

**KUALITAS PASTA *Nannochloropsis* sp. ISOLAT LAMPUNG
MANGROVE CENTER (LMC) PADA SKALA INTERMEDIET
BERDASARKAN UJI KANDUNGAN PROTEIN**

(Skripsi)

Oleh

IKA WIDYAWATI



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

ABSTRAK

KUALITAS PASTA *Nannochloropsis* sp. ISOLAT LAMPUNG MANGROVE CENTER (LMC) PADA SKALA INTERMEDIET BERDASARKAN UJI KANDUNGAN PROTEIN

Oleh

Ika Widyawati

Nannochloropsis sp. merupakan fitoplankton yang diperlukan dalam kegiatan budidaya perairan sebagai pakan hidup larva ikan. Salah satu perairan yang terdapat *Nannochloropsis* sp. dengan jumlah melimpah yaitu *Lampung Mangrove Center*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan protein pada pasta *Nannochloropsis* sp. isolat *Lampung Mangrove Center* pada kultur skala intermediet yang diberikan pupuk kombinasi dan dosis NaOH yang berbeda sebagai agen koagulan (pengendapan). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua perlakuan dan masing-masing dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Perlakuan pertama yaitu dengan melihat perbedaan pemberian kombinasi pupuk pertanian (Urea 40 ppm, ZA 20 ppm dan TSP 5 ppm) dan pupuk Conwy 1 ml/L. Perlakuan kedua yaitu pembuatan pasta dengan pemberian dosis NaOH berbeda (100 ppm, 125 ppm, 150 ppm dan 175 ppm). Data

dianalisis dengan menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA), apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata, maka akan dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kombinasi pupuk pertanian dan pupuk Conwy tidak menyebabkan perbedaan pertumbuhan populasi (kepadatan sel, laju pertumbuhan dan waktu generasi) *Nannochloropsis* sp. isolat LMC secara signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$ pada kultur skala intermediet. Dan semakin tinggi dosis NaOH yang diberikan maka berat pasta *Nannochloropsis* sp. akan semakin tinggi. Serta Persentase kandungan protein tertinggi terdapat pada pemberian dosis NaOH 175 ppm dan NaOH 150 ppm dengan kombinasi pupuk Conwy teknis yaitu sebesar 15,73% dan 14,87%.

Kata kunci : *Nannochloropsis* sp., protein, kombinasi pupuk dan dosis NaOH

ABSTRACT

QUALITY OF PASTA *Nannochloropsis* sp. LAMPUNG ISOLATE MANGROVES CENTER (LMC) TEST BASED ON SCALE INTERMEDIATES PROTEIN CONTENT

By

Ika Widyawati

Nannochloropsis sp. is a phytoplankton that is needed in aquaculture activities as live food for fish larvae. One of the waters contained *Nannochloropsis* sp. with abundant amounts, namely Lampung Mangrove Center. This study aims to determine the protein content of *Nannochloropsis* sp. Lampung Mangrove Center isolates in intermediate scale cultures were given combination fertilizers and different NaOH doses as coagulant agents (deposition). This study used a Factorial Completely Randomized Design (RALF) with two treatments and each was repeated three times. The first treatment is to see the difference in the combination of agricultural fertilizers (Urea 40 ppm, ZA 20 ppm and TSP 5 ppm) and fertilizer Conwy 1 ml / L. The second treatment is making pasta by giving different doses of NaOH (100 ppm, 125 ppm, 150 ppm and 175 ppm). Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) method, if the results obtained were significantly different, it would be carried out with the Smallest Significant Difference test (LSD) level

= 0.05. The results showed that administration of a combination of agricultural fertilizers and Conwy fertilizer did not cause differences in population growth (cell density, growth rate and generation time) *Nannochloropsis* sp. LMC isolates were significantly at the level of $\alpha = 0.05$ in the intermediate scale culture. And the higher the dose of NaOH given, the weight of the paste *Nannochloropsis* sp. will be even higher. And the highest percentage of protein content was found in the administration of 175 ppm NaOH and 150 ppm NaOH with a combination of technical Conwy fertilizer which was 15.73% and 14.87%.

Keywords: *Nannochloropsis* sp., Protein, combination fertilizer and dose NaOH

**KUALITAS PASTA *Nannochloropsis* sp. ISOLAT LAMPUNG
MANGROVE CENTER (LMC) PADA SKALA INTERMEDIET
BERDASARKAN UJI KANDUNGAN PROTEIN**

Oleh

Ika Widyawati

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

: **KUALITAS PASTA *Nannochloropsis* sp. ISOLAT
LAMPUNG MANGROVE CENTER (LMC) PADA
SKALA INTERMEDIET BERDASARKAN UJI
KANDUNGAN PROTEIN**

Nama Mahasiswa

: **Ika Widyawati**

NPM

: 1517021030

Jurusan / Program Studi : Biologi / S1


Fakultas

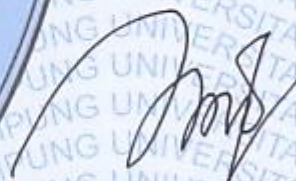
: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Pembimbing 1

Pembimbing 2


Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.
NIP 19641119 199003 1 001


Emy Rusyani, S.Pi., M.Si.
NIP 19710928 199403 2 002

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA


Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP 19610112 199103 1 002

MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

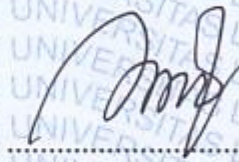
Ketua

: Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.



Sekretaris

: Emy Rusyani, S.Pi., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc**



2. PL1 Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Februari 2019

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ika Widyawati
NPM : 1517021030
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

"Kualitas Pasta *Nannochloropsis* sp. Isolat Lampung Mangrove Center (Lmc) pada Skala Intermediet Berdasarkan Uji Kandungan Protein"

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 23 Februari 2019

Yang menyatakan,



(Ika Widyawati)

NPM: 1517021030

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bawang Sakti Jaya pada tanggal 25 Juni 1997, sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Yulianto dan Ibu Suminten.

Penulis menyelesaikan Pendidikan, Sekolah Dasar di SD N 2 Banjar Agung, lulus pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama di SMP N 2 Banjar Baru pada tahun 2012, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 2 Menggala lulus pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti Organisasi HIMBIO, ROIS FMIPA dan BEM FMIPA Unila, dan pernah diamanahkan menjadi Bendahara Biro Kesekretariatan dan Logistik Himpunan Mahasiswa Biologi Unila HIMBIO periode 2016 dan Sekretaris Umum HIMBIO periode 2017.

Motto

"Nothing is Impossible"

"Selalu Berdo'a dan Berusaha"

*"Berdoalah kepada-Ku Pastilah Aku Kabulkan Untukmu
(QS Al Mukmin : 60)"*

*Kupersembahkan karya ini kepada orang-orang yang kusayang
Ibunda Suminten dan Ayahanda Yulianto sebagai tanda hormat
dan tanda terimakasih yang tiada terhingga atas dukungan,
motivasi dan cinta kasih yang tiada hentinya.*

*Adikku Rizky Febrian yang selalu mendoakan disetiap doa yang
dipanjatkan .*

*Sahabat tercinta yang selalu setia bersama dalam menyelesaikan
skripsi, terus memberikan saran dan menyemangati Siti
Nurjannah.*

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamiin,

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Universitas Lampung dengan judul “**KUALITAS PASTA *Nannochloropsis* sp. ISOLAT LAMPUNG MANGROVE CENTER (LMC) PADA SKALA INTERMEDIET BERDASARKAN UJI KANDUNGAN PROTEIN**” telah dapat penulis selesaikan.

Dengan terselesaikannya skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc., selaku PLT Dekan FMIPA Universitas Lampung;
2. Bapak Drs. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung;
3. Bapak Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D., selaku Pembimbing utama atas bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Emy Rusyani, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing kedua atas bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

5. Bapak Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc., selaku penguji utama pada ujian skripsi.
Terimakasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar proposal terdahulu;
6. Bapak Dr. Hendri Busman, M.Biomed., selaku pembimbing akademik;
7. Bapak dan Ibu Staff administrasi FMIPA Universitas Lampung;
8. Rekan satu tim penelitian yang selalu memberi motivasi Steviolita Wijayanti dan
Eka Putri Firgiandini;
9. Kakak-kakak yang telah membantu dalam proses penelitian Kak Wanda, Kak
Rizky, Kak Rian, Rahmat dan Irfandi;
10. Sahabat surgaku Rohmawati, Wuri Artikasari, Vina Novita Sari, Lati Piari Putri
Puspa Sari Dewi, Desty Islami, Deni Wahyu Safitri serta rekan-rekan mahasiswa/i
Jurusan Biologi 2015 FMIPA Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 22 Februari 2019

Penulis,

Ika Widyawati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
D. Kerangka Pemikiran	5
E. Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Mikroalga sebagai Pakan Hidup	7
B. Biologi <i>Nannochloropsis</i> sp.....	9
1. Klasifikasi dan Morfologi <i>Nannochloropsis</i> sp.	9
2. Morfologi <i>Nannochloropsis</i> sp.	10
C. Kandungan Gizi <i>Nannochloropsis</i> sp.	11
D. Reproduksi <i>Nannochloropsis</i> sp.	12
E. Kultur <i>Nannochloropsis</i> sp.	13
F. Pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp.	14
G. Faktor Pembatas <i>Nannochloropsis</i> sp.	16
H. Ekosistem Mangrove.....	19
I. Pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.	20
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat.....	22
B. Bahan dan Alat.....	22
1. Bahan Penelitian.....	22
2. Alat Penelitian.....	24
C. Metode Penelitian	28

1. Persiapan Penelitian	29
1.1 Sterilisasi Alat.....	29
1.2 Sterilisasi Bahan	29
1.3 Persiapan Media Uji	30
1.3.1 Persiapan Bahan Penelitian	30
1.3.2 Kultur <i>Nannochloropsis</i> sp.....	32
2. Perlakuan.....	34
2.1 Perlakuan Pemberian Pupuk.....	34
3. Pembuatan Pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.....	35
D. Parameter Penelitian	37
1. Jumlah Kepadatan Populasi <i>Nannochloropsis</i> sp.....	37
2. Laju Pertumbuhan Spesifik	37
3. Waktu Generasi	38
4. Kualitas Air Media	39
E. Analisis Data	39

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan	40
1. Kepadatan Populasi <i>Nannochloropsis</i> sp.	40
2. Kepadatan Populasi Maksimum	44
3. Laju Pertumbuhan Spesifik	45
4. Waktu Generasi	47
5. Berat Pasta	49
6. Kandungan Protein	52
7. Kualitas Air.....	56

V. SIMPULAN DAN SARAN62

DAFTAR PUSTAKA63

LAMPIRAN.....70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan- bahan yang digunakan untuk kultur <i>Nannochloropsis</i> sp. skala intermediet dan pembuatan pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.....	23
2. Alat – alat yang digunakan untuk sterilisasi selama penelitian.....	24
3. Alat-alat yang digunakan untuk kultur <i>Nannochloropsis</i> sp. skala intermediet selama penelitian.....	24
4. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan pasta <i>Nannochloropsis</i> sp. skala intermediet selama penelitian.....	26
5. Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran kualitas air <i>Nannochloropsis</i> sp. selama penelitian	27
6. Komposisi bahan pembuatan pupuk Conwy Teknis.....	31
7. Komposisi <i>Trace Metal Solution</i> dan Vitamin B ₁₂	32
8. Rerata kepadatan populasi maksimum <i>Nannochloropsis</i> sp. setiap perlakuan	44
9. Rerata laju pertumbuhan spesifik <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	46
10. Rerata waktu generasi <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	48
11. Kisaran kualitas air selama penelitian pada semua perlakuan.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Nannochloropsis</i> sp.....	9
2. Morfologi sel <i>Nannochloropsis</i> sp.....	11
3. Kurva pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp.....	15
4. Tata letak akuarium.....	28
5. Grafik kepadatan rerata populasi <i>Nannochloropsis</i> sp. pada masing-masing perlakuan	41
6. Berat pasta <i>Nannochloropsis</i> sp. setiap perlakuan.....	50
7. Diagram Batang kandungan protein <i>Nannochloropsis</i> sp. setiap perlakuan...	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Kepadatan Populasi Sel <i>Nannochloropsis</i> sp. (10^4 sel/mL) selama penelitian	70
2. Hasil Analisis Independent Samples T Test Group Statistics terhadap kepadatan populasi maksimum (10^4 sel/mL) <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	71
3. Hasil Analisis Independent Samples T Test Grou terhadap kepadatan populasi maksimum (10^4 sel/mL) <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan.....	71
4. Hasil Analisis Independent Samples T Test Group Statistics terhadap laju pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	72
5. Hasil Analisis Independent Samples T Test terhadap laju pertumbuhan <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	72
6. Hasil Analisis Independent Samples T Test Group Statistics terhadap waktu generasi <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan.....	72
7. Hasil Analisis Independent Samples T Test terhadap waktu generasi <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	73
8. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) terhadap Berat Pasta <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	73
9. Hasil Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil Taraf 0,05 terhadap Berat Pasta <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	73

10. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) terhadap Protein Pasta <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	77
11. Hasil Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil Taraf 0,05 terhadap Protein Pasta <i>Nannochloropsis</i> sp. pada setiap perlakuan	77
12. Hasil Proksimat pada setiap perlakuan	80
13. Data Kualitas Air Selama Penelitian.....	83
14. Foto kegiatan.....	86

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ketersediaan larva atau benih ikan, baik dari segi kualitas mutu dan kesinambungannya harus seimbang dengan perkembangan budidaya perikanan laut. Ketersediaan pakan dengan kualitas baik, terutama pakan alami yaitu fitoplankton (mikroalga) dan zooplankton saat ini sulit dilakukan, sehingga pengadaan larva dapat terhambat. Tersedianya pakan alami saat ini tetap dibutuhkan walaupun pakan buatan telah banyak diproduksi untuk pakan larva. Hal ini terjadi karena pakan alami memiliki kelebihan dibandingkan dengan pakan buatan, seperti dapat menjaga kualitas perairan dan memiliki gizi yang seimbang (Widjaja, 2004).

Mikroalga dapat berfungsi sebagai pakan alami bagi produksi masal larva ikan dan zooplankton, sehingga mikroalga sangat berperan penting dalam proses kegiatan budidaya dan dapat bernilai ekonomis yang tinggi. Kandungan protein tinggi yang dimiliki mikroalga dapat berpotensi menghasilkan berbagai produk seperti enzim, vitamin, sterol, asam lemak, karotenoid, fikobilin, polisakarida dan senyawa bioaktif yang lain (Harun *et al.*, 2010).

Hemaiswarya *et al.*, (2010) menyatakan ada beberapa kriteria agar mikroalga (fitoplankton) dapat digunakan dalam akuakultur, seperti harus memiliki nilai gizi tinggi yang sesuai dengan ukuran sel, mudah untuk dibudidayakan, tidak bersifat toksisitas dan memiliki dinding sel yang mudah dicerna agar memperoleh nutrisi yang tersedia.

Salah satu mikroalga laut yang memiliki kandungan nutrisi tinggi yaitu *Nannochloropsis* sp., yang dapat digunakan secara luas sebagai pakan bagi industri *hatchery aquaculture* seperti larva ikan, larva dan juvenile bivalvia, serta rotifera (Tawfiq *et al.*, 1999). Kandungan nutrisi dari analisis proksimat pada *Nannochloropsis* sp. yang diberi pupuk Conwy adalah protein 17,25%, karbohidrat 32,42%, dan lemak 4,13% (Rusyani, 2012).

Masalah yang sering terjadi adalah ketersediaan *Nannochloropsis* sp. secara kontinyu, hal ini disebabkan oleh sulitnya kultur secara massal yang diakibatkan oleh kurangnya sinar matahari pada saat musim hujan dan adanya perubahan lingkungan yang terjadi. Menurunnya populasi zooplankton (rotifer) akibat jumlah kepadatan *Nannochloropsis* sp. yang berkurang, maka akan berdampak pula pada penurunan populasi larva-larva ikan (Muliono, 2004). Maka perlu dilakukan suatu cara agar dapat mengatasi penurunan jumlah populasi mikroalga tersebut.

Kokarkin dan Kusnendar (2000) telah menemukan cara agar biomassa mikroalga mengendap menjadi padatan (pasta) yang dapat digunakan sebagai pakan alami rotifer. NaOH yang diberikan dalam media budidaya akan

meningkatkan nilai pH yang terdapat dalam air, sehingga mikroalga akan mengalami pengendapan (Kokarkin dan Kusnendar, 1999). Sel-sel *Nannochloropsis* sp. akan melekat dan mengendap pada saat keadaan memiliki pH yang tinggi.

Bahtiar (2007) menyatakan bahwa berbagai jenis mikroalga yang dapat berpotensi menjadi biotarget industri telah tumbuh dan berkembang pada ekosistem hutan mangrove. Hasil analisis isi lambung 13 jenis ikan yang diambil dari *Lampung Mangrove Center*, ditemukan tiga jenis mikroalga yang paling banyak populasinya yaitu *Nannochloropsis* sp., *Tetraselmis* sp. dan *Nitzschia* sp. (Tugiyono *et al.*, 2013).

Hutan mangrove yang dimiliki Lampung seluas $\pm 10.533,676$ hektar (Kordi, 2012). Berdasarkan Surat Keputusan Bupati No.660/305/04/SK/2005/1546-/J.26/KL/2005 tanggal 10 Mei 2005 menetapkan bahwa 700 hektar atau 6,65% dari total luas hutan mangrove provinsi Lampung merupakan hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur yang masuk dalam kawasan *Lampung Mangrove Center* (Monografi Desa Margasari, 2012).

Pembuatan stock isolat murni pada tiga jenis fitoplankton *Nannochloropsis* sp., *Tetraselmis* sp. dan *Nitzschia* sp. yang diperoleh dari perairan *Lampung Mangrove Center* telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya. Menurut (Tugiyono, 2017) isolat *Nannochloropsis* sp. merupakan satu dari tiga jenis fitoplankton seperti *Tetraselmis* sp. dan *Nitzschia* sp. yang memiliki laju

pertumbuhan dan kepadatan populasi terbaik berdasarkan hasil kultur secara laboratorium. Isolat *Nannochloropsis* sp. memiliki banyak kandungan nutrisi sehingga dapat berfungsi sebagai pakan alami terutama pada kandungan protein yang memiliki nilai nutrisi tertinggi yaitu sebesar 52,11% (Riedl, 2009).

Untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pembuatan pasta *Nannochloropsis* sp. dalam skala intermediet dan mengetahui kandungan nutrisi terutama protein pada pasta *Nannochloropsis* sp. yang diisolat dari *Lampung Mangrove Center* pada skala intermediet.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membuat pasta *Nannochloropsis* sp. isolat *Lampung Mangrove Center* pada skala intermediet dengan jenis pupuk dan dosis NaOH yang berbeda
2. Menganalisis kandungan protein pada pasta *Nannochloropsis* sp. isolat *Lampung Mangrove Center* dengan menggunakan metode analisis proksimat.

C. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pembuatan pasta *Nannochloropsis* sp. pada skala intermediet dengan penggunaan jenis

pupuk dan dosis NaOH yang berbeda serta dapat memberikan informasi mengenai kandungan protein pasta *Nannochloropsis sp.* isolat *Lampung Mangrove Center* pada kultur skala intermediet dengan menggunakan metode analisis proksimat.

D. Kerangka Pemikiran

Budidaya perairan harus seimbang dengan adanya ketersediaan larva atau benih ikan. Penyediaan pakan alami yang berkualitas terutama fitoplankton dan zooplankton saat ini sulit tersedia sehingga dapat menghambat tersedianya larva ikan. Pakan alami sangat berperan penting walaupun sudah adanya pakan buatan yang tersedia. Hal ini terjadi karena pakan alami memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pakan buatan.

Terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi fitoplankton dan zooplankton agar dapat dijadikan sebagai pakan alami yang berkualitas, yaitu mudah untuk dibudidayakan, mengandung nilai nutrisi yang tinggi, tidak mengandung toksik, memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut larva dan mudah dicerna. Salah satu fitoplankton yang memiliki kandungan nutrisi tinggi dan sesuai untuk pakan alami yaitu *Nannochloropsis sp.*

Terdapat masalah dalam penyediaan *Nannochloropsis sp.* dalam jumlah produksi yang banyak atau secara massal yang terjadi secara terus menerus atau kontinyu, hal ini terjadi karena faktor cuaca yang dapat menghambat

proses budidaya. Sehingga diperlukan adanya cara agar *Nannochloropsis* sp. dapat tersedia dengan jumlah yang banyak namun tidak beresiko.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menemukan cara agar *Nannochloropsis* sp. dapat diproduksi dalam jumlah yang seimbang dengan adanya larva ikan. Cara tersebut yaitu dengan menjadikan *Nannochloropsis* sp. sebagai pasta.

Lampung Mangrove Center merupakan tempat yang banyak ditemukannya fitoplankton terutama *Nannochloropsis* sp., sehingga penelitian yang dilakukan menggunakan isolat *Nannochloropsis* sp. dari *Lampung Mangrove Center* ini. Isolat *Nannochloropsis* sp. *Lampung Mangrove Center* telah dibudidayakan secara laboratorium. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang Isolat *Nannochloropsis* sp. *Lampung Mangrove Center* yang dikultur secara intermediet atau semi massal serta dengan pembuatan pasta dan menganalisis kandungan protein yang terdapat dalam pasta *Nannochloropsis* sp.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah pemberian kombinasi pupuk pertanian (Urea 40 ppm, ZA 20 ppm, dan TSP 5 ppm) dan pemberian dosis NaOH 125 ppm dapat menghasilkan produksi pasta dengan jumlah terbanyak dan meningkatkan kandungan protein yang tinggi dari *Nannochloropsis* sp. isolat *Lampung Mangrove Center*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikroalga sebagai Pakan Hidup

Proses dalam kegiatan pembenihan ikan terdapat fitoplankton atau mikroalga yang memegang peranan penting. Tidak hanya digunakan sebagai pakan zooplankton, fitoplankton dapat berfungsi untuk menjaga kualitas air hanya dengan menambahkannya ke dalam bak sebagai media pemeliharaan larva, hal ini karena beberapa fitoplankton yang diketahui efektif dapat menyerap senyawa yang bersifat racun untuk larva. Fitoplankton dapat berfungsi sebagai pakan larva secara langsung pada jenis tertentu seperti kerang dan teripang (Muhaemin *et al.*, 2014). Kegiatan budidaya yang bersifat komersial, fitoplankton (mikroalga) sangat diperlukan seperti pada jenis ikan (larva atau dewasa), bivalvia dan moluska (larva, juvenil dan dewasa), crustacea (stadia awal larva), holothuriidae (larva, juvenil dan dewasa) Fulks and Main (1991).

Nannochloropsis sp., *Dunaliella* sp. dan *Tetraselmis* sp. memiliki nilai gizi yang tinggi, sehingga ketiga jenis fitoplankton ini dapat berpotensi sebagai biofeed (Tjahjo *et al.*, 2002). Melimpahnya ketiga jenis alga tersebut di

Perairan Teluk Lampung, maka perlu dilakukan isolasi bertingkat (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Menurut Tugiyono dan Master (2016), *Nannochloropsis* sp., *Tetraselmis* sp. dan *Nitzschia* sp. merupakan fitoplankton yang banyak ditemukan di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur melalui analisis isi lambung 13 jenis ikan yang ditangkap dalam ekosistem mangrovenya.

Kultur skala semi massal atau massal perlu dilakukan agar *Nannochloropsis* sp. atau lebih dikenal dengan nama *Chlorella* laut dapat dijadikan pakan zooplankton seperti *Barchionus plicatilis* atau rotifer, atau untuk pakan langsung larva kerang atau teripang (Lubian *et al.*, 2000). Hasil analisis proksimat dari *Nannochloropsis* sp. yang menggunakan media tumbuh berupa pupuk Conwy memiliki kandungan nutrisi yaitu protein 17,25%, karbohidrat 32,42% dan lemak 4,13% (Rusyani, 2012).

Produksi lipid dan protein yang berlebih pada *Nannochloropsis* sp. dapat membantu menurunkan tekanan lingkungan seperti salinitas dan nitrogen (Muhaemin, 2011). Menurut Fulks dan Main (1991), *Nannochloropsis* sp. memiliki kandungan antibiotik, pertumbuhan yang relatif cepat, tidak menimbulkan kerusakan dan racun dalam bak pemeliharaan larva, serta mempunyai sifat yang mudah dikultur baik secara semi massal maupun massal.

B. Biologi *Nannochloropsis* sp.

A. Klasifikasi dan Morfologi *Nannochloropsis* sp.

Klasifikasi *Nannochloropsis* sp. menurut Adehoog dan Simon (2001)

Sebagai berikut:

Regnum : Protista
Divisio : Chromophyta
Classis : Eustigmatophyceae
Ordo : Eustigmatales
Familia : Monodopsidaceae
Genus : *Nannochloropsis*
Spesies : *Nannochloropsis* sp.



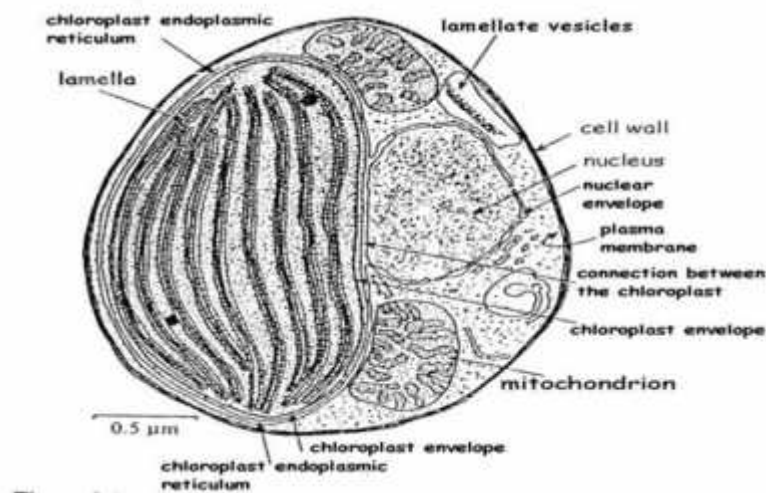
Gambar 1. *Nannochloropsis* sp. (Adehoog dan Simon, 2001).

B. Morfologi *Nannochloropsis* sp.

Nannochloropsis sp. merupakan mikroalga berukuran 2-4 μ , memiliki dua flagella (Heterokontous) dimana salah satu flagella memiliki rambut yang tipis dan memiliki warna yang hijau. *Nannochloropsis* sp. mempunyai nucleus yang dilapisi dengan membran dan memiliki kloroplas, karena adanya stigma (bintik mata) yang dimiliki maka kloroplas bersifat sensitif terhadap cahaya, dan dapat melakukan fotosintesis karena kandungan klorofil yang dimiliki. Mikroalga ini memiliki ciri khas yaitu adanya komponen selulosa sebagai penyusun dinding selnya (Sleigh dan Williams, 1991), dapat tumbuh pada salinitas 0-35% sehingga bersifat kosmopolit, dan salinitas optimal pada pertumbuhannya yaitu 20-25%. Kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan mikroalga ini yaitu 25°-30° (Sachlan, 1982). Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) mikroalga ini dapat tumbuh dengan baik pada intensitas cahaya 100-10000 lux dan pada kisaran pH 8-9,5. Standar oksigen terlarut untuk organisme yang hidup di laut yaitu >3,0 mg/L (Restiada *et al.*, 2008).

Belasco (1996) menyatakan bahwa *Nannochloropsis* sp. merupakan genus dari ganggang hijau yang dapat hidup di air laut, tawar dan tempat basah, berbentuk seperti bola, dan kandungan kloroplas yang dimiliki berbentuk seperti mangkuk serta dapat berkembang biak dengan membelah diri dan dapat pula secara vegetatif.

Inti sel merupakan struktur yang memiliki ukuran relatif besar dengan bentuk yang bulat dan dikelilingi sitoplasma. Membran sel mengelilingi sitoplasma yang berperan penting dalam mengatur seluruh aktifitas sel seperti berkembang biak dan fotosintesis. Fotosintesis dapat dilakukan karena kloroplas menyerap energi cahaya saat terjadinya proses fiksasi CO₂. Kloroplas bersifat sensitif terhadap cahaya karena memiliki stigma (bintik mata) dan bentuk kloroplas seperti lonceng yang berada di tepi sel (Waggoner dan speer, 1999).



Gambar 2. Morfologi sel *Nannochloropsis* sp. (Wagoner dan speer, 1999).

C. Kandungan Gizi *Nannochloropsis* sp.

Kandungan gizi dan pigmen yang dimiliki *Nannochloropsis* sp. yaitu protein (52,11 %), karbohidrat (16 %), lemak (27,64 %), vitamin C (0,85 %) dan klorofil A (0,89 %) (Anon *et al.*, 2009). Laven dan Sorgeloos (1996) menjelaskan bahwa kandungan protein *Nannochloropsis* sp. sebesar 37 %, karbohidrat 18 % dan lemak sebesar 7,8 % berat kering.

Kandungan minyak mentah yang dimiliki *Nannochloropsis* sp. cukup tinggi yaitu dapat mencapai hingga 68% (Susilaningsih *et al.*, 2009). *Nannochloropsis* sp. juga memiliki kandungan Eicosapentaenoic acid (EPA) dan vitamin B12 yang masing-masing berjumlah 30,5 %, serta 42,7% berupa kandungan total omega 3 Highly unsaturated Fatty Acids (HUFAs). Fulks dan Main (1991) menjelaskan bahwa kandungan asam lemak yang dimiliki *Nannochloropsis* sp. lebih tinggi dibandingkan mikroalga lain. Komponen antioksidan yang tinggi juga terdapat pada *Nannochloropsis* sp. seperti flavoxanthin, loraxanthin, neoxanthin, sebagian fenolik, karotenoid, astaxanthin dan kantaxanthin (Hasegawa *et al.*, 1990).

D. Reproduksi *Nannochloropsis* sp.

Nannochloropsis sp. melakukan reproduksi dengan cara membelah diri dan membentuk autospora atau secara seksual. Masing-masing sel yang telah masak akan membelah diri dapat menghasilkan dua dan empat autospora. Autospora merupakan spora non flagel yang memiliki bentuk seperti induknya, namun ukuran tubuhnya lebih kecil. Autospora yang telah diproduksi akan dibebaskan dari sel induknya melalui hancurnya dinding sel yang telah dewasa dan berkembang biak hingga seperti ukuran induknya (Barsanti dan Gualtieri, 2006).

E. Kultur *Nannochloropsis* sp.

Kultur alga memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan usaha budidaya tanaman yang lain seperti: i. kandungan protein, lemak dan vitamin tinggi per hektar, ii. produksi tinggi per hektarnya, iii. penggunaan air sangat rendah per biomassa, iv. penggunaan/penyerapan carbon dan v. seluruh tubuhnya dapat dimanfaatkan (Sivakumar and Rajendran, 2013).

Kultur mikroalga merupakan aspek penting dalam usaha budidaya perairan terutama dalam pembenihan ikan yang harus dapat dikuasai agar stok pakan alami dapat tersedia secara kontinyu. Menurut Rusyani *et al.*, (2007), secara umum, teknik untuk melakukan kultur plankton terdiri dari tiga tahapan, yaitu skala laboratorium, skala semi massal dan skala massal.

Kultur semi massal fitoplankton dilakukan pada ruangan yang beratap transparan dan tergolong dalam ruangan yang semi terbuka tanpa adanya dinding, hal ini bertujuan agar dapat memanfaatkan sinar matahari untuk melakukan proses fotosintesis. Proses pengkulturan dengan menggunakan wadah fiber atau beton dengan volume 100 liter, maka cahaya matahari harus diatur agar optimal dan jangan terlalu kuat, jika cahaya terlalu kuat maka akan menghambat pertumbuhan, hal ini terjadi karena suhu akan menjadi tinggi sehingga kultur cenderung akan berhenti (Anindiastuti *et al.*, 2007).

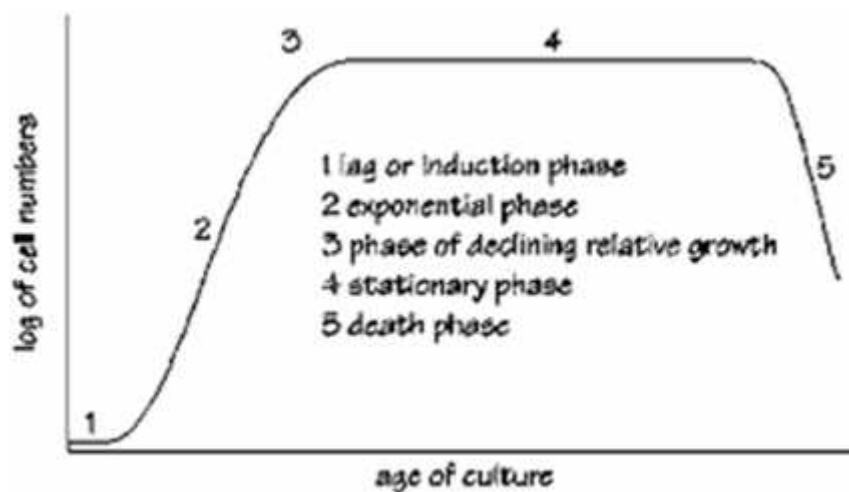
Hasil dari kultur laboratorium akan menjadi bibit untuk kultur semi massal. Aklimatisasi atau adaptasi lingkungan harus dilakukan minimal

satu hari sebelum bibit dikultur. Diperlukan bibit sejumlah 5-10 % dari volume total pada media kultur 100 liter. Kultur awal memerlukan salinitas 28-30 ppt, suhu air < 31°C, pH 7,9-8,3, intensitas cahaya 10.000-50.000 lux. Pupuk yang digunakan pada saat melakukan kultur berasal dari bahan kimia murni murni (PA:Pro Analisis) dan atau pupuk teknis, seperti Conwy, Guillard's, EDTA, TMRL dan modifikasi BBL semi massal, dosis pupuk 1 ml/L media (Anindiastuti *et al.*, 2007).

F. Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Pertumbuhan merupakan biosintesis yang dapat menyebabkan substansi atau protoplasma menjadi bertambah seperti perbanyakan sel, pembesaran sel dan berbagai materi di sekitar sel menjadi bergabung. Pertumbuhan pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. dapat diartikan sebagai bertambahnya jumlah sel (Dwijoseputro, 1994). Pertumbuhan pada suatu jasad dapat dilihat dari dua segi yaitu pertumbuhan dari segi sel dan pertumbuhan dari segi populasi. Adanya penambahan volume sel dan bagian sel yang lain merupakan arti dari pertumbuhan sel, atau dapat pula diartikan sebagai penambahan kuantitas isi atau kandungan yang berada di dalam sel. Akibat dari adanya pertumbuhan sel seperti dari satu sel menjadi dua sel, dari dua sel menjadi empat sel dan seterusnya hingga mencapai jumlah jutaan merupakan arti dari pertumbuhan populasi (Lakitan, 2007).

Umumnya pertumbuhan pada *Nannochloropsis* sp. yang dikultur dengan media yang terbatas akan sangat dipengaruhi oleh aerasi, nutrisi, cahaya, suhu, salinitas dan pH. Rata-rata pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. pada hari ke-5 telah mencapai fase puncak pada pertumbuhannya dan mengalami penurunan pada hari ke-7, hal ini berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Divisi Pakan Hidup Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) tahun 2008. Kualitas bibit, padat penebaran, intensitas cahaya, pupuk dan kualitas air merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi waktu untuk mencapai kepadatan yang tertinggi. Kurva S atau Sigmoid merupakan pola tertentu yang diikuti oleh penambahan sel dalam kultur yang dilakukan



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. (Laven and Sorgellos, 1996).

Pola pertumbuhan atau kurva pertumbuhan dibagi menjadi 5 fase pertumbuhan oleh Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), yaitu :

1. Fase lag merupakan fase saat belum adanya penambahan densitas atau sangat rendahnya jumlah penambahan densitas fitoplankton. Penyebab hal tersebut karena metabolisme saat tumbuh menjadi lamban akibat sel-sel fitoplankton masih berada pada proses adaptasi secara fisiologisnya.
2. Fase log/eksponensial merupakan fase saat terjadinya pertambahan kepadatan sel fitoplankton secara meningkat.
3. Fase penurunan kecepatan tumbuh pada pembelahan sel mulai melambat akibat kondisi fisik dan kimia kultur mulai membatasi pertumbuhan.
4. Fase stasioner merupakan fase seimbang antara jumlah sel yang membelah dan sel yang mati, sehingga dapat disebut dengan faktor pembatas dan kecepatan yang dimiliki untuk dapat tumbuh adalah sama.
5. Fase kematian merupakan fase saat sel tidak mampu lagi untuk mengalami pembelahan.

G. Faktor Pembatas *Nannochloropsis* sp.

1. Sumber air

Sumber air berkualitas terlihat jernih, bersih dan tidak berbau merupakan sumber air yang dilihat secara visual. Parameter yang baik untuk pertumbuhan fitoplankton tidak hanya dilihat dari kejernihan air laut,

karena sumber air laut yang digunakan seharusnya telah memenuhi syarat yang teruji secara fisika, kimia, dan biologi (Sugianto, 1997).

2. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton

2.1 Cahaya

Menurut Jeffries dan Mills (1996), cahaya dalam suatu ekosistem perairan merupakan sumber yang paling utama. 2000-8000 lux merupakan kisaran optimal intensitas cahaya bagi pertumbuhan fitoplankton. Cahaya memiliki dua fungsi di dalam perairan, yaitu:

1. Pemanas air agar suhu dapat berubah. Organisme mempunyai kisaran suhu minimum dan maksimum untuk proses kehidupannya, sehingga perubahan suhu akan sangat berpengaruh.
2. Berperan dalam membantu proses fotosintesis algae dan tumbuhan air di suatu perairan.

2.2 Suhu

Pertumbuhan fitoplankton memiliki kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan yaitu 25°C – 35 °C. Secara langsung suhu dapat mempengaruhi efisiensi dalam proses fotosintesis dan merupakan faktor yang dapat menentukan pertumbuhan Fitoplankton (Sugianto, 1997).

Suhu air pada saat berada dalam kondisi di dalam laboratorium dipengaruhi oleh suhu ruangan dan intensitas cahaya, sedangkan pada

saat kultur secara massal maka suhu air akan dipengaruhi oleh cuaca. Dalam reaksi kimia kecepatan reaksi akan mengalami kenaikan akibat naiknya temperatur, karena di dalam rangkaian reaksi kimia akan terjadi proses metabolisme, sehingga proses metabolisme akan terjadi secara cepat seiring terjadinya kenaikan suhu.

2.3 pH

pH merupakan derajat keasaman, dimana fitoplankton dan zooplankton memiliki kepekaan terhadap derajat keasaman cairan yang berada disekelilingnya. Menurut Suriwaria (1985) batas pH bagi pertumbuhan merupakan gambaran dari batas pH untuk kegiatan enzim. Enzim dapat mengubah substrat menjadi hasil akhir pada pH tertentu, sedangkan perubahan enzim dapat membuat aktifitas enzim menjadi terbalik dengan mengubah hasil akhir menjadi substrat. Fitoplankton dan zooplankton pada umumnya dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH optimum 8,0-8,5.

2.4 Salinitas

Salah satu faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton adalah salinitas. Menurut Supriya *et al.*, (1997) pertumbuhan fitoplankton yang baik saat kualitas mencapai 25-35‰.

2.5. Kandungan CO₂ Bebas

Faktor penting di dalam media kultur untuk mikroalga merupakan tersedianya CO₂, karena digunakan secara langsung sebagai bahan untuk pembentukan molekul organik melalui proses fotosintesa. Kultur mikroalga biasanya sudah cukup hanya dengan menggunakan CO₂ dengan kadar < 5 % (Panggabean *et al.*, 2010). Berlebihnya kadar CO₂ akan menyebabkan berkurangnya pH dari batas yang optimum, sehingga pertumbuhan mikroalga akan berpengaruh (Taw, 1990). Menurut Burkhard *et al.*, (1999) pemberian aerasi melalui blower (pompa udara) merupakan upaya untuk memberikan suplai O₂ terlarut dalam media kultur pada budidaya mikroalga, selain itu aerasi juga berfungsi untuk meratakan sebaran nutrien yang diberikan.

H. Ekosistem Mangrove

Menurut Bergen (2002) ekosistem mangrove merupakan sistem yang mencakup organisme baik tumbuhan maupun hewan yang saling berinteraksi dengan lingkungan dan sejenisnya di dalam habitat mangrove atau di dalam hutan yang tumbuh di daerah pasang surut.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang unik karena terdapat dua kelompok organisme yang berada di dalamnya, yaitu organisme-organisme daratan (tidak memerlukan adaptasi khusus) seperti burung, ular dan kera yang mencari makan pada saat air surut. Organisme laut

seperti moluska, udang, cacing dan beberapa jenis ikan. Organisme-organisme tersebut dapat mendapatkan nutrisi dari interaksi sesamanya, detritus dan plankton (Nontji, 2005).

Romimohtarto dan Juwana (2005) menjelaskan bahwa secara umum ekosistem mangrove memiliki banyak fungsi seperti tempat terjadinya siklus unsur hara, sebagai penahan ombak, secara ekologis dapat dijadikan sebagai tempat pemijahan dan pembesaran biota laut, serta menyeimbangkan kualitas lingkungan melalui netralisir bahan pencemar. Produktifitas plankton dapat ditunjang melalui kadar unsur hara yang tinggi, terutama bagi fitoplankton yang berperan sebagai produsen utama dalam rantai makanan pada ekosistem mangrove. Fitoplankton yang memiliki jumlah yang melimpah dalam ekosistem mangrove dapat diisolasi dari alam kemudian dikulturkan di dalam laboratorium agar dapat menjadi pakan hidup (Tjahjo *et al.*, 2002).

I. Pasta *Nannochloropsis* sp.

Menurut Fardiaz (1989) pembentukan pasta merupakan fenomena pengikatan silang atau penggabungan rantai-rantai polimer, sehingga akan terbentuk jala tiga dimensi yang bersambungan. Jala tersebut dapat menangkap air yang berada di dalamnya kemudian akan membentuk struktur yang kuat dan kaku. Sifat dalam pembentukan pasta ini beragam dari satu jenis hidrokoloid dan pasta juga memiliki sifat seperti padatan, terutama sifat yang elastis dan kaku.

Terbentuknya pasta disebabkan karena adanya bahan karbohidrat yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dengan air menjadi massa yang berbentuk padat. Reaksi dari dinding sel yang tersusun atas selulosa dengan NaOH yang memiliki kandungan pH tinggi (mencapai 10) dapat membentuk padatan atau pasta pada *Nannochloropsis* sp. (Anidiastuti *et al.*, 2000). Selulosa merupakan bentuk polisakarida dengan struktur rantai terdiri dari unit-unit anhidroglukosa yang dapat terikat satu sama lain dengan ikatan 1,4 -D-glukopiranososa yang menyebabkan terbentuknya struktur selulosa linear.

NaOH (Natrium Hidroksida) merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan pasta, dan NaOH memiliki sifat yang menyebabkan korosif serta dapat menghasilkan panas jika diberi tambahan berupa air. Hasil dari pencampuran NaOH dan air dapat menghasilkan suhu hingga mencapai 90°C, dan larutan elektrolit dapat terbentuk akibat larutan NaOH pada air akan membentuk suatu ion (Hamazaro, 2009). Menurut Anidiastuti *et al.*, (2000) pasta memiliki berbagai manfaat seperti dapat menjadi pakan rotifer dan green water dalam media pemeliharaan larva, serta dapat menjadi bibit dengan cara melarutkan natan dengan air laut.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan November 2018 di Laboratorium Zooplankton, Divisi Pakan Alami, Balai Besar Perikanan Budidaya Laut, Desa Hanura, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1 (gambar pada lampiran).

Tabel 1. Bahan- bahan yang digunakan untuk kultur *Nannochloropsis* sp. skala intermediet dan pembuatan pasta *Nannochloropsis* sp.

Nama Bahan	Kegunaan
Isolat <i>Nannochloropsis</i> sp. <i>Lampung Mangrove Center</i>	Bibit fitoplankton sebagai bahan penelitian
Pupuk Conwy Teknis	Sumber nutrisi dalam media kultur
Urea	Sumber nutrisi dalam media kultur
ZP	Sumber nutrisi dalam media kultur
TSP	Sumber nutrisi dalam media kultur
Vitamin B ₁₂	Suplemen dalam media kultur
Alkohol 70%	Desinfeksi
Air laut steril	Sebagai media kultur
Akuades	Sebagai pelarut
Akuabides	Sebagai pelarut
NaOH	Sebagai bahan pembuat pasta
Air tawar	Untuk mencuci peralatan kultur
Kaporit 100 ppm	Untuk sterilisasi alat
Iodin	Sterilisasi air media

2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 (gambar dapat dilihat pada lampiran).

Tabel 2. Alat-alat yang digunakan untuk sterilisasi selama penelitian

Nama Alat	Ukuran/Ketelitian	Kegunaan
Kompor	-	Sterilisasi alat
Panci	25 cm, t 20 cm	Sterilisasi alat
Kain saring	20 μ m	Menyaring air steril
Toples	2 Liter	Tempat air steril
Gelas ukur	1 Liter	Memindahkan air steril
Baskom	5 Liter	Tempat selang steril

Tabel 3. Alat-alat yang digunakan untuk kultur *Nannochloropsis* sp. skala intermediet selama penelitian

Nama Alat	Ukuran/Ketelitian	Kegunaan
Akuarium	100 L	Tempat kultur bibit <i>Nannochloropsis</i> sp.
Selang	-	Aerasi
Meja	8 buah	Sebagai tempat akuarium
Aerator	-	Aerasi
Batu aerasi	-	Pemberat
Penghubung	-	Penghubung selang

berbentuk T		
Plankton net	-	Menyaring fitoplankton
Kran aerasi	-	Aerasi
Label	-	Memberi tanda
Pipet tetes	1 mL	Mengambil bahan uji, pupuk dan suplemen
<i>Haemocytometer</i>	10^4 sel/ mL	Menghitung kepadatan <i>Nannochloropsis</i> sp.
<i>Hand counter</i>	-	Alat bantu hitung <i>Nannochloropsis</i> sp.
Bak fiber	2 m^3	Tempat menghomogenkan bibit <i>Nannochloropsis</i> sp.
Mikroskop	-	Menghitung dan mengamati <i>Nannochloropsis</i> sp.
<i>Cover glass</i>	1 buah	Menutup <i>haemocytometer</i>
Alat tulis	-	Mencatat kepadatan <i>Nannochloropsis</i> sp.
<i>Beaker glass</i>	10 mL	Mengambil bahan uji
Erlenmeyer	2000 mL	Wadah bibit <i>Nannochloropsis</i> sp.
Alu dan mortar	-	Menghaluskan pupuk

Piring kecil	-	Wadah pupuk
Timbangan	-	Menimbang pupuk
Saringan	-	Menyaring pupuk
Spatula	-	Mengaduk pupuk
Botol kaca	500 mL	Tempat menyimpan pupuk
Alumunium foil	-	Tempat meletakkan pupuk
Gunting	-	Memotong <i>stealtape</i>
Gelas ukur	-	Mengukur pupuk yang akan diberikan

Tabel 4. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan pasta
Nannochloropsis sp. skala intermediet selama penelitian

Nama Alat	Ukuran/Ketelitian	Kegunaan
Timbangan	-	Menimbang NaOH
Plastik klip	Kecil	Tempat menyimpan NaOH
Pengaduk	-	Mengaduk bibit <i>Nannochloropsis</i> sp. dengan NaOH
Penutup (terpal)	-	Menutupi akuarium
Kain satin	-	Menyaring pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.

Toples kaca	2 L	Memindahkan pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.
Sendok	-	Memindahkan pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.
Plastik klip		Tempat menyimpan pasta <i>Nannochloropsis</i> sp.
Alat tulis	-	Mencatat data

Tabel 5. Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran kualitas air *Nannochloropsis* sp. selama penelitian

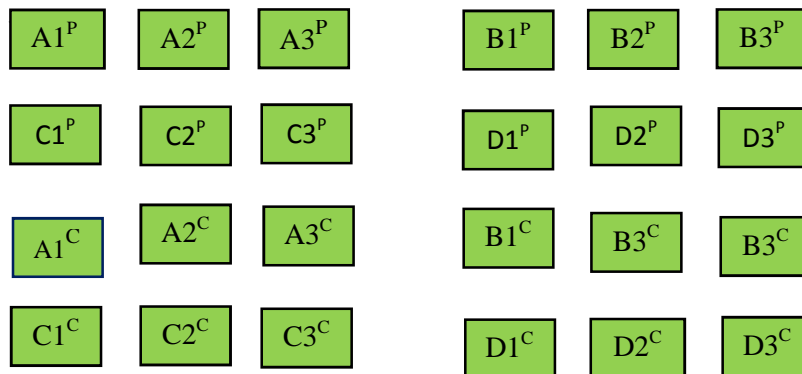
Nama Alat	Ukuran/Ketelitian	Kegunaan
Termometer	1°C	Mengukur suhu air
Refraktometer	1‰	Mengukur salinitas air
DO meter	0.01 mg/L	Mengukur Oksigen terlarut
Lightmeter	-	Mengukur intensitas cahaya
Alat tulis	-	Mencatat hasil pengukuran kualitas air

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan bibit hasil isolasi *Nannochloropsis* sp. dari *Lampung Mangrove Center* yang dikultur dalam skala intermediet dengan 2 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pemberian :

1. Kombinasi pupuk pertanian (PP) urea, ZA, TSP dan Pupuk Conwy (CW) 1 mL/L
2. Dosis NaOH (100 ppm, 125 ppm, 150 ppm dan 175 ppm).

Tata letak akuarium dapat dilihat pada gambar 4.



Keterangan :

A : 100 ppm NaOH

B : 125 ppm NaOH

C : 150 ppm NaOH

D : 175 ppm NaOH

P : Kombinasi Pupuk Pertanian (PP) urea, ZA, dan TSP

C : Pupuk Conwy (CW) 1 mL/L

1. Persiapan Penelitian

Persiapan yang dilakukan sebelum penelitian dimulai dari persiapan bahan, alat, dan pelaksanaan penelitian.

1.1 Sterilisasi Alat

Dilakukan sterilisasi alat agar beberapa alat tidak terkontaminasi oleh organisme lain. Pertama, dicampurkannya kaporit dengan air tawar dengan dosis 100 ppm. Air kaporit ini digunakan untuk merendam alat-alat yang disterilkan seperti selang, batu, penghubung selang (T), selang aerasi, dan alat yang terbuat dari kaca seperti toples kaca dan gelas ukur. Dilakukan perendaman selama kurang lebih 4 jam. Kemudian setelah 4 jam, dilakukan pencucian alat-alat yang sudah direndam menggunakan sabun cair. Setelah dicuci hingga bersih, maka alat-alat tersebut disemprotkan dengan menggunakan alkohol 70% lalu dikeringkan di dalam rak alat. Alat-alat yang telah kering kemudian disterilkan dengan metode perebusan dengan menggunakan air tawar (suhu 100 °C-125 °C) hingga mendidih. Peralatan yang telah disterilkan kemudian dikeringkan.

1.2 Sterilisasi Bahan

Media kultur seperti air laut disterilkan dengan menggunakan metode perebusan hingga mendidih (100 °C - 125 °C). Air laut yang telah steril ini siap digunakan sebagai media kultur *Nannochloropsis* sp.

1.3 Persiapan Media uji

a. Persiapan Bahan Penelitian

Dipersiapkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian terutama dalam proses pengkulturan yaitu air steril, pupuk pertanian (urea, ZA, dan TSP), pupuk Conwy dan vitamin B₁₂. Dilakukan persiapan air laut steril untuk kultur dengan bak fiber berukuran 2 m³, kemudian air laut steril dimasukkan dan diberi iodine sebanyak 5 mL serta diberi aerasi. Ditimbang pupuk (Urea, ZA, dan TSP) dengan dosis 40, 20, dan 5 ppm untuk proses pembuatan pupuk pertanian, kemudian dilarutkan masing-masing pupuk dengan menggunakan akuades sebanyak 1 L, pupuk dihomogenkan hingga tercampur merata, kemudian masing-masing pupuk disimpan dalam botol kaca ukuran 500 mL.

Langkah-langkah dalam pembuatan pupuk Conwy teknis yaitu:

1. Disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan seperti sendok plastik, piring plastik, *beaker glass*, *magnetic stirrer* dan timbangan. Bahan-bahan yang akan digunakan telah disajikan dalam Tabel 6.
2. Dimasukkan bahan-bahan yang telah ditimbang ke dalam *beaker glass* yang berisi akuades 1000 mL lalu diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*.
3. Ditambahkan larutan *Trace Metal Solution* sebanyak 1 mL kedalam larutan.
4. Disaring kemudian masukkan ke dalam botol.

Tabel 6. Komposisi bahan pembuatan pupuk Conwy Teknis

No	Bahan	Komposisi pupuk Conwy
1	EDTA	45 g
2	FeCl ₃ 6H ₂ O	1,3 g
3	H ₃ BO ₃	3,36 g
4	NaH ₂ PO ₄ 2H ₂ O	20 g
5	MnCl ₂	0.36 g
6	NaNO ₃	100 g
7	<i>Trace Metal Solution</i>	1 mL
8	Akuades	Sampai menjadi 1000 mL

Tahapan pembuatan *trace metal solution* yaitu:

1. Dicampurkan komposisi bahan yang telah disajikan pada Tabel 7.
2. Dimasukkan kedalam *beaker glass* yang telah berisi pupuk conwy masing-masing bahan jumlahnya sebanyak 1 tetes yang
3. Diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga tercampur sempurna
4. Dimasukkan kedalam botol.

Tahapan pembuatan vitamin yaitu dengan dimasukkannya vitamin B₁₂ sebanyak 8 mL ke dalam Erlenmeyer yang berisi akuabides 500 mL kemudian dihomogenkan.

Tabel 7. Komposisi *Trace Metal Solution* dan Vitamin B₁₂

No	Nama Bahan	Dosis
A <i>Trace Metal Solution</i>		
1	CoC ₁₂ .6H ₂ O	2,00 g
2	CuSO ₄ .5H ₂ O	2,00 g
3	ZnCl ₂	2,10 g
4	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	0,90 g
B Vitamin		
1	B ₁₂	8 mL
2	Akuabides	500 mL

b. Kultur *Nannochloropsis* sp.

Kultur *Nannochloropsis* sp. dimulai dari 1 akuarium dengan bibit hasil dari kultur laboratorium pada erlenmeyer 2000 mL, dibutuhkan sebanyak 2 erlenmeyer untuk membuat kultur skala intermediet pada 1 akuarium. Setelah dimasukkan bibit kedalam akuarium, maka diberikan pupuk Conwy teknis sebanyak 80 mL sebagai sumber nutrien. Setelah 4 hari, 1 akuarium dikultur menjadi 2 akuarium. Kemudian dikultur kembali setelah 4 hari dari 2 akuarium menjadi 4 akuarium. Dari 4 akuarium dikembangkan menjadi 6 akuarium. Kemudian setelah jumlah akuarium menjadi 6 buah, maka dikulturkan kembali menjadi 12 akuarium. Setelah 5 hari, bibit *Nannochloropsis* sp. dari 12 akuarium dipindahkan ke dalam

bak fiber berukuran 1 m³ yang disaring dengan plankton net kemudian diberikan aerasi. Penggabungan dari 12 akuarium ini bertujuan agar bibit *Nannochloropsis* sp. menjadi homogen dan saat akan dikembangkan menjadi 24 akuarium, bibit *Nannochloropsis* sp. memiliki jumlah kepadatan yang sama.

Bibit *Nannochloropsis* sp. dipindahkan dari 12 menjadi 24 dilakukan dengan kepadatannya dihitung dengan menggunakan *haemocytometer* terlebih dahulu agar kepadatan pada 24 akuarium memiliki jumlah yang sama. Kemudian dilakukan pengenceran dan didapatkan masing-masing jumlah bibit *Nannochloropsis* sp. dan juga air laut steril yang akan digunakan. Air laut steril kemudian dimasukkan ke dalam 24 akuarium. Lalu bibit *Nannochloropsis* sp. dimasukkan ke dalam 24 akuarium yang telah berisi air laut steril. Kemudian diberikan aerasi dan pupuk (12 akuarium diberi pupuk pertanian urea, ZA dan TSP, 12 akuarium diberi pupuk Conwy teknis), masing-masing pupuk yang diberikan sebanyak 80 mL dengan menggunakan gelas ukur dan diberikan penanda berupa kertas label.

2. Perlakuan

A. Perlakuan Pemberian Pupuk

Kegiatan pemanenan *Nannochloropsis* sp. yang telah dikultur dalam 12 akuarium dilakukan dalam tahap awal. Tahapan yang dilakukan yaitu:

1. Dipanen bibit *Nannochloropsis* sp. isolat Lampung Mangrove Center dengan dikumpulkannya bibit dari 12 akuarium, kemudian dijadikan menjadi 1 dalam bak berukuran 1 m³ dengan menggunakan plankton net, lalu dihitung jumlah kepadatannya.
2. Disiapkan air sebagai media kultur yang diperoleh dari air *treatment* yang berasal dari bak berukuran 10 m³. Kemudian diberikan iodine sebagai desinfektan.
3. Dihitung volume air dengan rumus pengenceran (Villegas, 1995):

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

Keterangan :

V₁ : Volume awal bibit *Nannochloropsis* sp. (mL)

V₂ : Volume media kultur yang dikehendaki (mL)

N₁ : Jumlah kepadatan *Nannochloropsis* sp. (sel/ mL)

N₂ : Jumlah kepadatan *Nannochloropsis* sp. yang dikehendaki (sel/ mL)

4. Diisi setiap akuarium dengan air laut steril dan bibit

Nannochloropsis sp.

5. Diatur aerasi agar dapat menjaga proses pengkulturan.
6. Diberi pupuk kombinasi pertanian.
7. Diberi pupuk Conwy teknis.
8. Dilakukan pengamatan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. selama 8 hari dengan menghitung kepadatannya.
9. Dilakukan uji kualitas air pada proses awal dan akhir penelitian.

3. Pembuatan Pasta *Nannochloropsis* sp. adalah sebagai berikut :

Disiapkan terlebih dahulu alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pasta *Nannochloropsis* sp. Kemudian ditimbang NaOH sesuai dengan dosis yang akan digunakan, yaitu 100 ppm, 125 ppm, 150 ppm dan 175 ppm. Hasil penimbangan kemudian dimasukkan di dalam plastik klip dengan ukuran kecil. Untuk bibit *Nannochloropsis* sp. setelah hari ke 5 pengkulturan skala intermediet, maka bibit *Nannochloropsis* sp. siap untuk dijadikan pasta dengan cara:

1. Dilarutkan NaOH yang telah disiapkan dengan menggunakan air steril pada botol kaca berukuran kecil lalu aduk hingga homogen.
2. Dimasukkan larutan secara perlahan ke dalam media kultur *Nannochloropsis* sp.
3. Dihomogenkan larutan dengan media kultur *Nannochloropsis* sp. dengan cara diaduk menggunakan alat pengaduk dan dibantu dengan adanya aerasi.

4. Diamkan media kultur *Nannochloropsis* sp. yang telah dihomogenkan dengan NaOH hingga mengendap selama 24 jam.
5. Dilakukan perlindungan media kultur *Nannochloropsis* sp. dengan diberikan penutup berupa terpal agar terhindar dari sinar matahari.
6. Dilakukan pembuangan air media kultur menggunakan selang pada kultur *Nannochloropsis* sp. telah mengalami pengendapan hingga hanya tersisa endapan *Nannochloropsis* sp.
7. Dilakukan pemindahan endapan *Nannochloropsis* sp. dengan dimasukkan ke dalam toples kaca berukuran 2000 mL kemudian dipindah kedalam saringan yang diberi kain satin yang berfungsi sebagai penyaring dan berikan label pada masing-masing saringan.
8. Ditunggu selama 24 jam untuk mendapatkan pasta *Nannochloropsis* sp.
9. Dimasukkan pasta setelah 24 jam ke dalam plastik dan diberi label sesuai kode yang diberikan.
10. Dilakukan penimbangan pada pasta yang telah dimasukkan ke dalam plastik untuk mengetahui berat pasta pada masing-masing dosis yang berbeda.
11. Dilakukan uji kandungan protein pada pasta *Nannochloropsis* sp. dengan menggunakan metode proksimat.

D. Parameter Penelitian

1. Jumlah Kepadatan Populasi *Nannochloropsis* sp.

Jumlah kepadatan populasi *Nannochloropsis* sp. dihitung menggunakan alat *Haemocytometer*, kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10 x 10. Dilakukan perhitungan kepadatan selama 8 hari, dimana perhitungan dilakukan setiap pukul 16.00 WIB sebelum *Nannochloropsis* sp. dijadikan sebagai pasta.

Menurut Mudjiman (2004) rumus perhitungan *Nannochloropsis* sp. yaitu :

$$\text{sel/mL} = N \times 10^4$$

Keterangan :

N = Rata-rata jumlah sel
 $N \times 10^4$ = Konstanta *Haemocytometer*

2. Laju Pertumbuhan Populasi Spesifik

Perhitungan laju pertumbuhan populasi spesifik berdasarkan kepadatan populasi saat fase eksponensial. Perhitungan laju pertumbuhan populasi spesifik dilakukan dengan menggunakan rumus modifikasi Becker (1994) yaitu :

$$\mu = \frac{\text{Ln } N_t - \text{Ln } N_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

No : Kepadatan awal populasi (sel/mL)

Nt : Kepadatan puncak populasi (sel/mL)

t : Waktu (hari) dari No ke Nt

μ : Laju pertumbuhan populasi spesifik

3. Waktu Generasi

Hasil data pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dianalisis dengan kurva pertumbuhan yang diperoleh dari per satuan waktu. Menurut Kurniastuty dan Julinasari (1995), rumus waktu generasi dihitung sebagai berikut :

$$G = \frac{T}{3,3 (\log W_t - \log W_o)}$$

Keterangan :

G : Waktu generasi (jam)

Wt : Jumlah sel akhir (sel/ mL)

Wo : Jumlah sel awal (sel/ mL)

T : Waktu dari Wo ke Wt (jam)

Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. yang baik dapat dilihat dari jumlah populasi yang tinggi, memiliki waktu pertumbuhan yang relatif cepat dan memiliki waktu generasi yang singkat.

4. Kualitas Air Media

Kualitas air yang diukur dalam penelitian ini yaitu menggunakan parameter salinitas, pH, DO, suhu, fosfat, amoniak, nitrat dan nitrit.

Pengukuran kualitas air ini dilakukan 2 kali yaitu saat pertama kali atau awal dilakukan kultur pada akuarium dan yang kedua dilakukan pada saat akhir penelitian sebelum dijadikan sebagai pasta.

Pengukuran pH menggunakan pH-meter, salinitas menggunakan Refractometer, DO menggunakan DO meter dan suhu menggunakan Thermometer.

F. Analisis Data

Data kepadatan populasi dan laju pertumbuhan spesifik masing masing perlakuan *Nannochloropsis* sp. dalam bentuk pasta disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila *Analysis of Variance* (ANOVA) diperoleh hasil yang berbeda nyata, maka akan dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf $\alpha = 0,05$.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian kombinasi pupuk pertanian dan pupuk Conwy tidak menyebabkan perbedaan pertumbuhan populasi (kepadatan sel, laju pertumbuhan dan waktu generasi) *Nannochloropsis* sp. isolat LMC secara signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$ pada kultur skala intermediet.
2. Semakin tinggi dosis NaOH yang diberikan maka berat pasta *Nannochloropsis* sp. akan semakin tinggi.
3. Persentase kandungan protein tertinggi terdapat pada pemberian dosis NaOH 175 ppm dan NaOH 150 ppm dengan kombinasi pupuk Conwy teknis yaitu sebesar 15,73% dan 14,87%.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan protein pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. dalam bentuk powder (bubuk), khususnya pada fase eksponensial.

DAFTAR PUSTAKA

- Adehoog and Kevin Fits Simon. 2001. *Marine Ecological Proseses*. Great Britain. London.
- Afrianto, Eddy dan Evi, Liviawaty. 2005. *Pakan Ikan*. Kansius (Anggota Ikapi). Yogyakarta.
- Anidiastuti, Kadek A.W., Emy R., Warsito. 2007. *Budidaya Skala Masal dalam Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Lampung.
- Anindiastuti, K.A. Wahyuni dan L.Erawati. 2000. *Aplikasi Nata de Chlorella dalam Menunjang Kegiatan Budidaya Perikanan (makalah disampaikan pada pertemuan lintas UPT Direktorat Jendral Perikanan 10-14 juli 2000 di Bandar Lampung)*, Lampung.
- Anon, Sen M.A.T., M.T. Kocer, & H. Erbas. 2009. Studies on Growth Marine Microalgae in Batch Cultures: *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyta). *Asian J. of Plant Sciences*. 4(6): 642-644.
- Bahtiar, E. 2007. *Penelusuran Sumber Daya Hayati Laut (Alga) sebagai Biotarget Industri*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Balai Besar Perikanan Budidaya Laut. 2007. *Budidaya Phytoplankton dan Zooplankton* Balai Budidaya Laut Lampung. Dirjen Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Proyek Pengembangan Teknologi (BBPBL). Lampung.
- Balesco. 1996. *Fitoplankton dan Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta.
- Barsanti, L. & P, Gualtieri. 2006. *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. CRC Press. United States of America.

- Becker, E. W. 1994. *Microalgae Biotechnology and Microbiology*. Cambridge University Press. Great Britain England.
- Bergen, D.G. 2002. *Ekosistem dan sumberdaya alam pesisir dan laut serta prinsip pengelolannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Borowitzka, M.A. 1988. *Algal Growth Media And Sources Of Algal Cultures*. In : *Borowitzka, M.A & L.J Borowitzka (Eds) Microalga Biotechnology*. Cambridge University Press: Cambridge. Pp. 456-465.
- Bougis, P. 1979. *Marine Plankton Ecology*. American Elsevier Publishing Company, New York.
- Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 788 hal.
- Burkhard, S.J. Zondervan & U. Riebesell. 1999. *Effect Of CO₂ Concentration on C:N:P Ratio in Marine Phytoplankton: A Species Comparison*. *Limnol. and Ocean*. 44(3): 683-690.
- Campbell, N.A. & J. B. Reece. 2008. *Biologi Edisi 8*. Erlangga. Jakarta.
- Cholik, F., A.G. Jagatraya, R.P. Poernomo, dan A. Juzi. 2005. *Akuakultur. Masyarakat Perikanan Nusantara*. Taman Akuarium Air Tawar. Jakarta.
- Daefi, T., Tugiyono, Rusyani E., Murwani S., 2017. The Growth and Nutritrion Content of *Nannochloropsis* sp. Isolated From Lampung Mangrove Center By Giving Different Doses of Urea on Laboratory Scale Culture. *Jurnal Biologi dan Keanekaragaman Hayati* 4 (1): 3946.
- Djarajah, A.S.1995. *Pakan Alami Ikan*. Kanisius .Yogyakarta.
- Dwidjoseputro. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Effendi. H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Falkowski, P.G. and J. A. Raven.1997.*Aquatic Photosynthesis*. Blackwell. USA. 488 pp.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.

- Fardiaz, S., 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas IPB, Bogor.
- Fogg, G. E. 1987. *Algal cultures and phytoplankton ecology.*, The University of Wisconsin Press, Ltd., Medison, London.
- Fulk, W and K. L. Main. 1991. *Rotifer and microalgae culture system*. Proceeding of a U.S. Asia orkshop. Honolulu, Hawaii.
- Hamazaro, 2009. Penggunaan NaOH dalam pembentukan gel rumput laut. Skripsi. Usu <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19643/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 16 September 2018, pukul 22.40 wib.
- Harun, R., M. Singh, G.M. Forde, and M.K. Danquah. 2010. Bioprocess Engineering of Microalgae to Produce a Variety of Consumer Products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol.14:1037–1047.
- Hasegawa, T., Y .Yoshikai, M. Okuda. & K. Nomoto. 1990. Accelerated Restoration of The Leukocyte Number and Augmented Resistance Against Escherichia Coli in Cyclophosphamide-Treated Rats Orally Administered with A Hot Water Extract of Chlorella vulgaris. *International Journal of Immunopharmacology*. 12(8): 883-891.
- Hemaiswarya, S., Raja, R., Ravi Kumar, R., Ganesan, V., Anbazhagan, C. 2010. Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 27, 1737 – 1746. *Int. Res. J. Environment Sci:* Vol. 2(12): 81-83.
- Hermanson , A.M. dan Luciano, M. 1982. Gel Characteristis Water Binding of the Blood Plasma Gels and Methodological Aspects. *In Water Binding of the Gels Suste. J.Food Sci.*47: 1955-1962.
- Hernawati.2011.[http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR_PEND BIOLOGI/19700331997022-HERNAWATI/FILE_5](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR_PEND_BIOLOGI/19700331997022-HERNAWATI/FILE_5) pdf. Diakses tanggal 25 Januari 2019, pukul 19.30 WIB.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta.
- Jeffries, M and D. Mills, 1996. *Freshwater Ecology, Principles and Application*. John Willey and Sons, Chuchaster, Uk. 285p.
- Kawaroe, M. 2008. *Potensi Beberapa Mikroalga sebagai Bahan Baku Biodiesel*. Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi. IPB. Bogor.

- Kawaroe, M. T. Prariono, A. Sunuddin, D.W. Sari, dan D. Augustine. 2010. *Mikroalga: Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Penerbit Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor Kep.28/Men/2004 *Tentang Pedoman Umum Budidaya Udang Tambak*. Menteri Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Kokarkin, C. Dan E. Kusnendar. 1999. *Rekayasa Pemanfaatan Mikroalga dengan Chlorella sp. Sebagai Komoditas Utama*. Balai Budidaya Air Payau Jepara. Jepara.
- Kokarkin, C. Dan E. Kusnendar. 2000. Marine Microalgae Engineering With a Special Emphasis on *Chlorella* sp. and its Potential Use in the Future (*Proceedings of the International Symposium on Marine Biotechnology*, Ancol, Jakarta 29-31 Mei 2000), Jakarta.
- Kordi, K.M.G.H. 2012. *Ekosistem Mangrove: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kurniastuty dan Yulinasari. 1995. *Pertumbuhan Alga Dunaliella sp. Pada media kultur Yang berbeda dalam skala missal (semi outdoor) dalam bulletin Budidaya laut No 9. BBl Lampung 11- 67*.
- Kusnendar, F. 2010. *Kimia Pangan: Komponen makro*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Lakitan, B. 2007. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Laven, P. dan P. Sorgeloos. 1996. *Manual on the production and use of live Food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper*. Rome.
- Lubián, L. M. 1982. *Nannochloropsis gaditana* sp. Nov., a new marine Eustigmatophyceae, Cadiz Bay. *Lazaroa*. 4, 278 – 293.
- Lubian, L. M.. 2000. *Nannochloropsis* (Eustigmatophyceae) as source of commercially valuable pigments. *Journal of Applied Phycology* 12: 249–255.
- Monografi Desa Margasari. 2012. *Potensi Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung*.
- Mudjiman, A. 2004. *Makanan Ikan (edisi revisi)*. PT. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Muhaemin, F. Practica., Dona R. S., dan Agustina, T., 2014. Starvasi Nitrogen dan Pengaruhnya Terhadap Biomassa dan Protein Total *Nannochloropsis* sp. *Maspari Journal*, Vol. 6, No. 2:98-103.

- Muhaemin, M. 2009. Cadmium Peptides Complexes in *Dunaliella salina* cells. *Journal of Coastal Development*. Vol.13(1): 56-60.
- Muhaemin, M. 2011. Lipid Production of *Nannochloropsis* under Environmental Stress. *Jurnal Penelitian Sains* 14: 61-62.
- Muliono, 2004. *Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Kondisi Sel Nannochloropsis sp.* Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Jambatan. Jakarta.
- Panggabean, L. M. G., R. Hartono., V. S. Saveya., & S. Sitorus. 2010. *Pengaruh Injeksi Karbondioksida terhadap Pertumbuhan Chlorella sp. Dan Nannochloropsis oculata*. Prosiding Seminar Nasional Limnologi V Tahun 2010.
- Redjeki, S. dan A. Ismail. 1993. Mikroalga Sebagai Langkah Awal Budidayakan Laut. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Mikroalga*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi LIPI.
- Restiada, I. N., Muhdiat, & A. G. Arif. 2008. Penyediaan Bibit Plankton *Nannochloropsis oculata* untuk Skala Massal. *Buletin Teknik. Lit. Akuakultur*. 7(1): 34.
- Riedl, A. 2009. Reed mariculture-instan rotifers. *www.Instan-Algae.com*. Diakses pada tanggal 16 September 2018, pukul 22.35 WIB.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2005. *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Djambatan. Jakarta.
- Round, F.E. 1973. *The Biology of Algae*. Edward Arnold. London.
- Rusyani, E., Sapta, A.I.M., Firdaus, M., 2007. *Budidaya Phytoplankton dan Zooplankton Skala Laboratorium*. Seri Budidaya Laut No. 9 Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Rusyani. 2007. *Teknik Kultur zooplankton*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Lampung.
- Rusyani. 2012. *Laporan Tahunan 2012*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Lampung.
- Rusyani. 2014. *Produksi Fitoplankton Pasta (Nannochloropsis sp.) Sebagai Penyedia Kosentrat Fitoplankton untuk Produksi Rotifer Kepadatan Tinggi Dalam Mendukung Keseimbangan Produksi Benih*. Balai Besar Perikanan Budidaya Laut. Lampung.

- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Shapely, P. 2011. Seawater Composition. University of Illinois. (online). (<http://butane.chem.uiuc.edu/pshapley/genchem1/L17/2.html> diakses pada 21 November 2018).
- Sivakumar R. and Rajendran S. 2013. *Role of Algae in Commercial Environment*.
- Sleigh, dan Williams. 1991. *Marine*. Univ New Zealand.
- Sugianto, 1997. *Persyaratan Budidaya Laut*. BBPBL. Bandar Lampung.
- Supriya, A H Q. 1997. *Pengaruh Salinitas Terhadap Perkembangan Populasi Monokultur Chlorella sp.* BBPBL. Bandar Lampung.
- Suriawiria, U. 1985. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Angkasa. Bandung.
- Susilaningsih, D., A.C. Djohan, D.N. Widyaningrum, & K. Anam. 2009. Biodiesel from Indigenous Indonesian Marine Microalgae *Nannochloropsis* sp. *Journal of biotechnology*. 2(2) Oct. 2009 ISSN: 1979-9756.
- Taw, N. 1990. *Petunjuk Kultur Murni dan Massal Mikroalga*. Proyek Pengembangan Udang. United Nation Development Programme. Food and Agriculture Organization of the United Station.
- Tawfiq A. S., Al-musallam L., Al- shimmari J and Dias P. (1999) Optimum production conditions for different high-quality marine algae. *Hydrobiologia* 403, 97-107.
- Tjahjo, L., Erawati dan Hanung. 2002. *Biologi Fitoplankton dalam Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Balai Budidaya Laut Lampung Dirjen Perikanan Budidaya DKP. Lampung.
- Tugiyono dan Agus S. 2017. *Pengembangan Pakan Biologi Skala Intermediate Isolat Nannochloropsis sp. dari Ekosistem Mangrove Center*. Universitas Lampung. Lampung
- Tugiyono dan Master, 2016. Jenis-jenis pakan ikan alami di kawasan hutan mangrove, Labuhan Maringgai, Lampung Timur. *Proseding Seminar Nasional Semirata Bidang MIPA BKS-PTN Barat*. Palembang 22-24 Mei 2016 (Inpress).
- Tugiyono, Murwani, S., Bakri, A., & Erwinsyah. 2013. Studi Status Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten

Lampung Timur. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi V Tahun 2013* ISBN 978-979-8510-71-7.

Villegas, C. T., 1995. *Production Natural Food Organism*. Southeast Asian Fisheries Development Center. Philippines.

Waggoner, B. dan B. Speer. 1999. Chromista.

[Http://www.ucmp.Bekkeley.edu/cromista/chromista](http://www.ucmp.Bekkeley.edu/cromista/chromista). Html.

Wardhana, W. A. 1994. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta. 459 hlm.

Widjaja, F. 2004. Pendayagunaan *Rotifera* yang Diberi Pakan Alami Jenis Mikroalgae. *Jurnal Ilmu – Ilmu Perairan dan Perikanan*. Institute Pertanian Bogor.

Zulfarina, I., Sayuti, dan H.T. Putri. 2013. Potential utilation of algae *Clhorella pyrenoidosa* for rubber waste management. *Prosiding Semirata MIPA Universitas Riau*. 511-520.