ^c	19,06 ± 0,65 ^c	24,81 ± 0,76 ^c	26,63 ± 0,89 ^b	29,73 ± 0,42 ^d
C (250mg/l)	42,13 ± 2,66 ^d	37,11 ± 1,46 ^d	32,92 ± 1,41 ^d	34,50 ± 0,14 ^d	35,63 ± 0,13 ^c	38,65 ± 0,65 ^e
D (300mg/l)	22,71 ± 0,65 ^b	14,84 ± 0,53 ^b	9,45 ± 0,58 ^b	11,06 ± 1,24 ^a	13,05 ± 1,53 ^a	16,08 ± 0,79 ^b
E (350mg/l)	18,95 ± 0,33 ^a	12,51 ± 0,18 ^a	7,35 ± 1,21 ^a	10,00 ± 0,71 ^a	11,54 ± 0,67 ^a	14,97 ± 0,42 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada setiap kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata.

Hasil penelitian pada hari ke-1 sampai hari ke-3 terdapat pada Lampiran 6, 7, 8, 9, 10 dan 11 menunjukkan bahwa *Chlorella* sp. mengalami fase adaptasi, unsur nutrien diduga tersedia cukup banyak namun pertumbuhan *Chlorella* sp. belum terjadi. Richmond (1986) menyatakan bahwa ketersedian sumber unsur nutrien mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada fase ini ukuran sel meningkat, fitoplankton menjadi aktif dan terjadi sintesis protein. Organisme mengalami metabolisme tetapi belum mengalami pembelahan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Fase adaptasi pada saat rekultur berbeda-beda, hal ini diduga pengaruh dari pemberian dosis kitosan yang berbeda-beda.

Analisis keragaman hari ke-4 dan ke-5 menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($F_{hitung} < F_{0,01}$) terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. (Lampiran 12, 13, 14 dan 15). Semua perlakuan mengalami kenaikan kelimpahan, hal ini dikarenakan *Chlorella* sp. sudah melewati fase adaptasi dan memasuki fase eksponensial. Menurut Hermato *et al* (2011), fase ini ditandai dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan sel secara cepat. Selain itu, sel-sel *Chlorella* sp. memasuki periode kriptik dimana sel-sel *Chlorella* sp. yang masih hidup memanfaatkan tambahan nutrisi dari sel-sel *Chlorella* sp. yang lisis untuk pertumbuhannya (Suantika *et al*, 2009).

Kelimpahan tertinggi terlihat pada perlakuan C yaitu $32,92 \times 10^5$ sel/ml dengan menggunakan dosis kitosan 250 mg/l, selanjutnya perlakuan B (200 mg/l), A (150 mg/l), D (300 mg/l), dan E (350 mg/l), yaitu $24,81 \times 10^5$, $21,87 \times 10^5$, $11,06 \times 10^5$, dan $10,00 \times 10^5$ sel/ml. Pada perlakuan C, dengan dosis kitosan 250 mg/l, menghasilkan peningkatan yang tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan, pada saat penambahan kitosan dalam proses flokulasi, kelimpahan tidak mengalami penurunan yang banyak. Menurut Risdianto (2007) dalam Aji., et al (2012), seiring bertambahnya flokulasi yang ditambahkan ke dalam larutan maka jumlah zat kimia yang mampu mereduksi muatan listrik pada permukaan partikel-partikel mikroalga semakin bertambah juga sehingga membuat gaya tolak-menolak antar partikel mikroalga akan melemah dan partikel akan berdekatan kemudian akan bergabung membentuk flok.

Hasil analisis keragaman hari ke-5 menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($F_{hitung} < F_{0,01}$) terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. (Lampiran 14 dan 15). Kelimpahan tertinggi diperoleh pada perlakuan C yaitu $35,63 \times 10^5$ sel/ml yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A, B, D dan E. Perbedaan tersebut diduga pengaruh kelimpahan awal inokulan yang berbeda-beda saat rekultur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suantika et al (2009), bahwa laju pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh kepadatan awal populasi, pada populasi dengan kepadatan lebih tinggi memiliki fase lag lebih singkat dan mencapai fase eksponensial yang lebih cepat.

Hasil analisis keragaman hari ke-6 pun sama menunjukkan hasil bahwa, perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($F_{hitung} < F_{0,01}$) terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. (Lampiran 16 dan 17). Kelimpahan hari ke-4 sampai hari ke-6 pada tiap perlakuan mengalami kenaikan. Perlakuan C memberikan hasil terbaik dengan kelimpahan tertinggi dibandingkan perlakuan A, B, D dan E. Perlakuan E mendapatkan nilai kelimpahan yang terendah yaitu

$14,97 \times 10^5$ sel/ml. Hal ini diduga pengaruh dari pemberian dosis kitosan yang tinggi. Menurut Aji *et al* (2012), penambahan flokulasi yang tinggi tidak akan menimbulkan endapan tetapi semakin memecah endapan dan menimbulkan kekeruhan dalam larutan karena pada kondisi tersebut jumlah flokulasi yang berlebih dapat menyebabkan terjadinya deflokulasi atau restabilisasi partikel karena adanya gaya tolak-menolak antar muatan positif partikel kitosan. Sehingga, pada saat flokulasi, perlakuan E memberikan kelimpahan terendah yang berakibat pada saat rekultur yaitu menghasilkan kelimpahan yang terendah pula.

Presentase kelimpahan sel *Chlorella* sp. hasil kultur ulang dibandingkan sebelum flokulasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Presentase Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hasil Kultur Ulang dibandingkan sebelum Flokulasi

Perlakuan	Kelimpahan ($\times 10^5$ sel/ml)		Presentase (%)
	Sebelum flokulasi	Hasil Kultur Ulang	
A (150 mg/l)	51,53	19,65-28,99	38,13-56,25
B (200 mg/l)	53,79	19,06-29,85	35,43-55,49
C (250 mg/l)	53,13	32,92-42,13	61,96-79,29
D (300 mg/l)	50,46	9,45-22,71	18,72-45,00
E (350 mg/l)	50,08	7,35-18,95	14,67-37,83

Berdasarkan tabel diatas presentase kelimpahan sel *Chlorella* sp. hasil kultur ulang dibandingkan sebelum flokulasi menunjukkan hasil yang berbeda tiap perlakuan. Menurut Puspaningsih dan Saputra (2014), tentang efektifitas NaOH dalam proses flokulasi *Chlorella* sp. air tawar menyatakan rerata presentase kelimpahan sel *Chlorella* sp. hasil kultur ulang dibandingkan sebelum flokulasi adalah presentase terbesar pada perlakuan E(100mg/l) yaitu 7,2-23,38%, selanjutnya perlakuan D (75mg/l), B (25mg/l), A (0mg/l) dan C (50mg/l) masing-masing 6-19,48%; 5,6-18,18%; 4,4-14,29% dan 3,8-12,34%. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan flokulasi alami (kitosan) memiliki nilai

presentase yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai presentase yang menggunakan flokulasi kimia (NaOH), karena semakin besar nilai presentase yang dimiliki akan semakin tinggi pula presentase kelimpahannya.

Kitosan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki 35,95% protein dan 1,59% abu yang dapat dilihat dalam Lampiran 17. Hal ini sesuai dengan Tabel 1, yang menyebutkan mutu kitosan yang baik dengan kadar abu $\leq 2\%$. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) dalam Tetelepta (2011), *Chlorella* memiliki 55,6% protein; 13,3% lemak; 15% karbohidrat; 4,7% serat; 4,2% klorofil dan sisanya terdiri dari Ca, P, Fe, karoten, asam askorbat, thiamin, riboflavin, niasin, asam panthotenat, asam folat, biotin, vitamin B6, vitamin B12 dan vitamin E. *Chlorella* sp. yang memiliki protein tinggi bila diflokulasi dengan kitosan yang memiliki protein yang cukup tinggi, diduga menghasilkan *Chlorella* sp. dengan kadar protein yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan dalam pemberian ikan sebagai pakan alami yang berkualitas.

4. 3 Kualitas Air

Nilai kualitas air selama penelitian (Tabel 10) berada dalam kisaran yang tepat untuk kultur *Chlorella* sp. yaitu suhu selama penelitian berada dalam kisaran 20,8-22,4°C. Menurut Ariyanti dan Handayani (2012), pertumbuhan optimum mikroalga membutuhkan temperatur air berkisar 15 - 30°C . Suhu mempengaruhi besar laju reaksi kimiawi didalam tubuh sel, dimana semakin tinggi suhu semakin besar pula laju reaksi, sehingga laju pertumbuhannya juga semakin meningkat. Namun, ketika suhu terlalu tinggi maka akan menyebabkan denaturasi protein yang dapat menyebabkan kematian. Selain itu, suhu dapat pula mempengaruhi kondisi kesetimbangan respirasi dan fotosintesis. Ketika suhu meningkat, maka respirasi (fotorespirasi) akan meningkat pula. Hal ini akan

menyebabkan kemampuan untuk berfotosintesis menurun (Pulz, 2001 dalam Pratama, 2011).

Tabel 10. Nilai Kualitas Air sebelum Flokulasi dan sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Perlakuan	Parameter yang diamati				
	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	TAN (mg/l)	Amonium (mg/l)
Sebelum flokulasi	A 20,8-21,4	5,01-5,92	6,33-8,26	0,164-0,342	0,163-0,340
	B 21,6-22,3	5,34-5,78	6,49-8,17	0,68-0,366	0,224-0,745
	C 22,0-22,3	5,33-6,07	6,61-8,45	0,113-0,407	0,100-0,405
	D 21,6-22,1	5,19-5,79	6,41-8,28	0,133-0,455	0,132-0,416
	E 21,6-22,4	5,09-6,31	6,30-8,39	0,76-0,422	0,155-0,751
Sesudah flokulasi dan penyimpanan	A 21,1-21,8	5,17-5,87	6,54-8,06	0,312-0,587	0,311-0,537
	B 21,5-21,8	4,50-6,70	8,09-8,66	1,068-4,230	0,924-3,437
	C 21,8-21,9	5,28-5,79	8,34-8,77	0,532-2,667	0,450-1,656
	D 21,8-22,0	5,26-6,10	7,93-8,27	0,300-1,311	0,276-0,789
	E 21,4-22,0	4,89-5,78	7,53-8,54	0,289-1,506	0,247-1,473

* nilai yang ditampilkan pada semua parameter merupakan hasil analisa Laboratorium Kualitas Air IRLPB, (2014).

Nilai DO berada dalam kisaran 5,01-6,70 mg/l. Rostini (2007) mengatakan, pasokan oksigen berasal dari aerasi yang diberikan secara terus-menerus dan juga berguna dalam membantu penguapan gas-gas yang tidak berguna. Selain itu menurut Grant dan Long (1985), kemampuan dari *Chlorella* sp. untuk berfotosintesis yang menghasilkan peningkatan oksigen terlarut pada kultur. *Chlorella* sp. memiliki kemampuan berfotosintesis karena sebagian besar selnya mengandung kloroplas. Aktivitas *Chlorella* sp. dalam melangsungkan proses fotosintesis ini mempengaruhi ketersediaan oksigen terlarut.

Nilai pH medium kultur merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktifitas fotosintesis mikroalga (De La Noue dan De Pauw, 1988 dalam Prabowo, 2009). Menurut Prihantini *et al* (2005), derajat keasaman (pH) media menentukan kelarutan dan ketersediaan ion

mineral sehingga mempengaruhi penyerapan nutrien oleh sel dan perubahan nilai pH yang drastis dapat mempengaruhi kerja enzim serta dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan mikroalga.

Nilai pH selama penelitian berkisar 6,33-8,77. Pada perlakuan sesudah flokulasi dan penyimpanan, nilai pH meningkat karena pemberian kitosan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mumpuni dan Julianto (2011) menyebutkan kitosan bersifat basa karena adanya gugus amina yang memiliki pasangan elektron bebas sehingga bila ditambahkan ke dalam suatu larutan atau media dapat meningkatkan pH. Nielsen (1955) dalam Prihantini *et al* (2005), menyatakan bahwa pH yang sesuai untuk pertumbuhan *Chlorella* berkisar antara 4,5-9,3. Namun menurut Oh-hama dan Miyachi (1988) dalam Prabowo (2009), pada umumnya strain *Chlorella* mampu bertoleransi terhadap kisaran pH yang cukup lebar.

Mikroalga membutuhkan nitrogen dalam bentuk amonium sebagai materi organik untuk fotosintesis (Chen, 2001 dalam Riffiani, 2010). Pada semua perlakuan sebelum flokulasi dengan sesudah flokulasi dan penyimpanan menunjukkan adanya senyawa yang dimanfaatkan *Chlorella* sp yaitu nitrogen anorganik yang terdiri atas amonia (NH_3), dan ammonium (NH_4^+). Menurut Effendi (2003), ammonium merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan tanaman alga. Pada perlakuan sesudah flokulasi dan penyimpanan, nilai TAN dan amonium meningkat dibandingkan dengan perlakuan sebelum flokulasi. Pada perlakuan A, C, D dan E sesudah flokulasi dan penyimpanan menghasilkan nilai amonium yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan B. Hal ini mengindikasikan bahwa amonium telah dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. sebagai sumber nutrient untuk pertumbuhannya. Selain itu, menurut Sidabutar (1999), ammonium digunakan sel pada awal fase pertumbuhan sehingga dengan meningkatnya kandungan ammonium maka menghasilkan pertumbuhan yang

baik. Ammonia yang terukur di perairan berupa ammonia total (NH_3 dan NH_4^+).

Ammonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan ammonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Ammonia bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik (Effendi, 2003).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Dosis kitosan yang paling efektif pada proses flokulasi *Chlorella* sp. terhadap kelimpahan tertinggi adalah 250 mg/l dengan kelimpahan $38,65 \times 10^5$ sel/ml.
- Inokulan *Chlorella* sp. yang telah diflokulasi dan disimpan selama seminggu dapat dikultur hingga hari ke-6.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini , maka disarankan :

- Sebaiknya jumlah inokulan awal tebar pada saat rekultur disamakan sehingga dapat diketahui laju pertumbuhannya.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lama waktu kultur pada saat setelah flokulasi dan penyimpanan hingga didapat nilai kelimpahan sel *Chlorella* sp. mengalami penurunan (fase kematian), pengaruh berbagai waktu penyimpanan terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. dan biomassa *Chlorella* sp. setelah di flokulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 17th ed. Washington: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), and Water Pollution Control Federation (WPCF).
- Aji, R.W., Gusniawati, W.S dan Rokhati. N. 2012. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap proses flokulasi pada pemanenan mikroalga. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri.* **1**(1):28-33.
- Amini S dan Syamididi. 2006. Konsentrasi unsur hara pada media pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan pupuk anorganik teknis dan analis. *Jurnal Perikanan (J.Fish.Sci).* **VIII** (2): 201-206. ISSN: 0853-6384.
- Ariyanti, D dan Handayani, N.A. 2012. Mikroalga sebagai sumber biomassa terbarukan: teknik kultivasi dan pemanenan. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.35-40 hlm.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnology. Fakultas MIPA. Jurusan Biologi. USU, Medan. 152 hlm.
- Bold, H. C and MJ Wyne. 1985. Introduction to the Algae. Second edition, Prentice Hall, Inc, New Jersey.Delhi.
- Borowitzka, M.A and L.J. Borowitzka. 1988. Micro-Alga Biotechnology. Cambridge University Publication, Cambrigde.
- Bought, W.A. 1975. Coagulation with chitosan an aid to recovery of by product from egg breaking waste. *Poultry Science.* **54**: 1904.
- Boyd E.C. 1988. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Alabama (US): Auburn University Agricultural Experiment Station. 359 hlm.
- Dutta P. K, Joydeep Dutta, dan V S Tripathi. 2004. Chitin and chitosan :chemistry, properties and application". *Journal of Scientifis and Industrial Reseach.* **63**:20-31.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta. 258 hlm.
- Fox, J. M, 1987. Intensive Algae Culture Techniques. CRC Hand Book of Mariculture, CRC Press. Inc. Boca Ranton,Florida.
- Fulks,W and K.L. Main. 1991. The Design and operation of commercial-Scale Live Feed Production Systems in Proceeding of a U.S-Asia Workshop, Rotifer and microalgae Culture Systems. January 28-31 991, Hon olulu Hawaii, 3-23 hlm.
- Goldman, C.R and Horne A.J. 1983. Limnology. Mc Graw-Hill Book Company. New York, USA.xvi, 464 hlm.

Grant,W.D, & P.E. Long.1985. The Nature Environment and Biogeochemical Cycle. Vol 1. Berlin: Springler – Verlag.

Hanafiah, K. A. Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi Edisi 3. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 259 hlm.

Haslam, S.M. 1995. River Pollution and Ecological Perspective. John Wiley and sons, Chichester, UK. 253 hlm.

Hendriana, A. 2011. Teknik Pemberian Pakan (Pengenalan dan Pengujian Pakan Ikan. Diploma Institut Pertanian Bogor. Bogor.5 hlm.

Hermanto, M.B., Sumardi., Hawa.L.C., Fictinovri.S.M. 2011. Perancangan bioreaktor untuk pembudidayaan mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian* **12**(3):153-162.

Hikmawati, L. 2012. Penangan Ikan Pasca Tangkap. <http://liyatrikhikmawati.blogspot.com/2012/10/penanganan-ikan-pasca-tangkap.html>. diunduh pada tanggal 5 Oktober 2014 pukul 22.39 WIB.

Hirano. S. 1989. Production and Application of Chitin and Chitosan in Japan. In Chitin and Chitosan Chemistry, Biochemistry. Physical Properties and Application. New York. Sanford Ed. Esevier Science Publ.Co.Inc.246 hlm.

Hirata, Hachiro., Ishak Andrias and Shigehisa Yamashaki. 1981. Effect of Salinity and Temperature on The Growth of The Marine Phytoplankton *Chlorella saccharophila*. Vol. 30. Mem. Fac. Kagoshima University. Japan.

Irianto, H.E dan Soesilo, I. 2007. Dukungan teknologi penyediaan produk perikanan. Makalah. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen kelautan dan Perikanan. Jakarta. 1-20 hlm.

Isnansetyo A, Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Kanisius.

Jaedun, A. 2011. Metodologi Penelitian Eksperimen. Makalah. Fakultas Teknik UNY. Yogyakarta.13 hlm.

Jusadi, D. 2003. Budidaya Pakan Alami Air Tawar (Modul Budidaya *Chlorella*).Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. 1-23 hlm.

Knorr, D. 1982. Functional properties chitin and chitosan. *Journal of Food Science*. **47**: 593-595.

Kumar, H.D and Singh, H. N, A. 1976. Textbook of Algae, Second edition. Affiliated East West PUT ltd. New Delhi.

Mahatmani, F.W., Sugiyo, W dan Sunarto, W. 2012. Sintesis Kitosan dan Pemanfaatannya sebagai Anti Mikrobia Ikan Segar. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. 101-111 hlm.

Mudjiman, A. 2011. Makanan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta.191 hlm.

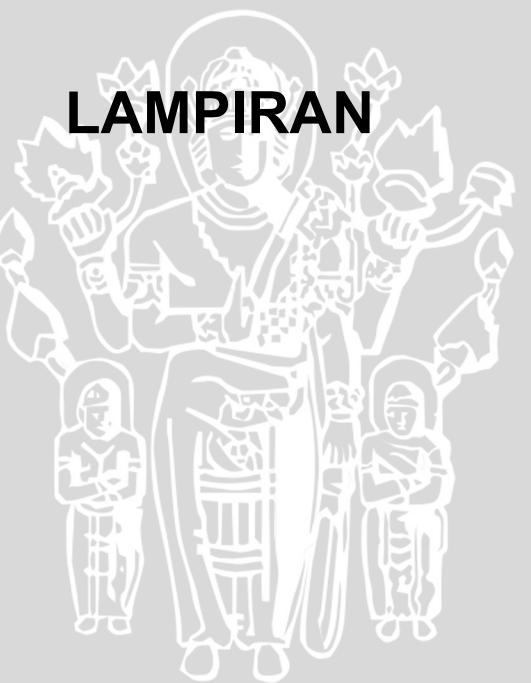
- Mumpuni, R.A dan Julianto, T.S. 2011. Sintesis dan Karakterisasi N-Metil Kitosan serta N-Isopropil Kitosan sebagai kalatis Basa heterogen pada Proses Transesterifikasi Minyak Jelantah. FMIPA. Universitas Islam Indonesia.Yogyakarta. 5 hlm.
- Novotny,V and Olem,H. 1994. Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold, New York.
- Ornum, J.U. 1992. Shrimp Waste Must It Be Wasted. *Infofish*. 6: 48-51.
- Prabowo, D.A. 2009. *Optimasi pengembangan media untuk pertumbuhan Chlorella sp. pada skala laboratorium*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.108 hlm.
- Pratama, I. 2011. *Pengaruh metode pemanenan mikroalga terhadap biomassa dan kandungan esensial Chlorella vulgaris*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.Depok.84 hlm.
- Prescott, G. W. 1978. How to Know The Freshwater Algae. Wne. Brown Company Publisher. 548 hlm.
- Prihantini, N.B., Putri B dan Ratna Y. 2005. Pertumbuhan Chlorella spp. dalam medium ekstrak tauge (MET) dengan variasi pH awal. *Makara Sains*.9(1):1-6.
- Protan Laboratories. 1987. Cation Polymer for Recovery by Product from Processing Waste. Burgess.
- Puspaningsih. D dan Saputra .A. 2014. Efektivitas NaOH dalam Proses Flokulasi *Chlorella* sp. air tawar. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.
- Raupong dan Anisa. 2011. Bahan Ajar Mata Kuliah Perancangan Percobaan. Fak. Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makasar.136 hlm.
- Richmond, A. 1986. CRC Handbook of mikroalga Mass Culture. CRC PressInc. Florida. 468 hlm.
- Riffiani, R. 2010. Penggunaan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* chick amobil untuk meningkatkan kualitas air dalam akuakultur. *J. Hidrosfir Indonesia*.5 (2):25-33.ISSN 1907-1043.
- Rostini, I. 2007. Kultur Fitiplankton (*Chlorella* sp dan *Tetraselmis chuii*) pada Skala Laboratorium.Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran.33 hlm.
- Sachlan, M. 1982. Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sastrosupadi. 2000. Rancangan Percobaan Bidang Pertanian. Kanisius. Yogyakarta. 126 hlm.

- Sidabutar EA. 1999. Pengaruh jenis medium pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. terhadap aktivitas senyawa pemacu pertumbuhan yang dihasilkan Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
- Sinardi., Soewondo P dan Notodarmojo S. 2013. Pembuatan, Karakterisasi dan Aplikasi dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytilus virdis linneaus*) sebagai Koagulan Penjernih Air (121l). Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS 7). Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 33-38 hlm.
- Suantika.G., Adityawati. P., Astuti.D.I dan Sofyan Y. 2009. Pengaruh kepadatan awal inokulum terhadap kualitas kultur *Chaetoceros gracilis* (Schütt) pada sistem batch. *Jurnal Matematika dan Sains*.14(1):1-8.
- Sulistyo, J. 2010. Eksplorasi Sumberdaya Mikroba Penghasil Lemak Sel Tunggal untuk Pengembangan Bioenergi Alternatif Berbasis Biodiesel dan Biometan. Laporan Kemajuan Kegiatan tahap Akhir. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).36 hlm.
- Sumiarsa G.S dan Irwan S. 2010. Perbaikan Teknik Produsksi Massal Pakan Alami untuk Mendukung Perbenihan Ikan Laut. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol. Bali. 667-674 hlm.
- Sumoharjo. 2009. Sistem Akuakultur Produktif dan Ramah Lingkungan. <http://sumoharjo.blogspot.com/2009/07/metode-pengukuran-amonia-dalam.html>. Diakses tanggal 17 April 2014.
- Tetelepta, L.D. 2011. Pertumbuhan Kultur *Chlorella* spp Skala Laboratorium Pada Beberapa Tingkat Kepadatan Inokulum. Fakultas MIPA. Universitas Pattimura. ISBN: 978-602-98439-2-7.198-202 hlm.
- Tripathy T and De BR. 2006. Flocculation: a new way to treat the waste water. *Journal of Physical Science*. 10: 93-127.
- Utami, N.F., Yuniarti, M.S. dan Kiki,H. 2012. Pertumbuhan *Chlorella* sp. yang dikultur pada Perioditas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3):237-244. ISSN:2088-3137.
- Vashista, B. R. 1979. Botany for Degree Student. S. Chand and Company Ltd. Ram Nager. New Delhi.
- Volesky, B. 1979. Algal Product. In Properties of Algal (Ed) Penum Press. New Delhi.
- Watanabe, T. 1979. Nutritional Quality of Living Feeds Used in Seed Production of Fish. Proc. Japan-Soviet Joint. Symp Agriculture 7.
- Wiyarsi, A dan Priyambodo, E. 2010. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penyerapan Logam Berat. Jurusan Pendidikan Kimia .FMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta. Jawa Tengah. 27 hlm.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN



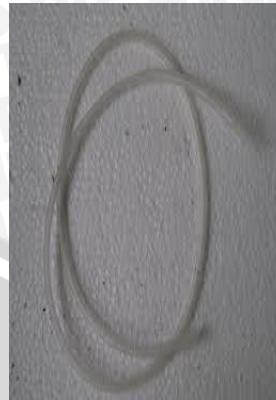
Lampiran 1. Alat-alat yang digunakan dalam Penelitian



Toples kaca volume 3 L



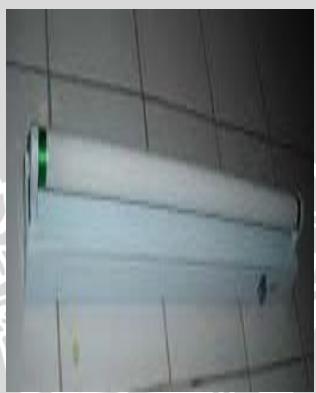
Batu aerasi



Selang aerasi



Erlenmeyer 1 L



Lampu TL 40 watt



Pipet tetes



Mikroskop binokuler merk
Zeiss



Sedgewick Rafter (SR)



Magnetic stirrer



Hand Counter



Timbangan digital merk AC/S (ketelitian 0,01)



Hot plate



Lemari pendingin



Spektrofotometer



DO meter



pH meter



Botol plastik 400 mL



Pipet mohr 10 mL

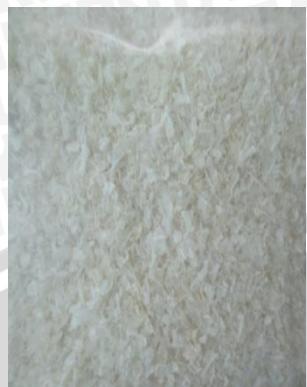


Bola hisap

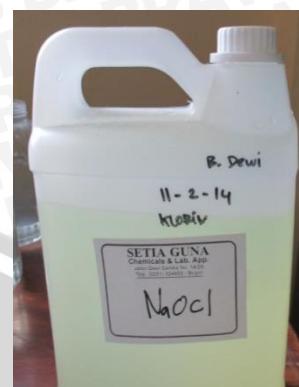
Lampiran 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian



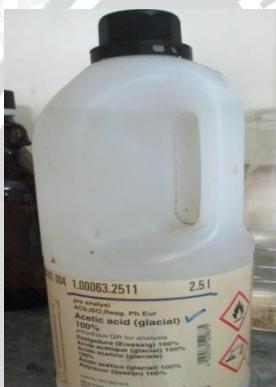
Inokulan *Chlorella* sp.



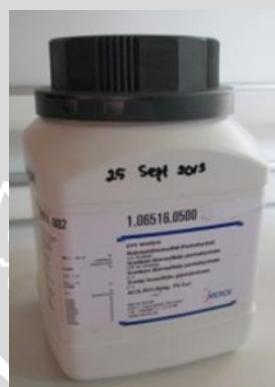
Kitosan



Klorin (NaOCl)



Asam asetat



Nathiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)



Akuades



Pupuk PHM (a.unsur logam; b. esolution; c. KNO_3 ; d. MgSO_4 ; e. K_2HPO_4)

Lampiran 3. Komposisi media PHM (Provasoli Haematococcus Media) termodifikasi

Komposisi	Konsentrasi (mg/l)
K_2HPO_4	200
KNO_3	1000
MgSO_4	200
Esolution*	1000
Unsur logam*	1000

Ket : * kandungan tidak dipublikasikan



Lampiran 4. Tabel Data Kelimpahan *Chlorella* sp. sebelum Flokulasi

Perlakuan dan Ulangan	Kelimpahan hari ke- ($\times 10^5$ sel/ml)					
	1	2	3	4	5	6
(150 mg/l) 1	0,39	12,42	25,73	28,57	37,50	53,12
(150 mg/l) 2	0,39	11,32	23,78	30,90	38,79	52,03
(150 mg/l) 3	0,39	10,18	20,48	27,90	35,69	49,44
Rata-rata \pm SD	0,39\pm0	11,31\pm1,11	23,33\pm2,65	29,12\pm1,57	37,32\pm1,55	51,53\pm1,89
(200 mg/l) 1	0,39	13,07	20,38	27,70	36,10	53,30
(200 mg/l) 2	0,39	12,55	22,42	31,61	37,34	52,97
(200 mg/l) 3	0,39	10,58	20,31	31,08	38,80	55,12
Rata-rata \pm SD	0,39\pm0	12,07\pm1,31	21,03\pm1,19	30,13\pm2,11	37,41\pm1,35	53,79\pm1,15
(250 mg/l) 1	0,39	10,08	18,68	24,95	38,10	51,10
(250 mg/l) 2	0,39	12,70	23,32	30,50	36,26	53,87
(250 mg/l) 3	0,39	10,26	20,65	29,66	36,15	54,42
Rata-rata \pm SD	0,39\pm0	11,01\pm1,46	20,88\pm2,32	28,37\pm2,99	36,84\pm1,09	53,13\pm1,78
(300 mg/l) 1	0,39	10,93	20,06	28,47	34,60	49,01
(300 mg/l) 2	0,39	11,38	20,75	30,80	38,02	51,16
(300 mg/l) 3	0,39	10,18	18,06	29,79	37,74	51,22
Rata-rata \pm SD	0,39\pm0	10,83\pm0,60	16,92\pm1,39	29,69\pm1,16	36,79\pm1,90	50,46\pm1,25
(350 mg/l) 1	0,39	11,86	18,10	26,30	34,30	50,13
(350 mg/l) 2	0,39	11,37	19,98	28,65	37,45	49,57
(350 mg/l) 3	0,39	10,04	19,62	29,47	36,74	50,55
Rata-rata \pm SD	0,39\pm0	11,09\pm0,93	19,23\pm0,99	28,14\pm1,64	36,17\pm1,65	50,08\pm0,49
Perlakuan dan Ulangan	Kelimpahan hari ke- ($\times 10^5$ sel/ml)					
	7	8	9	10	11	
(150 mg/l) 1	53,87	52,15	42,56	30,01	12,46	
(150 mg/l) 2	50,31	48,56	39,32	27,63	16,38	
(150 mg/l) 3	48,93	47,00	40,56	27,64	18,80	
Rata-rata \pm SD	51,03\pm2,54	49,23\pm2,64	40,81\pm1,63	28,42\pm1,37	15,88\pm3,20	
(200 mg/l) 1	53,00	52,56	39,34	27,80	18,76	
(200 mg/l) 2	53,54	52,78	48,34	33,15	20,73	
(200 mg/l) 3	53,45	52,47	47,60	30,46	11,75	
Rata-rata \pm SD	53,33\pm0,29	52,60\pm0,16	45,09\pm4,99	30,47\pm2,67	17,08\pm4,72	
(250 mg/l) 1	53,03	53,16	45,15	30,75	16,78	
(250 mg/l) 2	53,20	50,53	43,41	31,31	22,17	
(250 mg/l) 3	53,20	51,78	45,43	30,67	17,63	
Rata-rata \pm SD	53,14\pm0,09	51,82\pm1,31	44,66\pm1,09	30,91\pm0,34	18,86\pm2,89	
(300 mg/l) 1	50,10	49,45	40,54	31,64	19,80	
(300 mg/l) 2	50,00	49,76	41,26	27,18	18,05	
(300 mg/l) 3	50,75	48,61	39,34	26,42	15,70	
Rata-rata \pm SD	50,28\pm0,40	49,27\pm0,59	40,38\pm9,67	28,41\pm2,81	17,85\pm2,05	
(350 mg/l) 1	50,10	49,45	43,70	32,37	16,83	
(350 mg/l) 2	48,78	47,89	38,34	27,58	18,60	
(350 mg/l) 3	49,56	48,87	39,66	28,90	13,67	
Rata-rata \pm SD	49,48\pm0,66	48,73\pm7,88	40,56\pm2,79	29,61\pm2,48	16,36\pm2,50	

Lampiran 5. Tabel Data Kelimpahan Chlorella sp. sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Perlakuan dan Ulangan	Kelimpahan hari ke- ($\times 10^5$ sel/ml)					
	1	2	3	4	5	6
(150 mg/l) 1	30,64	25,45	21,34	23,25	26,65	28,32
(150 mg/l) 2	28,01	22,36	19,19	22,35	26,26	27,90
(150 mg/l) 3	28,32	22,80	18,43	20,00	25,43	28,19
Rata-rata±SD	28,99 ± 1,43	23,54 ± 1,67	19,65 ± 1,50	21,87 ± 1,67	26,11 ± 0,62	28,14 ± 0,21
(200 mg/l) 1	30,90	23,19	18,35	25,68	27,67	30,15
(200 mg/l) 2	28,19	23,06	19,65	24,25	26,15	29,73
(200 mg/l) 3	30,45	22,29	19,17	24,50	26,07	29,30
Rata-rata±SD	29,85 ± 1,45	22,85 ± 0,48	19,06 ± 0,65	24,81 ± 0,76	26,63 ± 0,89	29,73 ± 0,42
(250 mg/l) 1	43,89	38,24	33,90	34,65	35,75	38,20
(250 mg/l) 2	43,45	37,65	31,29	34,38	35,65	39,40
(250 mg/l) 3	39,06	35,45	33,56	34,46	35,48	38,35
Rata-rata±SD	42,13 ± 2,66	37,11 ± 1,46	32,92 ± 1,41	34,50 ± 0,14	35,63 ± 0,13	38,65 ± 0,65
(300 mg/l) 1	23,45	14,47	9,63	12,50	14,72	16,53
(300 mg/l) 2	22,19	14,60	9,93	10,35	11,70	15,16
(300 mg/l) 3	22,50	15,45	8,80	10,34	12,74	16,55
Rata-rata±SD	22,71 ± 0,65	14,84 ± 0,53	9,45 ± 0,58^b	11,06 ± 1,24	13,05 ± 1,53	16,08 ± 0,79
(350 mg/l) 1	19,34	12,57	8,40	10,74	12,20	15,45
(350 mg/l) 2	18,76	12,65	7,63	9,93	10,85	14,65
(350 mg/l) 3	18,76	12,30	6,02	9,32	11,56	14,80
Rata-rata±SD	18,95 ± 0,33	12,51 ± 0,18	7,35 ± 1,21	10,00 ± 0,71	11,54 ± 0,67	14,97 ± 0,42

Lampiran 6. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-1

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$9,376 \times 10^{12}$	$2,344 \times 10^{12}$	98,864	3,48	5,99
Acak	10	$2,371 \times 10^{11}$	$2,371 \times 10^{10}$			
Total	14	$9,613 \times 10^{12}$				

Keterangan: Fhitung > F 0,01 menyatakan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata

Lampiran 7. Hasil Uji Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-1

Perlakuan	Jumlah Ulangan	$\alpha=0,05$			
		a	b	c	d
A	3			$28,99 \times 10^5$	
B	3			$29,85 \times 10^5$	
C	3				$42,13 \times 10^5$
D	3		$22,71 \times 10^5$		
E	3	$18,95 \times 10^5$			

Lampiran 8. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-2

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$1,118 \times 10^{13}$	$2,795 \times 10^{12}$	253,345	3,48	5,99
Acak	10	$1,103 \times 10^{11}$	$1,103 \times 10^{10}$			
Total	14	$1,129 \times 10^{13}$				

Keterangan: Fhitung > F0,01 menyatakan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata

Lampiran 9. Hasil Uji Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-2

Perlakuan	Jumlah Ulangan	$\alpha=0,05$			
		a	b	c	d
A	3			$23,54 \times 10^5$	
B	3			$22,85 \times 10^5$	
C	3				$37,11 \times 10^5$
D	3		$14,84 \times 10^5$		
E	3	$12,51 \times 10^5$			

Lampiran 10. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-3

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$1,237 \times 10^{13}$	$3,093 \times 10^{12}$	236,626	3,48	5,99
Acak	10	$1,307 \times 10^{11}$	$1,307 \times 10^{10}$			
Total	14	$1,250 \times 10^{13}$				

Keterangan: Fhitung > F0,01 menyatakan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata

Lampiran 11. Hasil Uji Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-3

Perlakuan	Jumlah Ulangan	$\alpha=0,05$			
		a	b	c	d
A	3			$19,65 \times 10^5$	
B	3			$19,06 \times 10^5$	
C	3				$32,92 \times 10^5$
D	3		$9,45 \times 10^5$		
E	3	$7,35 \times 10^5$			

Lampiran 12. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-4

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$1,247 \times 10^{13}$	$3,118 \times 10^{12}$	284,465	3,48	5,99
Acak	10	$1,096 \times 10^{11}$	$1,096 \times 10^{10}$			
Total	14	$1,258 \times 10^{13}$				

Keterangan: Fhitung > F0,01 menyatakan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata

Lampiran 13. Hasil Uji Lanjut Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-4

Perlakuan	Jumlah Ulangan	$\alpha=0,05$			
		a	b	c	d
A	3		$21,87 \times 10^5$		
B	3			$24,81 \times 10^5$	
C	3				$34,50 \times 10^5$
D	3	$11,06 \times 10^5$			
E	3	$10,00 \times 10^5$			

Lampiran 14. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. hari ke-5

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$1,236 \times 10^{13}$	$3,089 \times 10^{12}$	384,372	3,48	5,99
Acak	10	$8,036 \times 10^{10}$	$8,036 \times 10^9$			
Total	14	$1,244 \times 10^{13}$				

Keterangan : Fhitung > F0,01 menyatakan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata

Lampiran 15. Hasil Uji Lanjut Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-5

Perlakuan	Jumlah Ulangan	$\alpha=0,05$		
		a	b	c
A	3		$26,11 \times 10^5$	
B	3		$26,63 \times 10^5$	
C	3			$35,63 \times 10^5$
D	3	$13,05 \times 10^5$		
E	3	$11,54 \times 10^5$		

Lampiran 16. Analisis Keragaman Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-6

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	$1,192 \times 10^{13}$	$2,980 \times 10^{12}$	$1,014 \times 10^3$	3,48	5,99
Acak	10	$2,940 \times 10^{10}$	$2,940 \times 10^9$			
Total	14	$1,195 \times 10^{13}$				

Keterangan : Fhitung > F0,01 menyatakan pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata

Lampiran 17. Hasil Uji Lanjut Duncan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp. Hari ke-6

Perlakuan	Jumlah Ulangan	$\alpha=0,05$			
		a	b	c	d
A	3			$28,14 \times 10^5$	
B	3				$29,73 \times 10^5$
C	3				$38,65 \times 10^5$
D	3		$16,08 \times 10^5$		
E	3	$14,97 \times 10^5$			

Lampiran 18. Hasil Analisis Proksimat

PUSAT PENELITIAN SUMBERDAYA HAYATI DAN BIOTEKNOLOGI LEMBAGA PENELITIAN DAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT INSTITUT PERTANIAN BOGOR						
JL. Kamper Kampus IPB Darmaga-Bogor 16680 Telp.: (0251) 8621257, 8621724, Fax : (0251) 8621724, e-mail : paubtipb@indo.net.id						
HASIL ANALISA PROKSIMAT						
No. 182/I. T. 3/PM/2014						
Nama : Septiani Subekti						
Jenis Sampel : Kitosan						
No	Kode Sampel	K. Air	Abu	Lemak	Protein	Serat Kasar
		%				
1	Kitosan	12.14 12.19	1.71 1.48	0.40 0.44	36.26 35.65	0.25 0.87

Ket : Hasil dihitung berdasarkan sampel yang diterima (segar)

Bogor, 4 Juli 2014
Penanggung jawab.

Analis,


Endang Rusmalia, A.Md.
NIP. 19771106 200710 2 001

Mengetahui,
Kepala Pusat


Prof. Dr. Komang G. Wiryawan
NIP. 19610914 198703 1 002


Prof. Dr. Suharsono, DEA
NIP. 19610428 198703 1 003



Lampiran 19. Tabel Data Kualitas Air sebelum Flokulasi dan Penyimpanan

Perlakuan	Suhu (°C)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
A (150 mg/l)	20,9	21,1	20,8	21,0	21,2	21,4	21,0
B (200 mg/l)	22,3	22,2	22,2	21,6	22,2	22,1	22,1
C (250 mg/l)	22,3	22,0	22,1	22,0	21,5	21,8	22,0
D (300 mg/l)	22,0	22,0	22,0	22,1	22,1	21,6	22,0
E (350 mg/l)	22,2	22,4	22,4	21,8	21,9	21,6	22,0
D0 (mg/l)							
A (150 mg/l)	5,17	5,84	5,87	5,17	5,01	5,92	5,49
B (200 mg/l)	5,34	5,74	5,78	4,89	5,34	5,52	5,43
C (250 mg/l)	5,49	5,67	6,07	5,82	5,33	5,90	5,71
D (300 mg/l)	5,37	5,54	5,69	5,79	5,55	5,19	5,52
E (350 mg/l)	6,31	5,94	5,17	5,39	5,99	5,09	5,64
pH							
A (150 mg/l)	6,33	6,81	6,80	8,26	6,68	6,64	6,92
B (200 mg/l)	6,49	6,68	6,92	8,17	6,67	6,51	6,90
C (250 mg/l)	6,83	6,80	6,73	8,45	6,71	6,61	7,02
D (300 mg/l)	6,41	6,79	6,51	8,28	6,61	6,76	6,89
E (350 mg/l)	6,60	6,50	7,27	8,39	6,31	6,30	6,89
TAN (mg/l)							
A (150 mg/l)	0,168	0,246	0,342	0,269	0,258	0,164	0,241
B (200 mg/l)	0,258	0,366	0,75	0,239	0,68	0,226	0,42
C (250 mg/l)	0,151	0,257	0,407	0,113	0,233	0,192	0,225
D (300 mg/l)	0,133	0,273	0,383	0,455	0,277	0,383	0,317
E (350 mg/l)	0,204	0,422	0,76	0,170	0,310	0,229	0,349
Amonium (mg/l)							
A (150 mg/l)	0,167	0,245	0,340	0,268	0,256	0,163	0,240
B (200 mg/l)	0,257	0,364	0,745	0,230	0,676	0,224	0,416
C (250 mg/l)	0,150	0,255	0,405	0,100	0,232	0,191	0,222
D (300 mg/l)	0,132	0,272	0,381	0,416	0,276	0,381	0,310
E (350 mg/l)	0,203	0,420	0,751	0,155	0,309	0,228	0,344

Lampiran 20. Tabel Data Kualitas Air sesudah Flokulasi dan Penyimpanan

Perlakuan	Suhu (°C)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
A (150 mg/l)	21,7	21,6	21,8	21,8	21,1	21,3	21,6
B (200 mg/l)	21,7	21,7	21,8	21,7	21,8	21,5	21,7
C (250 mg/l)	21,8	21,8	21,8	21,9	21,8	21,9	21,8
D (300 mg/l)	21,9	21,9	22,0	21,8	22,0	21,9	21,8
E (350 mg/l)	21,9	22,0	22,0	21,4	21,5	21,5	21,7
DO (mg/l)							
A (150 mg/l)	5,65	5,79	5,63	5,17	5,84	5,87	5,66
B (200 mg/l)	6,70	6,52	4,50	5,54	5,94	5,99	5,73
C (250 mg/l)	6,28	5,54	5,28	5,6	5,79	5,55	5,69
D (300 mg/l)	6,10	6,00	5,26	5,67	6,07	5,82	5,82
E (350 mg/l)	5,50	5,65	5,23	5,74	5,78	4,89	5,46
pH							
A (150 mg/l)	6,54	6,73	6,93	7,65	7,72	8,06	7,27
B (200 mg/l)	8,66	8,34	8,39	8,09	8,23	8,34	8,34
C (250 mg/l)	8,77	8,56	8,34	8,47	8,46	8,56	8,52
D (300 mg/l)	7,98	8,19	8,11	8,27	7,88	7,93	8,06
E (350 mg/l)	8,54	8,05	7,93	7,9	7,53	7,57	7,92
TAN (mg/l)							
A (150 mg/l)	0,373	0,312	0,335	0,333	0,404	0,587	0,391
B (200 mg/l)	1,068	1,204	2,113	2,604	3,357	4,230	2,429
C (250 mg/l)	0,532	0,831	1,552	1,754	1,858	2,677	1,534
D (300 mg/l)	0,300	0,301	0,303	0,451	0,475	1,311	0,525
E (350 mg/l)	0,289	0,369	0,425	0,573	0,558	1,506	0,620
Amonium (mg/l)							
A (150 mg/l)	0,371	0,311	0,332	0,326	0,393	0,537	0,378
B (200 mg/l)	0,924	1,113	1,882	2,435	3,000	3,437	2,132
C (250 mg/l)	0,450	0,738	1,402	1,589	1,623	1,656	1,243
D (300 mg/l)	0,290	0,276	0,284	0,397	0,448	0,789	0,414
E (350 mg/l)	0,247	0,350	0,399	0,531	0,545	1,473	0,591