

Skripsi

**PEMANFAATAN FITOPLANKTON *Spirulina platensis* KAYA
β-KAROTEN, *DOCOSAHEXAENOIC ACID* (DHA), *EICOSAPENTAENOIC* (EPA)
DAN PROTEIN PADA FORTIFIKASI NUGGET JAGUNG**

ABD SALAM

H311 10 273



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

**PEMANFAATAN FITOPLANKTON *Spirulina platensis* KAYA
β-KAROTEN, DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA), EICOSAPENTAENOIC (EPA)
DAN PROTEIN PADA FORTIFIKASI NUGGET JAGUNG**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

ABD SALAM

H311 10 273



**MAKASSAR
2017**

SKRIPSI

**PEMANFAATAN FITOPLANKTON *Spirulina platensis* KAYA
 β -KAROTEN, *DOCOSAHEXAENOIC ACID* (DHA), *EICOSAPENTAENOIC* (EPA)
DAN PROTEIN PADA FORTIFIKASI NUGGET JAGUNG**

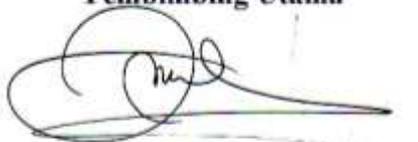
Disusun dan diajukan oleh

ABD SALAM

H311 10 273

Laporan Hasil Penelitian ini telah di periksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Dr. Indah Rava, M.Si
NIP. 1964112519900021001

Pembimbing Pertama



Dr. Hj. Hasnah Natsir, M.Si
NIP. 19620320 198711 2 001

PRAKATA



Assalamu' Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Rabbil'alamin, puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya kami mohon pertolongan dan hanya kepada-Nya lah kami berharap. Tuhan Rabbul alamin yang telah Memberikan kekuatan dan kesabaran, sehingga skripsi dengan judul "**Pemanfaatan Fitoplankton *Spirulina platensis* Kaya β -karoten, Docosahexaenoic Acid (DHA), Eicosapentaenoic (EPA) dan Protein Pada Fortifikasi Nugget Jagung**" dapat terselesaikan dan hadir sebagaimana adanya.

Kepada Kedua orang tua kami Ayahanda **Nasruddin** dan ibunda **St Fatimah** tercinta, atas ketulusan doa dan pengorbanan yang tiada henti kepada penulis. Semoga Allah SWT memberikan kebaikan di dunia dan tempat terbaik di akhrat kelak.

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibunda **Dr. Indah Raya M.Si** selaku pembimbing utama dan **Dr. Hj. Hasnah Natsir, M.Si** selaku pembimbing pertama yang telah berkenang meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang begitu berharga bagi penulis sejak awal penelitian hingga penyusunan tulisan ini.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.

2. Ibu **Dr. Indah Raya, M.Si** selaku Ketua Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Ibu **Dr.Hj. Hasnah Natsir. M.Si** selaku pembimbing dan penasehat akademik
4. **Bapak Prof. Dr. Abd Wahib Wahab, M.Sc, Dr Firdaus, M.S, Dr. Muhammad Zakir, M.Sc, Dr. St. Fauziah, M.Si, Abdur Rahman Arif, S.Si, M.Si** yang telah membimbing selama proses tugas akhir.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.
6. Bapak dan Ibu Analis Laboratorium serta Staf dan pegawai Tata Usaha Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
7. Teman penelitian **Ainul, Peni** serta **Aulia, dan Niswar** yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuan sejak awal penelitian sampai pada penyelesaian tulisan ini
8. Kepada **Whiwik Surwinda, dan Ramla**, serta **Mockerz Crew** dan **Team 2010** yang telah berjasa dan membantu membuat produk akhir dari penelitian ini.
9. Teman-teman "**Chemistry 2010**" yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuannya sejak awal perkuliahan sampai selesainya penulisan tugas akhir ini.
10. Kanda-kanda terbaik **K'syarif, K'ichar, K' ulla, K'isti, K'mul, K' Erna, K' Ima K' Balqis, K' Yusi** yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengingatkan penulis.
11. Kawan-kawan, adik-adik, dan kanda-kanda **KM FMIPA UNHAS** yang telah banyak memberikan cerita sejak awal masuk kuliah sampai selesainya penulisan tugas akhir ini.
12. **KMK FMIPA UNHAS** yang telah banyak memberikan pengalaman organisasi dan cerita sejak awal masuk kuliah sampai selesainya penulisan tugas akhir ini.

13. Kawan-kawan **KKN gelombang 87 Pulau Sebatik** atas pengalaman suka duka yang telah dilalui di perbatasan.
14. Teman-teman **RINTARA JAYA** yang telah memotivasi dan membantu penulisan tugas akhir ini.
15. Rekan-Rekan **MAPALA 67** dan *Creative Crew* yang mendukung dan telah membantu penulisan tugas akhir ini.
16. **PT. Indofood Sukses Makmur Tbk** yang telah memberikan bantuan dana dan mensponsori penelitian ini dalam programnya “**Indofood Riset Nugraha 2016-2017**”.
17. Seluruh Pihak yang telah membantu mulai dar awal penelitian sampai penyusunan skripsi ini yang tidak sempat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam tulisan ini, maka kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun pada penulisan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap semoga isi tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat diterapkan dalam dunia industri khususnya dalam industri pangan.

Makassar, Mei 2017

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan kandungan Fitoplankton *Spirulina platensis* untuk fortifikasi Nugget jagung. Kadar *Spirulina platensis* yang akan diteliti kandungannya berupa kadar β -Karoten, DHA, EPA dan Protein. Fortifikasi dilakukan untuk meningkatkan gizi suatu produk tertentu. Dalam fortifikasi, untuk menjaga kandungan gizi yang terdapat pada fitoplankton biomassa disalut dengan formula maltodekstrin 0,15 g. Kemudian dilakukan analisis kandungan biomassa, nugget kontrol dan nugget fito yang diekstrak dengan memanfaatkan frekuensi getaran pada alat sonikasi. dan dilakukan analisis proksimat. Hasil kandungan DHA pada fitoplankton sebesar 53,31 mg/g, sedangkan nugget yang difortifikasi fitoplankton sebesar 9,94 mg/g, dan pada nugget kontrol sebesar 3,01 mg/g. Kandungan betakaroten fitoplankton adalah 8,79 mg/g, sedangkan pada nugget kontrol dan nugget yang difortifikasi nugget fitoplankton masing-masing sebesar 0,281 mg/g dan 0,07 mg/g. Hasil kandungan protein fitoplankton, nugget yang difortifikasi fitoplankton, dan nugget kontrol masing-masing sebesar 55,58%, 9,55% dan 8,75%. Uji *In-Vivo* terhadap mencit putih menunjukkan kenaikan berat badan yang signifikan dibandingkan dengan mencit putih yang diberi makan nugget kontrol.

Kata kunci : Fortifikasi, Fitoplankton, *Spirulina platensis*, dan nugget jagung.

ABSTRACT

This study utilized Phytoplankton content of *Spirulina platensis* for fortifying corn nuggets. Content of *Spirulina platensis* be studied its contents in the form of β -carotene content, DHA, EPA and Protein. Fortification have done to improve the nutrition of a particular product. In fortification, to keep the nutrients contained in phytoplankton biomass is coated with 0.15 g of maltodextrin formula. Then analysis biomass content, nugget control and nugget phytoplankton which is extracted by utilizing the vibration frequency of the sonication apparatus, and proximate analysis. Results DHA content in the phytoplankton was 53.31 mg/g, while the fortified phytoplankton nugget was 9.94 mg/g, and the nugget control was 3.01 mg/g. Beta-carotene content of phytoplankton was 8.79 mg/g, while the nugget control and nuggets fortified phytoplankton respectively 0.281 mg/g and 0.07 mg/g. The results of the protein content of phytoplankton, nuggets fortified phytoplankton and nugget control respectively 55.58%, 9,55% and 8.75%. In-Vivo Test against white mice showed significant weight gain, compared to white mice were fed with nugget control.

Keywords: Fortification, Phytoplankton, *Spirulina platensis*, and corn nuggets.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Umum Mikroalga.....	7
2.2 Tinjauan Umum <i>Spirulina Platensis</i>	8
2.3 Mikroenkapsulasi.....	10
2.4 <i>Freze Dryer</i>	13
2.5 Sonikasi.....	13
2.6 Omega 3.....	16
2.7 β -Karoten.....	17

2.8 Protein.....	18
2.9 Jagung.....	19
2.10 Nugget.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Bahan Penelitian.....	22
3.2 Alat Penelitian.....	22
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	23
3.5 Analisis Mutu Nugget.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Pertumbuhan Sel Fitoplankton.....	31
4.2 Pemanenan Fitoplankton.....	31
4.3 Mikroenkapsul Fitoplankton.....	33
4.4 Nugget Jagung <i>Spirulina platensis</i>	35
4.5 Kandungan DHA dan EPA	37
4.6 Kandungan β -Karoten	38
4.7 Kandungan Protein.....	39
4.8 Uji Proksimat.....	40
4.9 Uji Organoleptik.....	41
4.10 Uji Mencit.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Nasional Nugget menurut SNI 01-6638-2002.....	21
2. Komposisi Formulasi Mikroenkapsul.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mikroskopis <i>Spirulina platensis</i>	9
2. Gambar Struktur DHA	17
3. Gambar Struktur EPA.....	17
4. Hasil Analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i>	32
5. Adonan Nugget Kontrol dan Nugget Fito.....	34
6. Analisis Kadar DHA dan EPA <i>Spirulina platensis</i>	36
7. Analisis Kadar DHA.....	36
8. Analisis Kadar EPA.....	37
9. Analisis Kadar β -Karoten.....	38
10. Analisis Kadar Protein.....	38
11. Data Proksimat.....	39
12. Uji Organoleptik.....	40
13. Pertumbuhan Berat Badan Mencit.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Stok.....	48
2. Bagan Kerja Penelitian.....	49
3. Data Mikroenkapsul.....	58
4. Data Uji Pertumbuhan Mencit.....	59
5. Data Uji Organoleptik.....	60
6. Data Hasil Penentuan kadar β -Karoten.....	61
7. Data Hasil Penentuan kadar EPA.....	62
8. Data Hasil Penentuan kadar DHA.....	63
9. Data Hasil Proksimat Nugget Kontrol dan Nugget Fito.....	64
10. Data Hasil Protein <i>Spirulina platensis</i>	65
11. Dokumentasi Penelitian.....	66

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

b/v	=	berat/volume
b/b	=	berat/berat
mM	=	millimolar
mg/g	=	milligram/gram
p.a	=	pro analisis
µm	=	mikrometer
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
DHA	=	<i>Docosahexaenoic Acid</i>
EPA	=	<i>Eicosapentaenoic Acid</i>
SEM	=	<i>Scanning Electron Microscopy</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nutrisi merupakan zat gizi dalam makanan yang sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan pada organisme. Salah satu nutrisi yang berperan dalam tumbuh kembang anak adalah asam lemak esensial yang sangat diperlukan dalam sistem metabolisme tubuh seperti omega-3, dan omega-9. Kekurangan gizi akan berdampak pada keseimbangan tubuh yang dapat memicu berbagai penyakit. Kasus yang paling banyak ditemui sebagai akibat dari kekurangan gizi adalah busung lapar. Hal ini semakin menambah jumlah atau kasus kematian akibat kekurangan gizi. Permasalahan ini hampir terjadi pada semua kalangan usia mulai dari ibu hamil, bayi, balita, dewasa, hingga usia lanjut (Aprizayanti, 2011).

Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2013 secara nasional memperkirakan balita dengan gizi buruk sebesar 19,6%. Jumlah ini jika dibandingkan dengan hasil Riskesdas tahun 2007, mengalami peningkatan dari 18,4%. Bila dilakukan konversi ke dalam angka, maka ketika jumlah balita tahun 2013 adalah $\pm 23.708.844$, sehingga jumlah balita gizi buruk dan kurang sebesar 4.646.933 jiwa. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, optimalisasi sumber gizi diperlukan dari bahan-bahan potensial yang memiliki kelimpahan, dan harga yang relatif murah tetapi dengan kandungan nutrisi yang tinggi guna meningkatkan gizi. Tumbuhan yang potensial banyak yang dapat dimanfaatkan. Permasalahan yang muncul adalah waktu yang dibutuhkan untuk memelihara tanaman relatif

lama, dan biaya relatif tinggi. Dengan demikian, diperlukan alternatif baru dengan memanfaatkan tumbuhan maupun mikroorganisme yang potensial dari laut.

kekayaan alam hayati yang sangat potensial banyak tersimpan di laut Indonesia, salah satunya mikroalga yang bisa dimanfaatkan dalam mengatasi permasalahan gizi yang terjadi di Indonesia (Coremap, 2001). Salah satu mikroorganisme yang memiliki kandungan gizi dan tumbuh pada perairan adalah mikroalga. Mikroalga merupakan tumbuhan air yang mampu bergerak secara pasif (Parsons dkk., 1984 dalam Arinardi, 1994). Menurut Sanchez (2007), mikroalga atau fitoplankton memiliki peran penting dalam ekosistem perairan sebagai sumber makanan, pelindung fisik bagi organisme perairan karena dalam biomassa mikroalga mengandung komposisi kimia yang potensial seperti protein, karbohidrat, pigmen (klorofil dan karotenoid), asam amino, lipid dan hidrokarbon.

Mikroalga atau fitoplankton diklasifikasikan berdasarkan warna pigmen yang dikandungnya seperti *Chlorophyceae* (alga hijau), *Phaeophyceae* (alga coklat), *Chrysophyceae* (alga kuning keemasan), *Rhodophyceae* (alga merah), dan *Pyrrophyceae* (dinoflagellata) (Guy dan Thompson, 1996). Fitoplankton (mikroalga) memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber bahan makanan yang bergizi tinggi karena fitoplankton memiliki kandungan nutrisi yang meliputi karbohidrat, protein, karotenoid, fikosianin, lipid yang kaya akan PUFA (*Polyunsaturated fatty acid*) termasuk omega-3 yang sangat bermanfaat (Hess dkk, 2005; Hejazi dkk, 2004, *Interclinical Laboratories*, 2010). Selain itu, fitoplankton merupakan sumber penting vitamin, mineral, antioksidan dan pewarna alami di bidang makanan (Gouveia dkk, 2008).

Mikroalga atau fitoplankton jenis *Spirulina platensis* memiliki beberapa karakteristik serta kandungan nutrisi yang cocok sebagai makanan fungsional. Protein, asam lemak esensial, vitamin, mineral, dan klorofi serta fikosianin adalah komponen yang terkandung di dalam *Spirulina platensis*. Diyakini juga bahwa *Spirulina platensis* bisa bertindak sebagai produk makanan penyembuh atau obat. kandungan DHA dan EPA pada *Spirulina platensis* masing-masing adalah 0,003 dan $0,915 \cdot 10^{-3}$ mg/g biomassa kering dan mengandung protein tinggi sekitar 55-70% dan merupakan salah satu sumber mikronutrien Hadi (2012).

Eicosapentaenoic (EPA) dan *docosahexaenoic* (DHA) adalah asam lemak omega-3 yang biasanya ditemukan pada ikan laut, fitoplankton, dan rumput laut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa asam lemak omega-3 berhubungan dengan penurunan resiko terjadinya hypertriglyceridaemia, peradangan, arthritis-arthritis, dan penyakit lainnya (Covington, 2004). Selain itu, asam lemak ini telah terbukti efektif dalam pencegahan dan pengobatan berbagai gangguan termasuk hipertensi, eksim, psoriasis, osteoporosis, kanker payudara, asma dan alergi (Guerrero dkk., 2011). Efisiensi penggunaan asam lemak bergantung pada teknik yang digunakan untuk menjaga kualitas bahan.

DHA dan EPA yang terdapat pada Omega-3 selama ini diperoleh dari minyak ikan laut, akan tetapi masih memiliki kekurangan-kekurangan sebagai sumber utama. Ikan memiliki kapabilitas yang rendah untuk mensintesis omega-3, serta kekhawatiran akan persediaan ikan yang makin menipis dan kontaminasi logam berat, senyawa organik, dioxin yang dapat membahayakan kesehatan manusia, serta asam lemaknya yang tidak stabil dan berbau (Guerrero dkk., 2001).

Kandungan-kandungan yang terdapat *Spirulina platensis* tersebut akan difortifikasi kedalam produk makanan pilihan yang digemari di Indonesia melalui teknik mikroenkapsulasi. Teknik ini digunakan untuk menjerap sel-sel mikroorganisme. Mikroenkapsulasi terdiri atas membran yang semipermeabel, bulat, tipis, dan kuat sehingga bakteri dapat tertahan dengan mikroenkapsulasi. Nutrisi dan metabolit akan mengeluarkan sel menurunkan kontaminasi (Kailapathy, 2002)

Salah satu produk makanan yang digemari di Indonesia adalah nugget. Nugget terbuat dari bahan dasar hewani seperti ayam, daging sapi, ikan, dan udang. Namun dengan banyak divariasikan dengan berbagai campuran seperti nugget ikan nila, nugget jamur, nugget ayam, nugget tempe, nugget jagung, dan berbagai jenis bahan nugget lainnya. Setiap jenis pangan protein akan menghasilkan kualitas produk yang berbeda. Kualitas produk makanan ditentukan oleh beberapa faktor yakni proses pembuatan dan penggunaan peralatan yang sesuai, penggunaan bahan baku yang memenuhi syarat, dan komposisi bahan yang tepat (Yuliani, 2013)

Nugget jagung dipilih sebagai produk alternatif yang difortifikasi dengan mikroenkapsul fitoplankton yang kaya DHA, EPA, β -karoten dan protein karena nugget merupakan salah satu produk pangan olahan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, mudah didapatkan, proses pembuatannya sederhana serta harganya yang terjangkau dibandingkan dengan nugget ayam. Nugget yang dihasilkan ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan gizi masyarakat.

Berdasarkan latar belakang, maka perlu dilakukan pembuatan nugget yang kaya akan omega-3, seperti DHA, EPA serta protein sebagai makanan yang

bergizi tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Fitoplankton *Spirulina platensis* kaya β -karoten, DHA, EPA dan protein untuk Fortifikasi Nugget jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa kadar β -karoten yang dihasilkan oleh mikroalga jenis *Spirulina platensis* pada fortifikasi nugget jagung?
2. Berapa komposisi DHA dan EPA yang dihasilkan oleh mikroalga jenis *Spirulina platensis* dengan metode ekstraksi menggunakan sonikasi?
3. Berapa kadar Protein yang dihasilkan oleh mikroalga jenis *Spirulina platensis* pada fortifikasi nugget jagung?
4. Bagaimana kualitas nugget yang dihasilkan dari bahan mikrokapsul fitoplankton *Spirulina platensis*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kandungan β -karoten, DHA, EPA dan protein pada mikroalga jenis *Spirulina platensis*.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan kadar β -karoten pada mikroalga jenis *Spirulina platensis* pada fortifikasi nugget jagung.

2. Untuk menentukan komposisi DHA dan EPA pada mikroalga jenis *Spirulina platensis* dengan metode ekstraksi menggunakan sonikasi.
3. Untuk menentukan kadar protein pada mikroalga jenis *Spirulina platensis* pada fortifikasi nugget jagung
4. Untuk menentukan kualitas nugget hasil fortifikasi mikroalga.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kandungan β -karote pada nugget dari hasil fortifikasi fitoplankton jenis *Spirulina platensis*
2. Memberikan informasi tentang kandungan protein pada nugget dari hasil fortifikasi fitoplankton jenis *Spirulina platensis*
3. Memberikan informasi tentang kandungan DHA dan EPA pada nugget dari hasil fortifikasi fitoplankton jenis *Spirulina platensis*.
4. Memberikan informasi tentang cara pembuatan nugget bergizi tinggi dengan metode mikroenkapsulasi *Spirulina platensis*.
5. Sebagai alternatif terbaru untuk pengentasan malnutrisi di Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Mikroalga

Mikroalga merupakan spesies uniseluler yang dapat hidup soliter maupun berkoloni. Berdasarkan spesiesnya, ada berbagai macam bentuk dan ukuran mikroalga. Tidak seperti tanaman tingkat tinggi, mikroalga tidak mempunyai akar, batang dan daun. Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik yang memiliki kemampuan untuk menggunakan sinar matahari dan karbondioksida untuk menghasilkan biomassa serta menghasilkan sekitar 50% oksigen yang ada di atmosfer (Widjaja, 2009).

Mikroalga merupakan organisme air fotoautotropik uniseluler atau multiseluler. Mikroalga merupakan mikroorganisme atau jasad renik dengan tingkat organisasi sel yang termasuk dalam kategori tumbuhan tingkat rendah (Biondi dan Tredici, 2011).

Mikroalga adalah organisme tumbuhan paling primitif berukuran seluler yang umumnya dikenal dengan sebutan nama fitoplankton. Habitat hidupnya adalah di perairan atau tempat-tempat lembab. Organisme ini merupakan produsen primer perairan yang mampu berfotosintesis seperti layaknya tumbuhan tingkat tinggi lainnya. Mikroalga yang hidup di laut dikenal dengan istilah *marine microalgae* atau mikroalga laut. Mikroalga laut berperan penting dalam jaringan makanan di laut dan merupakan materi organik dalam sedimen laut, sehingga diyakini sebagai salah satu komponen dasar pembentukan minyak bumi di dasar laut yang dikenal sebagai

fossil fuel (Kawaroe, 2010).

Mikroalga mengandung banyak senyawa yang sangat potensial untuk dijadikan produk misalnya untuk produk farmasi. *Eicosapentaenoic acid* (EPA) berguna untuk status vascular tubuh manusia, *docosahexaenoic acid* (DHA) untuk jaringan saraf otak, β -karoten sebagai pro-vitamin A dan astaxanthin sebagai anti oksidan. Dua produk terakhir telah dikomersialkan dalam skala besar. Mikroalga juga merupakan sarana fotosintetik yang baik, maka mikroalga juga kaya akan pigment. Mikroalga akhir-akhir ini dieksplorasi untuk penggunaannya pada bioenergi dikarenakan mikroalga juga mempunyai kandungan karbon dan lipid yang tinggi. Beberapa jenis mikroalga berpotensi sebagai sumber minyak dengan kadar yang bervariasi tergantung jenis mikroalganya (Hadiyanto, 2010).

Kandungan lemak pada mikroalga merupakan sumber energi. Kandungan lemak dihasilkan dari proses fotosintesis yang merupakan hidrokarbon, dan diduga dapat menghasilkan energi yang belum digali dan dimanfaatkan sepenuhnya (Goswami dan Kalita, 2011).

2.2 Tinjauan Umum *Spirulina platensis*.

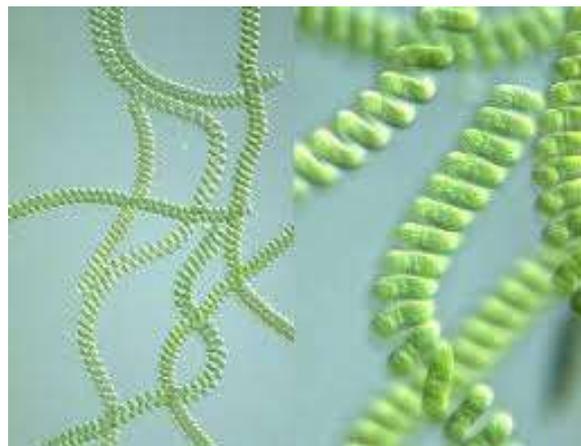
Spirulina platensis merupakan mikroalga yang mempunyai warna hijau kebiruan. Di bawah mikroskop *Spirulina platensis* tampak seperti benang tipis (filamen) yang berbentuk spiral. Filamen ini merupakan koloni sel yang dapat bergerak. Benang filamen bersel banyak dengan ukuran panjang 200-300 dan lebar 5-70 mikron. Suatu filamen dengan 7 spiral akan mencapai ukuran 1000 mikron dan berisi 250-400 sel. *Spirulina platensis* tidak memiliki inti sel.

Spirulina platensis memiliki zat warna *Cyanophysin* (hijau kebiruan) sehingga dimasukkan dalam kelas *Cyanophyceae* (Phang dkk., 2000).

Spirulina platensis merupakan mikroalga yang mengandung protein tinggi sekitar 55-70% dan sumber mikronutrien (Phang, dkk., 2000). *Spirulina platensis* adalah jenis *cyanobacteria* atau bakteri yang mengandung klorofil dan dapat bertindak sebagai organisme yang bisa melakukan fotosintesis untuk membuat makanan sendiri. Bentuknya spiral (Gambar 1), mengandung fikosianin tinggi sehingga warna cenderung hijau biru. *Spirulina platensis* juga memiliki kemampuan untuk tumbuh di media yang mempunyai alkalinitas tinggi, pH 8,5–11, dimana mikroorganisme lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik dalam kondisi ini (Kebede dan Ahlgren, 1996). Suhu terendah untuk *Spirulina platensis* untuk hidup adalah 15° C, dan pertumbuhan yang optimal adalah 35-40 °C.

Menurut Vonshak (1988) *Spirulina platensis* merupakan mikroalga hijau yang di klasifikasikan sebagai berikut.

Divisi : Cyanophyta
Kelas : Cyanophyceae
Ordo : Oscillatoriales
Sub Ordo : Oscillatorianeae
Famili : Oscillatoriacea
Genus : *Spirulina*
Spesies : *Spirulina platensis*



Gambar 1. Mikroskopis *Spirulina platensis*

Kultur sel *Spirulina platensis* pada sistem semi terbuka dengan skala semi massal memerlukan perhatian yang cukup serius, terutama dalam penyediaan unsur hara (pupuk) di dalam media hidupnya. Unsur hara atau nutrisi dalam media kultur ini sangat penting untuk menjaga kuantitas, kualitas dan kestabilan produksi sel *Spirulina platensis*. Pemilihan pupuk komposisi bahan nutrisi alam media kultur *Spirulina platensis* diperlukan untuk memperkaya kandungan nutrisi, di samping untuk menjaga kestabilan produksi tersebut. Produktivitas sel *Spirulina platensis* dipengaruhi oleh delapan komponen besar faktor media, antara lain adalah intensitas cahaya, temperature, ukuran inokulasi, muatan padatan terlarut, salinitas, ketersediaan makro dan mikronutrien (C, N, P, K, S, Mg, Na, Cl, Ca, dan Fe, Zn, Cu, Ni, Co, dan W) Kedelapan faktor utama tersebut salah satunya dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro dan mikro. Sanchez dkk., (2008) melaporkan selain faktor pupuk, kultur *Spirulina platensis* juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

2.3 Mikroenkapsulasi

Menurut Istiyani (2008) faktor yang mempengaruhi keberhasilan mikroenkapsulasi, antara lain adalah sifat fisikokimia bahan inti atau zat aktif, bahan penyalut yang digunakan, tahap proses enkapsulasi (tunggal atau bertingkat), sifat dan dinding mikrokapsul serta kondisi pembuatan (basah atau kering). (Mortazivian dkk., 2007) menyatakan bahwa terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan mikroenkapsulasi probiotik, antara lain viabilitas sel probiotik, kemampuan pelepasan sel dan kelarutan mikrokapsul, bentuk granula, densitas mikrokapsul, jumlah sel dalam granula, pengaturan pengerasan mikrokapsul,

dan penyebaran mikrokapsul dalam produk.

Mikroenkapsulasi merupakan suatu proses penyalutan secara tipis partikel padat, tetesan cairan dan dispersi zat cair oleh bahan penyalut. Mikrokapsul sebagai hasil dari proses mikroenkapsulasi mempunyai ukuran antara 1-5000 μm , memiliki kelarutan dan stabilitas yang lebih baik. Mikrokapsul dibuat dari substansi inti tunggal atau lebih dalam bentuk padat atau cairan yang dikelilingi oleh dinding kapsul. Dinding kapsul merupakan matriks polimer yang di dalamnya dienkapsulasi dengan bahan yang terdispersi secara homogen. Keunikan dari mikrokapsul adalah partikel yang tersalut dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan farmasi (Nugraheni dkk., 2015).

Teknik mikroenkapsulasi bermanfaat karena dapat mengendalikan pelepasan senyawa aktif dari bahan obat, menyebabkan senyawa aktif lebih aman, melindungi bahan yang peka terhadap lingkungannya, melindungi pengaruh efek yang tidak diinginkan karena pengaruh cahaya, kelembaban dan oksigen. Beberapa formulasi telah dikembangkan untuk membuat matriks polimer mikroenkapsulasi dengan polimer-polimer penyalut yang memiliki kemampuan khusus sesuai dengan sifat fisik dan kimia dari bahan aktif yang disalut. Sifat fisik dan kimia yang baik dalam pembuatan mikroenkapsulasi tergantung pada karakteristik dan jumlah dari polimer penyalut. Selama ini polimer yang banyak digunakan adalah poliuretan, metil metakrilat, hidroksipropilmetilselulosa dan poliepoksi yang pada umumnya menggunakan pelarut organik yang memiliki risiko mudah terbakar, toksik, kurang ramah lingkungan dan kurang ekonomis. Oleh karena itu, diperlukan terobosan pembuatan mikroenkapsulasi dengan bahan penyalut yang lebih alami dengan

basis menggunakan air. Polimer alam yang digunakan sebagai bahan penyalut berbasis air adalah pati singkong (*tapioca starch*) dan karboksimetilselulosa (CMC) (Nugraheni dkk., 2015)

Mikroenkapsulasi adalah teknik penjerapan sel-sel mikroorganisme dengan melapiskannya pada hidrokoloid yang tepat untuk memisahkan sel-sel dari lingkungan. Salah satu prinsip metode mikroenkapsulasi probiotik adalah struktur *microbead* (Mortazavian dkk., 2007). Mikro kapsul yang terbentuk dapat berupa partikel tunggal atau membentuk agregat yang biasanya memiliki rentang ukuran partikel antara 5-5000 μm . Ukuran tersebut bervariasi tergantung metode dan ukuran bahan inti yang digunakan (Benita, 1996).

Keuntungan mikroenkapsulasi adalah mikroenkapsulasi terdiri atas membran yang semipermeabel, bulat (melingkar), tipis, dan kuat sehingga sel bakteri dapat tertahan dengan mikroenkapsulasi. Jika dibandingkan dengan penjerapan matriks, mikroenkapsulasi tidak ada inti padat pada mikro kapsul dan diameter yang kecil membantu menurunkan keterbatasan perpindahan massa sel. Nutrisi dan metabolit akan mudah menyebar melewati membran semipermeabel. Membran akan mengeluarkan sel dan menurunkan kontaminasi (Kailasapathy, 2002).

Teknik yang paling sering digunakan untuk mikroenkapsulasi probiotik adalah emulsi, ekstrusi, dan semprot kering. Enkapsulasi merupakan proses, secara fisikokimia atau mekanik, penjerapan bahan dalam material untuk memproduksi partikel yang berukuran nanometer sampai milimeter (Chen dan Chen, 2007).

2.4 Freeze dryer

Freeze drying adalah salah satu teknik pengeringan dengan cara membekukan pangan. Prinsip teknologi pengering beku ini dimulai dengan proses pembekuan pangan lalu dilanjutkan dengan mengeluarkan atau memisahkan air yang terkandung dalam bahan pangan melalui proses sublimasi (Mahmud, 2015).

Metode pengeringan biasa yang sering dilakukan berbeda dengan metode *freeze drying*. Metode pengeringan biasa dilakukan melalui mekanisme penguapan yang biasa terjadi pada suhu tinggi (panas) sehingga bagian pangan yang kering akan terjadi gelatinisasi pati, karamelisasi gula dan denaturasi protein yang menyebabkan terbentuknya kerak dipermukaan yang akan memberi hambatan bagi difusi uap dari bagian basah ke lingkungan udara. Akibatnya, proses pengeringan akan terhambat dan terhenti, menghasilkan produk yang dibagian luar sudah terlalu kering dan menjadi kerak tetapi bagian tengah masih basah. Sedangkan pada pengering dengan menggunakan *freeze drayer* melalui mekanisme sublimasi yang terjadi pada suhu dingin, karena itu proses gelatinisasi, karamelisasi dan denaturasi tidak terjadi, sehingga pada bagian pangan yang kering tidak terbentuk kerak. Dengan demikian, uap air dapat berdifusi dengan baik dari bagian basah ke lingkungan udara sehingga diperoleh produk dengan kering yang baik dan merata (Mahmud, 2015).

2.5 Sonikasi

Metode sonikasi adalah salah satu metode ekstraksi lipid berdasarkan memanfaatkan frekuensi 10 – 57 kHz, pancaran gelombang ini akan menyebabkan gelembung terbentuk sehingga mengakibatkan kavitasi pada material yang terdapat dalam solvent. Ketika kavitasi terjadi pada dinding sel, maka dinding sel

tersebut akan terurai dan komponen yang terkandung di dalamnya akan larut ke dalam pelarut (Sani dkk., 2014).

Sonikasi adalah suatu teknologi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik. Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh manusia, yaitu kira-kira di atas 20 kHz. Gelombang ultrasonik dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas. Proses sonikasi ini mengubah sinyal listrik menjadi getaran fisik yang dapat diarahkan untuk suatu bahan dengan menggunakan alat yang bernama sonikator. Sonikasi ini biasanya dilakukan untuk memecah senyawa atau sel untuk pemeriksaan lebih lanjut. Getaran ini memiliki efek yang sangat kuat pada larutan menyebabkan pecahnya molekul dan putusnya sel (Sani dkk., 2014).

Bagian utama dari perangkat sonikasi adalah generator listrik ultrasonik. Perangkat ini membuat sinyal (biasanya sekitar 20 kHz) yang berkekuatan ke transduser. Transduser ini mengubah sinyal listrik dengan menggunakan kristal piezoelektrik atau kristal yang merespon langsung ke listrik dengan menciptakan getaran mekanis dan kemudian dikeluarkan melewati *probe*. *Probe* sonikasi mengirimkan getaran ke larutan yang disonikasi. *Probe* ini akan bergerak seiring dengan getaran dan mentransmisikan ke dalam larutan. *Probe* bergerak naik dan turun pada tingkat kecepatan yang tinggi, meskipun amplitudo dapat dikontrol dan dipilih berdasarkan kualitas larutan yang disonikasi. Gerakan cepat *probe* menimbulkan efek yang disebut kavitasi (Sani dkk., 2014).

Ekstraksi metode sonikasi menggunakan gelombang ultrasonik dengan pelarut metanol, etanol dan aseton. Hasil dari beberapa penelitian di atas adalah metode sonikasi merupakan metode ekstraksi terbaik dengan rendemen tertinggi

dengan pelarut metanol, namun karena ketoksikan metanol sangat tinggi maka pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah etanol (Sani, dkk., 2014)

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya (Hani, 2010).

Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*Strain*) dan tegangan (*Stress*). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya. Energi dan Intensitas (Hani, 2010).

Jika gelombang ultrasonik merambat dalam suatu medium, maka partikel medium mengalami perpindahan energi. Besarnya energi gelombang ultrasonik yang dimiliki partikel medium sesuai dengan persamaan (I)

$$E = E_p + E_k \dots \dots \dots (I)$$

Dengan :

E_p = energi potensial (Joule)

E_k = energi kinetik (Joule)

Untuk menghitung intensitas gelombang ultrasonik perlu mengetahui energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik. Intensitas gelombang ultrasonik (I) adalah energi yang melewati luas permukaan medium $1 \text{ m}^2/\text{s}$ atau watt/m^2 .

Untuk sebuah permukaan, intensitas gelombang ultrasonik (I) diberikan dalam bentuk persamaan (2)(Hani, 2010).

$$I = 1/2 \rho V A^2 (2 \pi f)^2 = 1/2 Z (A \omega)^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

ρ = massa jenis medium (kg/m^3) f = frekuensi (Hz)

v = kecepatan gelombang (m/s) V = volume (m^3)

A = amplitudo maksimum (m)

$Z = \rho v$ = impedansi akustik ($\text{kg/m}^2 \text{ s}$)

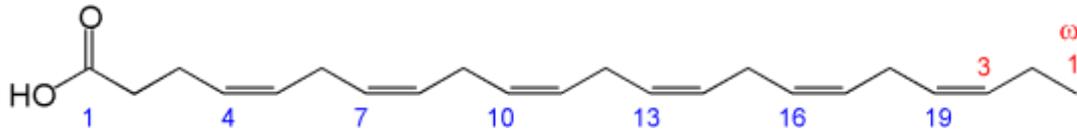
$\omega = 2\pi f$ = frekuensi sudut (rad/s)

2.6 Omega-3

Asam lemak omega-3 terutama DHA dan EPA merupakan senyawa tidak stabil karena memiliki banyak ikatan rangkap sehingga mudah terhidrolisis dan teroksidasi. Kestabilan asam lemak omega-3 dapat dilakukan dengan proses mikroenkapsulasi. Hasil penelitian mikroenkapsulasi dengan bahan penyalut deksterin pada produk pangan dapat melindungi produk dari oksidasi selama penyimpanan tiga bulan, memiliki efisiensi 85% sehingga dapat diaplikasikan ke produk pangan (Nurhasanah dkk., 2011).

2.6.1 Docosahexaenoic Acid (DHA)

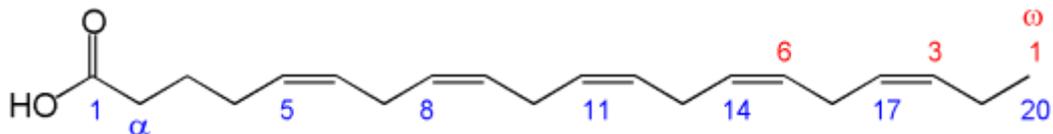
Docosahexaenoic Acid (DHA) merupakan komponen primer dalam menyusun korteks otak besar manusia dan retina mata. Sumber yang kaya DHA laut diantaranya mikroalga. *Spirulina platensis* adalah spesies mikroalga yang memiliki kandungan DHA yang tinggi dan di kultivasi secara autotrof dan memiliki kandungan DHA sebesar 2,218 mg/g lipid (Amini, 2005).



Gambar 2. Struktur DHA

2.6.2 *Eicosapentaenoic acid (EPA)*

Eicosapentaenoic acid (EPA) merupakan komponen dasar pembentuk prostaglandin yang diperlukan pada perkembangan bayi. Mikroalga jenis *Spirulina platensis* yang tumbuh secara fotoautotrof memiliki kandungan EPA sebesar 2,001 mg/g lipid (Amini, 2005).



Gambar 3. Struktur EPA

2.7 β -Karoten

β -karoten adalah pembentuk vitamin A atau retinol yang bermanfaat dalam membantu pertumbuhan dan pembentukan jaringan tubuh, pembentukan tulang dan gigi, daya tahan tubuh dan membentuk jaringan mata. β -karoten merupakan antioksidan yang menjaga kesehatan dan menghambat proses penuaan. beta karoten dapat mencegah dan menekan pertumbuhan sel kanker serta melindungi asam lemak tidak jenuh ganda dari proses oksidasi (Abdillah, 2006).

β -karoten dan klorofil α merupakan antioksidan. Antioksidan adalah senyawa yang dapat meredam dampak negatif dari oksidan yang berupa kerusakan asam lemak, DNA dan protein. β -karoten dapat memodulasi sistem imun dengan meningkatkan limfosit B dalam peredaran darah sehingga meningkatkan aktifitas sel NK dan TNF- α . Selain itu, β -karoten juga bekerja

sinergis dengan vitamin C dan vitamin E. Sifat-sifat tersebut membuat β -karoten dapat melindungi tubuh dan dapat mencegah berbagai penyakit, menghambat pertumbuhan sel kanker, mencegah serangan jantung, katarak, mengobati penyakit kulit, meningkatkan fungsi kekebalan tubuh dan lain-lain. Efek antioksidan dari *Spirulina platensis* mampu menghambat peroksidasi lemak lebih signifikan (65%) dibandingkan dengan antioksidan kimia seperti tofkoferol (35%) dan BHA (45%) (Yudiati dkk., 2011).

2.8 Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh, karena zat ini mempunyai fungsi utama yaitu sebagai zat pembangun dalam tubuh dan juga berfungsi sebagai bahan bakar dan zat pengatur. Protein sebagai zat pembangun karena protein merupakan bahan pembentukan jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh, terutama pada masa pertumbuhan, protein juga menggantikan jaringan tubuh yang rusak dan yang perlu dirombak serta mempertahankan jaringan yang telah ada (Sari, 2011).

Protein dikatakan sebagai zat pengatur karena protein mengatur keseimbangan cairan dalam jaringan dan pembuluh darah. Protein juga dapat membentuk enzim dan hormone yang dibutuhkan oleh tubuh untuk kelancaran metabolisme (Sari, 2011).

Berdasarkan sumbernya protein dapat digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Protein hewani

Merupakan protein yang berasal dari hewan baik dari apa yang dihasilkan oleh hewan tersebut (susu), maupun dari dagingnya.

2. Protein nabati

Protein nabati adalah protein yang dihasilkan oleh tumbuh- tumbuhan baik secara langsung maupun hasil olahan dari tumbuh- tumbuhan seperti sereal, tepung dan lain-lain.

2.9 Jagung

Jagung merupakan tanaman pangan penting di Indonesia menduduki tempat kedua setelah padi dan pada beberapa daerah di Indonesia dan Maluku khususnya menjadikan jagung sebagai makanan pokok. Produksi ekonomi jagung adalah berupa biji jagung merupakan sumber karbohidrat potensial untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun non pangan. Perbedaan kandungan gizi jagung warna biji kuning dan jagung warna biji putih yaitu pada nutrisi vitamin A, Jagung warna biji putih umumnya tidak mengandung vitamin A. Varietas jagung nasional (hibrida BISI-2) mempunyai potensi hasil tinggi, umur panen 103 hari, tahan terhadap penyakit bulai dan busuk buah, sedangkan varietas jagung lokal memiliki umur panen lebih cepat sekitar 85 hari (Polnaya, 2012).

Jagung manis banyak dikonsumsi karena memiliki rasa yang lebih manis, aroma lebih harum, dan mengandung gula sukrosa serta rendah lemak sehingga baik dikonsumsi bagi penderita diabetes (Putri, 2011). Jagung manis memberikan keuntungan relatif tinggi bila dibudidayakan dengan baik. Selain bagian biji, bagian lain dari tanaman jagung manis memiliki nilai ekonomis diantaranya batang dan daun muda untuk pakan ternak, batang dan daun tua (setelah panen) untuk pupuk hijau /kompos, batang dan daun kering sebagai bahan bakar pengganti kayu bakar, buah jagung muda untuk sayuran, perkedel, bakwan dan berbagai macam olahan makanan lainnya (Purwono dan Hartono, 2007). Umur

produksi jagung manis lebih singkat (genjah), sehingga dapat menguntungkan dari sisi waktu (Palungkun dan Asiani, 2004)

2.10 Nugget

Nugget adalah suatu bentuk produk olahan daging yang terbuat dari daging giling yang dicetak dalam bentuk potongan empat persegi dan dilapisi dengan tepung berbumbu (*battered* dan *braded*) (Maghfiroh, 2000). Nugget dikonsumsi setelah proses penggorengan rendam (*deep fat frying*) (Saleh dkk., 2002). Nugget dibuat dari daging giling yang diberi bumbu, dicampur bahan pengikat, kemudian dicetak membentuk tertentu, dikukus, dipotong dan dilumuri perekat tepung (*batter*) dan diselimuti tepung roti (*breadcrumbing*). Nugget digoreng setengah matang dan dibekukan untuk mempertahankan mutunya selama penyimpanan. Nugget merupakan salah satu bentuk produk makanan beku siap saji, yaitu produk yang telah mengalami pemanasan sampai setengah matang (*precooked*), kemudian dibekukan. Produk beku siap saji ini hanya memerlukan waktu penggorengan selama 1 menit pada suhu 150° C. Tekstur nugget tergantung dari bahan asalnya (Afrisanti, 2010).

Standarisasi kualitas untuk bahan pangan untuk nugget meliputi sifat kimia dan organoleptik. Persyaratan untuk menguji kualitas bahan pangan menurut Badan Standarisasi Nasional (2002) menggunakan uji kualitas kimia meliputi kadar lemak, air, abu, protein dan karbohidrat. Uji kualitas organoleptik meliputi aroma, rasa, dan tekstur. Badan Standarisasi Nasional (BSN) (2002) pada SNI 01-6638-2002 mendefinisikan nugget ayam sebagai produk olahan ayam yang dicetak, dimasak, dibuat dari campuran daging ayam giling yang

diberi bahan pelapis dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan.

Sebagai pedoman standar karakteristik nugget jagung, mengacu pada SNI 01-6638-2002 yang membahas tentang standar kualitas nugget. Berikut ini persyaratan mutu dan karakteristik nugget (*BSN, 2002*):

Tabel 1. Syarat mutu nugget ayam berdasarkan SNI. 01-6638-2002

Kriteria uji	Satuan	Nugget
Tekstur	-	Normal
Aroma	-	Normal
Rasa	-	Normal
Air	%b/b	Maks. 60
Protein	%b/b	Min. 12
Lemak	%b/b	Maks. 20
Karbohidrat	%b/b	Maks. 25
Kalsium	mg/100g	Maks. 30

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitoplankton jenis *Spirulina plantesis* yang berasal Balai Budidaya Air Payau Jepara, air laut yang berasal dari Pasar Hobi Makassar, akuades, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , Na-EDTA, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , ZnCl_2 , $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, vitamin B1, B12, Natrium boraks, KIO_3 , H_2SO_4 , HCl, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4 anhidrat, H_2SO_4 , etanol 70 % teknis, kertas saring, aluminium foil, *tissue*, maltodekstrin, n-heksan, tepung terigu, jagung, bahan pengembang (*baking powder*), kapsul Omega-3, dan laktosa Broth *p.a.*

3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat- alat gelas yang pada umumnya digunakan dalam laboratorium, toples yang terbuat dari bahan gelas, aerator, salinometer, sentrifus, set lampu neon Philips 40 watt, kompor gas miyako, selang, batu aerator, pompa vakum, corong *Buchner*, neraca analitik, *freeze dryer*, UV-VIS, cawan aluminium, cawan petridisk, *ultrasonic*, rak tabung, inkubator 37 °C, penangas air, Spektrofotometer 20 D+, desikator, cawan porselin, alat *soxhlet*, oven listrik, *blender*, *mixer*, , *food processor*, pisau, timbangan analitik.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2016 di Laboratorium Kimia Anorganik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Medium *Conway*

Stok A dilarutkan ke dalam 1 L akuades dan dididihkan, kemudian stok B dipipet sebanyak 2 mL. selanjutnya dicampurkan menjadi larutan medium. Kemudian larutan medium dipipet 1 mL dan dimasukkan ke dalam wadah fitoplankton yang telah berisi 1 L air yang sebelumnya telah disterilkan, kemudian ditambahkan 1 tetes stok C (vitamin).

3.4.2 Mengkultur Fitoplankton laut

Air laut yang telah disterilkan diletakkan dalam wadah kemudian diukur salinitasnya menggunakan salinometer kemudian dimasukkan dalam medium *Conway* dengan pengkondisian gas CO₂ dengan proses aerasi lalu ditambahkan bibit fitoplankton.

3.4.3 Pemanenan Biomassa

Pemanenan dilakukan pada fase akhir pertumbuhan atau fase akhir stasioner dan selanjutnya dilakukan sentrifugasi terhadap fitoplankton sehingga diperoleh biomassa basah fitoplankton. Biomassa basah yang diperoleh kemudian dicuci dengan menggunakan akuades sebanyak dua kali pengulangan kemudian dengan dua kali menggunakan akuabides lalu dikeringkan dengan menggunakan *freeze dryer* selama 12 jam sehingga didapatkan bobot kering dari biomassa fitoplankton.

Biomassa yang diperoleh kemudian dipisahkan untuk keperluan analisis dan keperluan pembuatan mikroenkapsul.

3.4.4 Mikroenkapsulasi Biomassa Fitoplankton dengan Metode *Freeze Dryer*

Dalam penelitian ini dibuat 5 formula mikroenkapsul dan 1 kontrol untuk mendapatkan formula yang efisien sebagai bahan campuran pembuatan Nugget yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Formula Mikroenkapsul

Bahan	kontrol	Formula 3% (F1)	Formula 5% (F2)	Formula 10% (F3)	Formula 15% (F4)	Formula 20% (F5)
Biomassa basah fitoplankton	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
Maltodekstrin	-	0,1 g	0,15 g	0,2 g	0,25 g	1 g
Akuades	20 mL	20 mL	20 mL	20 mL	20 mL	20 mL

Bahan yang telah diformulasi kemudian dicampur hingga homogen. Setelah bahan homogen, kemudian dituang ke dalam cawan petri dan di tutup dengan aluminium foil lalu dimasukkan ke dalam *freezer* selama 24 jam. Setelah membeku kemudian dimasukkan ke dalam alat pengering beku (*freeze dryer*) selama 12 jam atau sampai bahan tersebut kering dan terbentuk mikroenkapsul. Bahan yang telah kering tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan SEM untuk melihat morfologi terbaik dari mikroenkapsul yang dihasilkan.

3.4.5 Pembuatan Nugget Fitoplankton *Spirulina plantesis*

Adapun tahapan dan bahan bahan dalam pembuatan nugget jagung adalah; Disiapkan 500 gr jagung manis yang telah dihaluskan, sebanyak 6 butir bawang merah, 3 siung bawang putih, 1 buah cabai, 1 sendo teh ketumbar, keju cheddar

yang sudah diparut, 2 butir telur, 150 mL air matang, satu sendok makan mentega, 200 gram tepung terigu, 50 gr tepung maizena, 1 batang daun bawang yang telah diiris tipis, garam, merica serta 250 gr tepung roti sebagai pembalut nugget jagung.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan nugget adalah sebagai berikut :

- a. Bumbu yang terdiri dari bawang putih, bawang merah, ketumbar, dan garam dihaluskan dan dicampur hingga rata.
- b. Tepung terigu, tepung maizena, jagung manis pipil, keju parut, telur, dan bubuk *S. platensis* dicampur kemudian dimasukkan bumbu yang sudah dihaluskan.
- c. Adonan tersebut diaduk sampai tercampur rata. Kemudian masukkan daun bawang, garam, dan merica ke dalam adonan.
- d. Adonan yang telah dicampur secara rata dipindahkan ke loyang berukuran 20 cm yang dilapisi dengan plastik gula dan sudah diolesi dengan mentega
- e. Adonan diratakan, kemudian dikukus dengan suhu selama kurang lebih 30 menit.
- f. Adonan didinginkan dinginkan dan dibentuk sesuai selera.
- g. Potongan nugget dicelupkan ke dalam tepung roti, kemudian ke dalam telur kocok, dan kemudian tepung roti lagi.
- h. Nugget jagung kemudian digoreng pada api sedang agar matang secara sempurna

3.4.6 Analisis DHA dan EPA dalam nugget

Nugget sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam erlemeyer lalu ditambahkan heksan 50 mL, kemudian diekstraksi dengan alat *ultrasonic* dengan frekuensi 40 kHz, setelah itu disentrifuge untuk memisahkan antara nugget dengan ekstrak

n-heksan. Ekstrak yang dihasilkan kemudian dianalisis kandungan DHA dan EPA-nya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS

3.4.7 Analisa β -karoten dengan Metode Sonikasi

Biomassa fitoplankton yang diperoleh, dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dicampur dengan pelarut aseton sebanyak 5mL. Kemudian disonikasi menggunakan *ultrasonic* selama 50 menit pada suhu 40° C. Sampel kemudian disentrifugasi dan diambil supernatannya untuk analisis β -karoten yang dibandingkan dengan standar β -karoten pada penggunaan spektroskopi UV-VIS.

3.4.8 Analisis Kadar Protein (Metode Kjeldahl)

Satu gram *Spirulina platensis* ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dengan penambahan 5 mL H₂SO₄ pekat dan bubuk selenium, kemudian dipanaskan untuk menghilangkan uap SO₂ hingga terbentuk larutan jernih kehijauan. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas. Kemudian diambil 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 10 mL NaOH 30%, kemudian disuling. Hasil destilasi dimasukkan ke dalam gelas piala berisi 20 mL larutan asam boraks (H₃BO₃) 3% dititiasi dengan HCl standar menggunakan metil merah. Kadar protein dihitung dengan rumus pada persamaan (3) :

$$\% \text{ Protein} = \frac{\text{Vol Titrasi} \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times \text{Nitrogen} \times F \text{ Protein} \times F \text{ Pengencer}}{\text{mg sampel} \times 1000} \times 100\% \dots (3)$$

3.5 Analisis Mutu Nugget

3.5.1 Analisis Kadar Air (Metode Oven)

Cawan petri dikeringkan terlebih dahulu selama 1 jam dalam oven pada suhu 150 °C, kemudian didinginkan di dalam desikator, setelah dingin beratnya

ditimbang (a). Sampel ditimbang sebanyak 5 g (b) ke dalam cawan dan dimasukkan ke dalam oven selama 4 - 6 jam pada suhu 105 °C, Setelah itu sampel didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Pekerjaan ini dilakukan kembali sebanyak 3 kali pengulangan sampai di capai berat konstan (c) adapun perhitungan penentuan kadar air menggunakan rumus pada persamaan (4)

$$\text{Kadar air (\% b/b)} = \frac{a + b - c}{b} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

3.5.2 Analisis Kadar Abu

Cawan porselin dikeringkan terlebih dahulu selama 1 jam dalam oven pada suhu 150 °C, kemudian didinginkan di dalam desikator, setelah dingin beratnya ditimbang (a). Sampel ditimbang sebanyak 5 g (b) ke dalam cawan porselin. Sampel tersebut dipijarkan diatas *hot plate* sampai tidak berasap. Kemudian dimasukkan ke dalam tanur listrik pada suhu 500 - 600 °C Setelah sampel abu berwarna putih, sampel didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang (c). adapun rumus penentuan kadar abu pada persamaan (5):

$$\text{Kadar abu (\% b/b)} = \frac{(c - a)}{b} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

3.5.3 Analisis Kadar Protein (Metode Kjeldahl)

Satu gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dengan penambahan 5 mL H₂SO₄ pekat dan bubuk selenium, kemudian dipanaskan untuk menghilangkan uap SO₂ hingga terbentuk larutan jernih kehijauan. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas. Kemudian diambil 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 10 mL NaOH 30%, kemudian disuling. Hasil destilasi dimasukkan ke dalam gelas piala berisi 20 mL larutan asam boraks (H₃BO₃) 3% dititiasi dengan HCl standar

menggunakan metil merah. Kadar protein dihitung rumus pada persamaan (6)

$$: \% \text{ Protein} = \frac{\text{Vol Titrasi} \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times \text{Nitrogen} \times F \text{ Protein} \times F \text{ Pengencer}}{\text{mg sampel} \times 1000} \times 100\% \dots (6)$$

3.5.4 Analisis Kadar Lemak (Metode Soxhlet)

Labu *soxhlet* dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C. Kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang bobot tetapnya (A) sampel sebanyak 5 g (B) dibungkus dengan kertas saring kemudian dimasukkan dalam labu soxhlet dan dihubungkan dengan kondensor. Pelarut n-heksan dituang ke dalam labu soxhlet kemudian direfluks selama 5 jam sampai pelarut yang turun tidak berwarna (jernih). Kemudian labu soxhlet yang berisi lemak dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C, selama 1 jam kemudian didinginkan dalam desikator lalu dilakukan penimbangan sampai diperoleh bobot tetap (C). Kadar lemak ditentukan dengan rumus pada persamaan (7) berikut :

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{C - A}{B} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

3.5.5 Penentuan Kadar Karbohidrat (by Difference)

Untuk menentukan kadar karbohidrat digunakan rumus pada persamaan (8)

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air}) \dots \dots (8)$$

3.5.7 Uji Pertumbuhan pada Mencit

Mencit jantan 4 ekor disiapkan yang sehat sebagai hewan uji dengan masing masing kandang yang berbeda. Masing masing kandang A, dan B berisi 2 ekor tikus. Hari pertama sampai hari kedua tikus diberi nugget kontrol yang tidak mengandung mikroenkapsul fitoplankton. Setelah hari kedua dilakukan penimbangan terhadap masing-masing tikus dan dimasukkan kembali ke kandang. Selanjutnya mencit diberi makan berdasarkan kelompoknya 5 g nugget per hari.

Kemudian dilakukan penimbangan setiap hari selama 7 hari untuk mengetahui pengaruh nugget terhadap perubahan berat badan tikus.

3.5.8 Uji Organoleptik Nugget

Uji organoleptik dilakukan dengan metode hedonik. Adapun cara penilaiannya dilakukan oleh panelis sebanyak 15 orang. Karakteristik organoleptik yang diamati meliputi : warna, kekenyalan, cita rasa tekstur dan daya serap minyak. Penilaian organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji Rating 1-5.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan Sel fitoplankton *Spirulina platensis*

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada hari pertama pengkulturan fitoplankton jenis *Spirulina platensis* belum terlihat perubahan apapun pada media kultur fitoplankton yang masih berwarna keruh, hal ini dikarenakan masih berlangsungnya proses adaptasi antara fitoplankton *Spirulina platensis* dengan media kultur yang ada di dalam air laut yang disebut dengan fase lag. Setelah 4 hari dilakukannya kultivasi, Barulah mulai terlihat adanya perubahan air laut menjadi kehijauan yang menandakan terjadinya pembelahan pada sel fitoplankton *Spirulina platensis* yang merupakan fase eksponensial.

Warna hijau yang terbentuk pada proses pengkulturan ini disebabkan oleh adanya pigmen klorofil dan fikosianin yang terkandung di dalam fitoplankton jenis *Spirulina platensis*. Seiring berjalannya waktu, kepekatan warna hijau pada media kultur fitoplankton akan semakin bertambah. Hal ini indikasi pada penambahan populasi sel pada fitoplankton selama proses pertumbuhan berlangsung. Pada hari ke-20 kadar warna hijau pada media kultur fitoplankton mulai berkurang dan terjadi pengendapan biomassa fitoplankton. Hal ini dikarenakan ketersediaan nutrien dengan laju pertumbuhan fitoplankton sudah tidak sebanding, yang mengakibatkan terjadinya persaingan dalam penyerapan nutrien sehingga fitoplankton memasuki fase kematian.

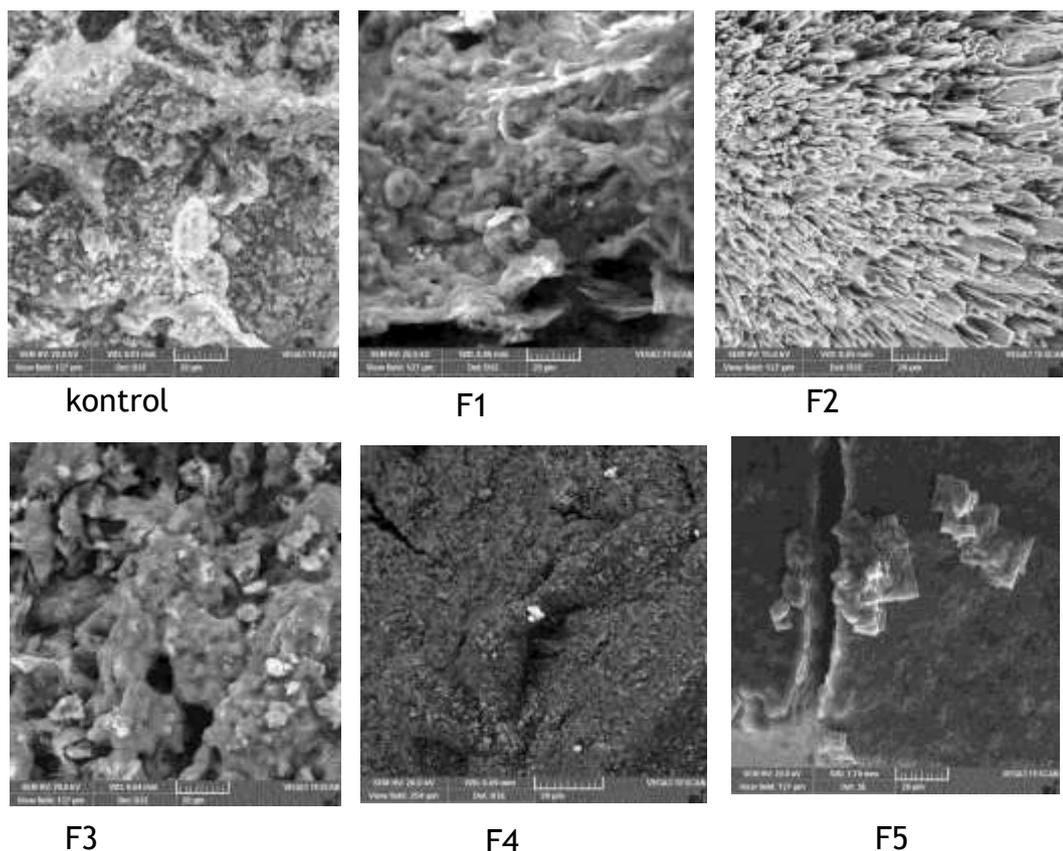
4.2 Pemanenan fitoplankton *Spirulina plantesis*

Biomassa mulai terbentuk saat fitoplankton sudah masuk pada fase stasioner yang disebabkan oleh matinya sel fito dikarenakan sudah tidak menerima suplai nutrien. Pemanenan biomassa fitoplankton dilakukan saat memasuki fasa kematian. Fase kematian merupakan fase terbentuknya biomassa maksimal karena fitoplankton sudah tidak mendapat nutrient lagi. Pemanenan dilakukan dengan metode sentrifugasi, yaitu tehnik memisahkan campuran dengan putaran menggunakan gaya gravitasi dengan kecepatan 1.200 rpm. Setelah dipisahkan kemudian dikeringkan menggunakan *Freeze dryer* sampai kering. Adapun hasil biomassa yang dihasilkan biomassa *Spirulina platensis* memiliki warna hijau. Kemudian biomassa yang diperoleh di pisahkan untuk keperluan analisis β -Karoten, DHA, EPA dan Protein.

4.3 Mikroenkapsul fitoplankton *Spirulina plantesis*

Biomassa yang dihasilkan saat pemanenan kemudian dibuat mikroenkapsul dengan menggunakan maltodekstrin sebagai penyalut. Maltodekstrin dipilih karena menurut beberapa penelitian maltodekstrin merupakan penyalut yang baik mudah larut dalam air, proses dispersinya cepat, dan mampu membentuk film sehingga sangat baik digunakan sebagai penyalut karena film yang terbentuk akan melindungi biomassa fitoplankton serta harganya yang murah. Proses penyalutan atau mikroenkapsulasi fitoplankton bertujuan untuk menjaga kualitas kandungan nutrisi yang terdapat didalam fitoplankton jenis *Spirulina platensis*. Jika konsentrasi maltodekstrin sangat kecil dan keadaan formula tidak homogen maka tidak akan terbentuk kapsul. Namun jika konsentrasi maltodekstrin berlebihan maka akan terjadi aglomerasi pada

mikroenkapsul. Pada penelitian kali ini dibuat mikroenkapsul fitoplankton *Spirulina plantesis* dengan berbagai macam konsentrasi penyalut untuk mengetahui efektifitas penyalut. Biomassa yang sudah disalut kemudian di keringkan dengan menggunakan pengering beku (*Freeze dryer*). Keunggulan *Freeze dryer* metode pengeringan beku yang dapat mempertahankan mutu *Spirulina platensis* yang sensitif terhadap suhu panas. Setelah itu, diamati dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada perbesaran 1200 kali untuk melihat morfologi dari kapsul tersebut dan menentukan komposisi penyalut terbaik untuk digunakan dalam pembuatan Nugget Jagung. Hasil *Scanning Electron Microscopy* dapat dilihat pada Gambar 4.



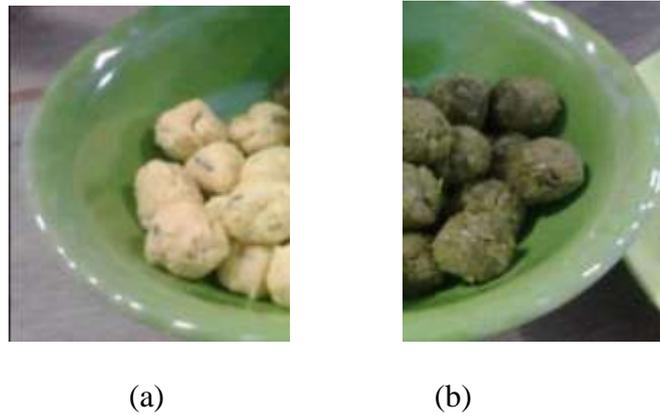
Gambar 4. Hasil analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sampel : Kontrol (0g maltodekstrin), F1 (0,1g maltodekstrin), F2 (0,15g maltodekstrin, F3 (0,20 g maltodekstrin), F4 (0,25 g maltodekstrin) F5 (0,30 g maltodekstrin)

Berdasarkan hasil SEM Gambar 4, Formula 2 menunjukkan bahwa fitoplankton *Spirulina plantesis* terenkapsulasi dengan baik karena bentuk selnya terlihat jelas terbungkus oleh *maltodekstrin*. Mikroenkapsul yang terbentuk sempurna akan menjaga zat aktif yang ada didalamnya sehingga zat yang tersalut akan lebih tahan lama jika disimpan. Pada kontrol dan Formula 1 tidak membentuk kapsul dan struktur pada permukaannya terlihat kasar, kemungkinan ini disebabkan maltodekstrin untuk Formula 1 yang terdiri dari 0,10 g maltodekstrin tidak dapat menyalut dengan sempurna karena konsentrasinya kurang sel *Spirulina plantesis* yang satu dengan sel yang lainya saling berlekatan. Pada. Formula 3, Formula 4, dan Formula 5 dengan komposisi masing-masing 0,20 g, 0,25 g, dan 0,30 g juga tidak membentuk kapsul karena maltodekstrinnya teraglomerasi karena jumlahnya berlebih sehingga sulit diamati untuk membentuk kapsul sempurna. Fitoplankton *Spirulina plantesis* mengandung lendir pada permukaan selnya yang memungkinkan setiap sel yang berdekatan saling berlekatan. Hal ini mungkin disebabkan oleh proses pengeringan formula yang dilakukan dengan menggunakan pengering beku (*freeze dryer*) juga menjadi salah satu penyebab bentuk biomassa saling menumpuk dan menyebabkan permukaan biomassa menjadi kasar dan tidak merata setelah air yang terdapat dalam formula mengering karena sublimasi.

4.4 Nugget Jagung *Spirulina plantesis*

Pada penelitian ini pembuatan nugget dibuat dalam 2 varian yaitu nugget kontrol tanpa menggunakan fitoplankton dan nugget yang difortifikasi fitoplankton dengan menggunakan fitoplankton 5 gr dengan menggunakan 3 parameter analisis dan uji proksimat dengan bahan yang tertera pada lampiran 3.

Formula mikroenkapsulasi yang digunakan pada pembuatan nugget yang difortifikasi fitoplankton ini adalah F2 dengan komposisi 0,15 g maltodextrin karena pada uji *SEM* formula yang tersalur baik sehingga dapat melindungi zat aktif pada fitoplankton tersebut.



Gambar 5. Adonan nugget, (a) nugget kontrol dan (b) nugget yang difortifikasi fitoplankton *Spirulina plantesis*

Gambar 5 menunjukkan hasil pembuatan nugget yang menggunakan fitoplankton *Spirulina plantesis* dengan nugget kontrol tanpa penambahan fitoplankton *Spirulina plantesis*. Nugget yang difortifikasi fitoplankton *Spirulina plantesis* memiliki warna yang berbeda dengan nugget kontrol. Pada nugget yang difortifikasi fitoplankton *Spirulina plantesis* tampak berwarna hijau disebabkan oleh warna dari biomassa kering fitoplankton *Spirulina plantesis*. Fitoplankton *Spirulina plantesis* yang mengandung pigmen hijau fikosianin yang menyebabkan adonan nugget berwarna hijau.

4.5 Kandungan DHA dan EPA fitoplankton *Spirulina plantesis* dan Nugget Jagung

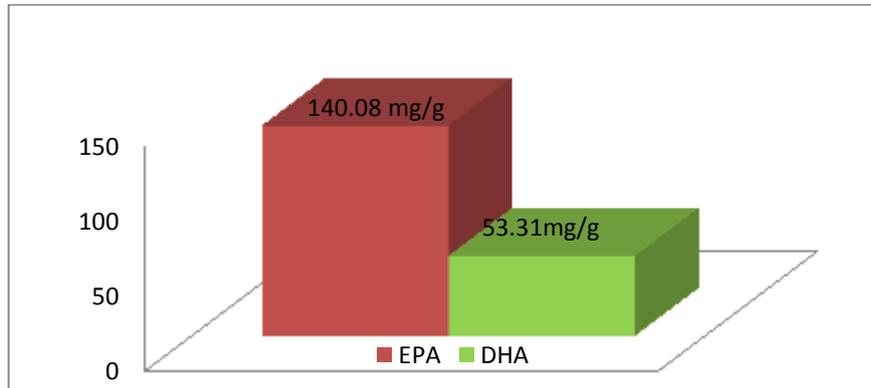
Pada penelitian ini, dilakukan proses sonikasi dengan menggunakan alat ultrasonik untuk memperoleh kandungan DHA dan EPA. Metode ekstraksi ultrasonik menyebabkan perubahan fisika dan kimia melalui pancaran gelombang ultrasonik. Hal ini menyebabkan terjadinya getaran pada larutan ekstrak sehingga DHA dan EPA dari biomassa keluar dengan cepat yang kemudian larut ke dalam pelarut.

Pelarut yang digunakan adalah n-heksan dikarenakan pelarut ini bersifat non polar . Pelarut ini sering digunakan untuk ekstraksi minyak dan lemak yang dapat menghasikan rendamen yang lebih besar dibandingkan dengan pelarut etanol, metanol, dan aseton yang akan sangat baik digunakan untuk ekstraksi.

Proses ekstraksi ultrasonik dilakukan selama 7x8 menit dengan 2 g biomassa kering fitoplankton *Spirulina plantesis* dan 50 mL n-heksan p.a. Hasil ekstraksi lipid kemudian dipisahkan dengan menggunakan sentrifugasi untuk memisahkan ekstrak n-heksan dengan residu fitoplankton *Spirulina plantesis*

Penentuan kadar DHA dan EPA menggunakan spektrofotometer UV-VIS 2600 yang dianalisis pada panjang gelombang 272 nm untuk DHA dan 310 nm untuk EPA. Hasil analisis larutan standar DHA dan EPA dengan spektrofotometer UV-Vis diperoleh persamaan kurva kalibrasi untuk DHA pada panjang gelombang maksimum 272 nm yaitu $y = 0,00201x + 0,01129$ dengan nilai koefisien korelasi $(r) = 0,99979$, sedangkan untuk EPA pada panjang gelombang maksimum 310 nm diperoleh persamaan kurva kalibrasi yaitu $y = 0,00053x + 0,00813$ dengan koefisien korelasi $(r) = 0,99692$

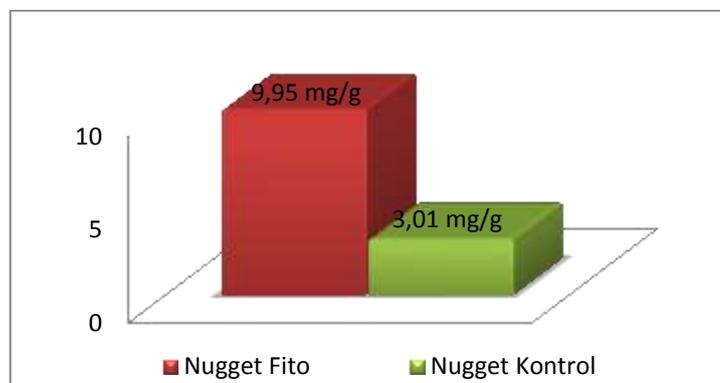
a. Hasil Kadar DHA dan EPA Biomassa Fitoplankton *Spirulina platensis*



Gambar 6. Hasil Analisis DHA dan EPA pada fitoplankton, Nugget yang difortifikasi fitoplankton, dan Nugget Kontrol

Hasil analisis kandungan DHA dan EPA terlihat pada Gambar 6 menunjukkan kadar DHA dan EPA masing-masing sebesar 53,31 mg/g dan 140,08mg/g berat kering. Pada penelitian sebelumnya kandungan DHA dan EPA yang diperoleh oleh (Mahmud, 2015) pada penenlitiannya fitoplanktoon *Porphyridium cruentum* masing-masing sebesar 31,66 mg/g dan 69,68 mg/g berat kering. Sedangkan pada penelitian (Alim,2016) Kandungan DHA dan EPA *Spirulina platensis* masing masing sebesar 144,87 mg/g dan 331,07 mg/g berat kering.

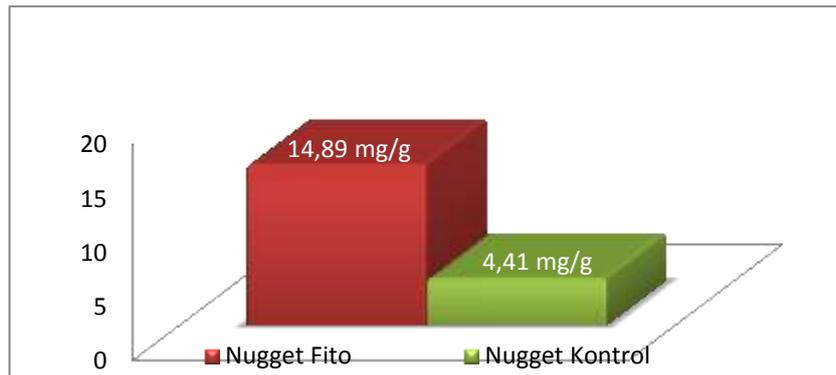
b. Hasil Kadar DHA Nugget kontrol dan Nugget yang difortifikasi fitoplankton



Gambar 7. Hasil Analisis DHA pada fitoplankton, Nugget yang difortifikasi fitoplankton, dan Nugget Kontrol

Hasil analisis kandungan DHA terlihat pada Gambar 7 pada Nugget yang difortifikasi fitoplankton sebesar 9,94mg/g berat kering sedangkan pada nugget control tanpa fitoplankton sebesar 3,01 mg/g berat kering.

c. Hasil Kadar EPA Nugget kontrol dan Nugget yang difortifikasi fitoplankton



Gambar 8. Hasil kandungan EPA pada fitoplankton *Spirulina platensis*

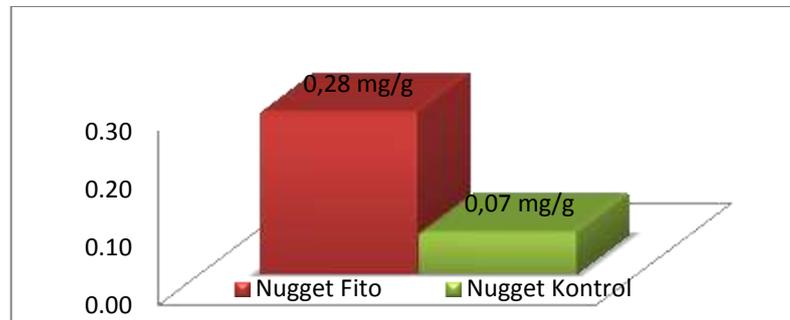
Berdasarkan Gambar 8 dapat disimpulkan kandungan EPA pada nugget yang difortifikasi fitoplankton sebesar 14,89 mg/g dan nugget kontrol tanpa tambahan fitoplankton sebesar 4,41 mg/g.

4.6 Kandungan B-Karoten pada Nugget kontrol dan Nugget yang difortifikasi fitoplankton

Nugget dan biomassa yang dihasilkan dianalisis kandungan β -Karoten untuk melihat perbedaan kandungan β -Karoten antara biomassa fitoplankton dengan nugget terfortifikasi mikroenkapsul mikroalga dan nugget kontrol dengan menggunakan persamaan $y = 0,108x + 0,025$.

Kandungan β -Karoten Fitoplankton *Spirulina plantesis* mempunyai kadar sebesar 8,79 mg/g. Penelitian sebelumnya (Hasriandy, 2015) Kandungan β -karoten yang diperoleh dengan penambahan Fe^{2+} 2,0 ppm *Chlorella vulgaris* sebesar 9,06 mg/g dan pada *Dunailella salina* sebesar 8,62 mg/g.

Berikut merupakan hasil analisis β -Karoten pada nugget dapat dilihat pada Gambar 9.

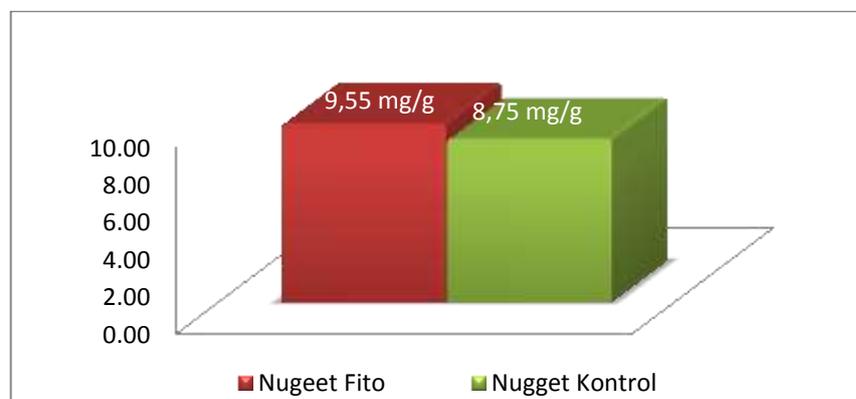


Gambar 9. Grafik Hasil Analisis β -Karoten pada Nugget

Hasil analisis kadar β -Karoten diketahui pada nugget kontrol dan nugget yang difortifikasi fitoplankton masing-masing 0,281mg/g dan 0,074 mg/g. Kadar β -Karoten tinggi pada nugget mikroalga *Spirulina plantesis* disebabkan oleh adanya penambahan mikroalga *Spirulina plantesis* yang memiliki kandungan β -Karoten yang tinggi ke dalam nugget.

4.7 Kandungan Protein pada Nugget kontrol dan Nugget yang difortifikasi fitoplankton

Nugget dan fitoplankton kemudian dianalisis kadar proteinnya dengan menggunakan metode kjehdal dan H_2SO_4 sebagai penitar. Grafik dari Analisis kandungan protein nugget diperlihatkan pada gambar 10 berikut ini

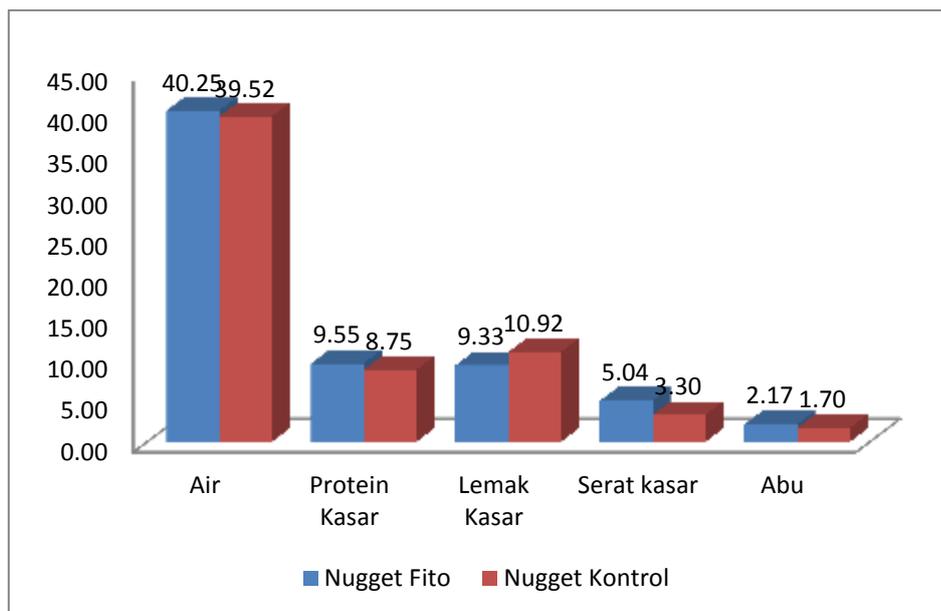


Gambar 10. Grafik Uji Protein

Berdasarkan hasil analisis protein diketahui kandungan protein nugget jagung fitoplankton lebih tinggi yakni 9.55 % sedangkan nugget kontrol sebesar 8,75 %. Kandungan protein yang tinggi pada nugget yang difortifikasi fitoplankton disebabkan oleh adanya penambahan fitoplankton pada nugget sehingga menambah kandungan proteinnya.

4.8 Uji Proksimat pada Nugget kontrol dan Nugget yang difortifikasi fitoplankton

Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui kandungan dari bahan yang digunakan dan selanjutnya dibandingkan dengan komposisi nugget pada umumnya agar menjadi acuan untuk pembuatan produk disesuaikan dengan mutu nugget SNI 01-6638-2002 sesuai standar yang telah diterapkan oleh pemerintah. Analisis proksimat meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat dan serat kasar terhadap nugget yang difortifikasi fitoplankton *Spirulina plantesis* dan nugget kontrol. Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Gambar 11.

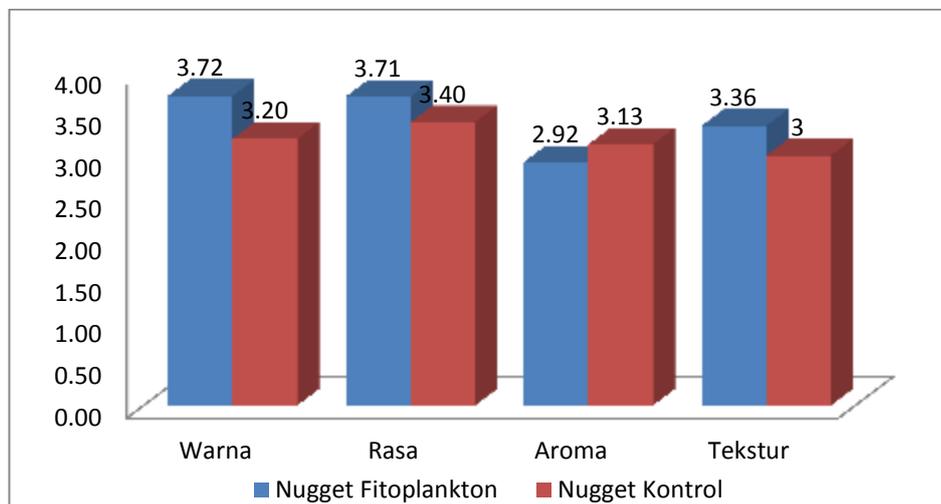


Gambar 11. Grafik Analisis Proksimat

Berdasarkan Gambar 8, data yang diperoleh telah sesuai dengan standar nasional Indonesia, dengan persyaratan kadar air maksimal 60%, kadar Protein minimal 12%, dan kadar lemak maksimal 20%.

4.9 Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui daya terima atau tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk. Penilaian organoleptik dilakukan berdasarkan Soekarto (1985). Adapun cara penilaiannya dilakukan oleh panelis sebanyak 15 orang. Pada penelitian kali ini dilakukan uji terhadap empat parameter yaitu warna, rasa, aroma dan tekstur yang dinilai oleh 15 orang panelis dengan parameter penilaian 1-5, dimana 1 tidak enak dan 5 paling enak. Grafik dibawa merupakan hasil dari uji organoleptik nugget jagung. Nama-nama panelis terlampir pada lampiran 5. Berikut merupakan grafik dari uji organoleptik diperlihatkan pada Gambar 12 berikut ini



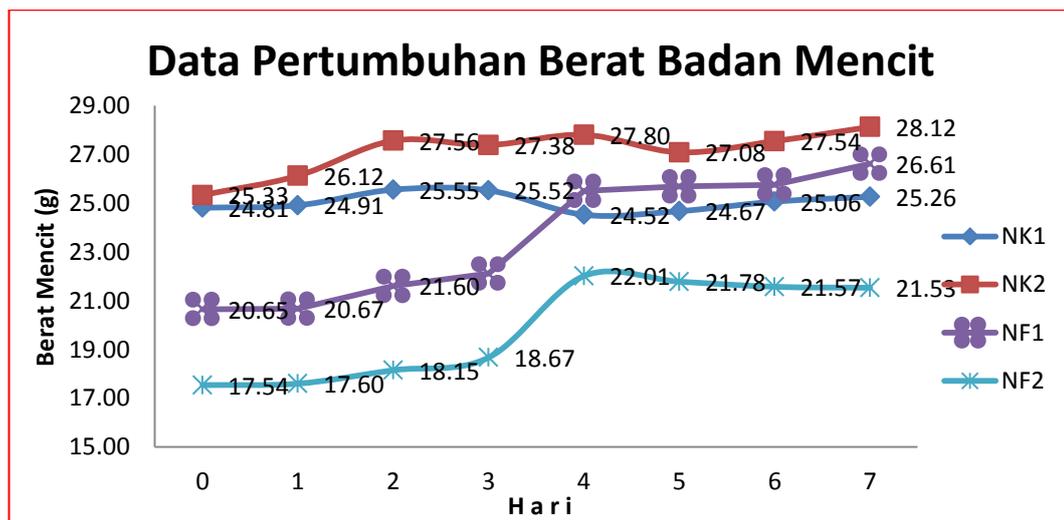
Gambar 12. Grafik Hasil Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik yang dilakukan pada 15 panelis dengan rata-rata usia 21-25 tahun penilaian terhadap nugget kontrol berada diantara angka 3,0 hingga 3,4 ini menunjukkan penerimaan terhadap produk ini oleh para panelis sudah baik.

Penilaian pada nugget yang difortifikasi dengan fitoplankton oleh para panelis berada diangka 2,8 hingga 3,7, ini menunjukkan tingkat kesukaan dan ketertarikan pada produk nugget yang difortifikasi fitoplankton lebih diminati dibanding Nugget Kontrol

4.10 Uji mencit

Penelitian ini menggunakan mencit sebagai hewan uji in-Vivo. Mencit yang diberi pakan nugget terdiri dari empat mencit. NK 1 dan NK 2 merupakan mencit yang diberi makan nugget tanpa fitoplankton. Sedangkan NF1 dan NF2 merupakan mencit yang diberi pakan nugget dengan tambahan fitoplankton.. Mencit yang diberi makan diamati pertumbuhannya setiap hari selama 7 hari. Mencit yang digunakan pada penelitian ini adalah mencit yang masih dalam pertumbuhan, dimana pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor internal seperti gen dan hormon serta faktor ekstertal berupa lingkungan dan makanan, pemberian makanan dan laju pertumbuhan mencit dapat dilihat pada Gambar 13



Gambar 13. Grafik Laju Pertumbuhan mencit Ket. NK1 : Mencit pertama dengan nugget kontrol. NK2 : Mencit kedua dengan nugget kontrol. NF1 : Mencit ketiga dengan nugget yang difortifikasi fitoplankton. NF2 : Mencit keempat dengan nugget yang difortifikasi fitoplankton

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 11, terlihat bahwa mencit pertama yang diberi pakan nugget kontrol mengalami pertumbuhan dari berat awal 24,81 g dan pada hari ke-7 beratnya menjadi 25,26 g, sehingga kenaikan berat badan mencit selama 7 hari sebesar 0,45 g. Pada mencit kedua dilakukan pengamatan yang sama, berat sebelum diberi makan nugget adalah 25,33 g dan pada hari ke-7 berat mencit menjadi 28,12 g, sehingga kenaikan berat badannya adalah 2,79 g. Pada mencit ketiga dan keempat diberi makan nugget yang mengandung fitoplankton dan masing masing berat awalnya adalah 20,65 g dan 17,54 g. Setelah 7 hari berat badan mencit ketiga dan keempat masing masing adalah 26,61 g dan 21,53 g. Jika dirata-ratakan kenaikan berat badan nugget kontrol adalah 1,62 g sedangkan pada mencit yang mengkonsumsi nugget yang difortifikasi fitoplankton adalah 4,97 g. Dari perbandingan tersebut bisa disimpulkan laju pertumbuhan mencit yang mengkonsumsi nugget yang difortifikasi fitoplankton lebih pesat pertumbuhannya dibandingkan yang mengkonsumsi nugget kontrol disebabkan kadar lemak dan kadar protein yang diperoleh dari nugget yang difortifikasi dengan fitoplankton *Spirulina platensis*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Kandungan β -karoten pada nugget yang difortifikasi fitoplankton dan nugget kontrol masing masing sebesar 0,281 mg/g dan 0,074 mg/g.

Kandungan DHA pada nugget yang difortifikasi fitoplankton dan nugget kontrol masing masing sebesar 9,94 mg/g dan 3,01 mg/g. Sedangkan kadar EPA pada nugget yang difortifikasi dengan fitoplankton dan nugget kontrol masing-masing sebesar 14,89 mg/g dan 4,41 mg/g.

Kualitas nugget yang difortifikasi dengan mikroalga *Spirulina platensis* sudah sesuai dengan SNI 01–6638–2002, kecuali kandungan protein yang belum memenuhi syarat minimal 12%. Pada nugget yang difortifikasi fitoplankton dan nugget kontrol masing-masing memiliki nilai protein sebesar 9,55% dan 8,75%.

5.2 Saran

Saran untuk Penelitian Selanjutnya adalah digunakan beberapa jenis penyalut dalam pembuatan mikroenkapsul sehingga bisa diketahui bahan penyalut yang baik dalam pembalutan mikroenkapsul. Selain itu analisis terhadap nugget yang difortifikasi dengan fitoplankton sebaiknya dilakukan analisis terhadap kandungan logam beratnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F., 2006. *Penambahan Tepung Wortel dan Keragenan untuk Meningkatkan Kadar Serat Pangan pada Nugget Ikan Nila*. Skripsi tidak diterbitkan Sarjana Teknologi Pertanian. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian: Institut Pertanian Bogor.
- Afrisanti, D.W., 2010. *Kualitas Kimia dan Organoleptik Nugget Daging Kelinci dengan Penambahan Tepung Tempe*. Skripsi tidak diterbitkan Program Studi Peternakan. Fakultas Pertanian. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Alim, A., 2016. *Modifikasi Roti Kaya DHA dan EPA yang Difortifikasi dengan Mikroalga Spirulina platensis*. Skripsi tidak diterbitkan Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Amini, S., 2005, *Skrining Mikroalga Penghasil Kandungan Asam Lemak Omega-3, Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2005*.
- Aprizayanti., 2011, *Hubungan Konsumsi Omega 3 Terhadap Tumbuh Kembang Anak Usia 2 – 3 Tahun Di Wilayah Kerja Puskesmas Sebarang Padang Kota Padang Tahun 2011*, Universitas Andalas, Padang.
- Arinardi, O. H, Trimaningsih, Sudirdjo, 1994, *Pengantar Tentang Plankton Serta Kisaran Kelimpahan Dan Plankton Predominan Di Sekitar Pulau Jawa Dan Bali*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002., *Nugget Ayam, SNI 01-6683-2002*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional
- Biondi, N., dan Tredici., M., 2011, *Algae and Aquatic Biomass for a Sustainable Production of 2nd Generation Biofuels*, UNIFI : 148-150.
- Benita, S., 1996. *Microencapsulation: Method and Industrial Application 2nd edition*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Chen, M.J., 2007, *Applications of Probiotic Encapsulation in Dairy Products*. In: Lakkis, Jamileh M. (Ed), *Encapsulation and Controlled Release Technologies in Food Systems*. Wiley-Blackwell, USA, 83-107.
- Coremap, 2001, *Kebijakan Nasional Pengelolaan Terumbu Karang Di Indonesia*, Jakarta: Coral Reef Rehabilitation and Management Program
- Covington, M.B., 2004. *Omega 3 Fatty Acids Am Fam Physician* , 70(1):133-140.

- Guil Guerrero, J.L., dkk, 2001, Eicosapentanoic and Arachinodic Acids Purification from the Red Microalga *Porphyridium cruentum*, *Journal Bioseparation*, (9): 299-306
- Guerrero JLG, Venegas EV, Cervera MAR, Suarez MD. 2011. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24: 217-222.
- Guy, A. Thompson, J., 1996, Lipids and membrane in Green algae, *Jurnal of Biochimica et Biophysica Acta*, 1302:17-45
- Gouveia, L., Batista, A. P., Sousa, I., Raymundo, A. dan Bandarra, N. M., 2008, Microalgae in Novel Food Product, Food Chemistry.
- Goswami dan Kalita., 2011, *Scenedesmus dimorphus* and *Scenedesmus quadricauda* Two Potent Indigenous Microalgae Strains for Biomass Production and CO₂ Mitigation - A Study on Their Growth Behavior and Lipid Productivity Under Different Concentration of Urea as Nitrogen Source. *Journal Algal Biomass Utiln*, 2 (4): 42– 49
- Hadi, K. B., 2012, *Kandungan DHA, EPA dan AA dalam Mikroalga Laut Dari Spesies Spirulina platensis, Botryococcus braunii, Chlorella aureus dan Porphyridium Cruentum yang Dikultivasi Secara Heterotrof*, Skripsi tidak diterbitkan, Program Studi Teknologi Bioproses, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hadiyanto, 2010, Produksi Mikroalga Berbiomassa Tinggi dalam Bioreaktor Open Pond. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. 1(2): 1-6.
- Hasriandy, M., 2015. *Pengaruh Penambahan Ion Logam fe²⁺ dan cu²⁺ terhadap Produksi β-karoten oleh Fitoplankton Chlorella vulgaris, Dunaliella salina, dan Isochrysis aff. Galbana*. Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Hani, S. 2010, Sinar Ultrasonik SRF05 sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor . *Jurnal Teknologi Jurusan Teknik Elektro*. 3 (2): 120-128
- Hess, S.Y., Thurnham, D.I., and Hurrell, R.F., 2005, *Technical Monograph Series: Influence of Provitamin A Carotenoids of Iron, Zinc and Vitamin A Status*, Harvest Plus-UK: 4-2
- Istiyani, K. 2008. *Mikroenkapsulasi*. UGM-Press. Yogyakarta
- Kailasapathy, K., 2002, *Microencapsulation of Probiotik Bacteria: Technology and Potential Applicatio*, Centre for Advance Food Research, Sydney.

- Kabede, E., dan Ahlgren, G., 1996. Optimum Growth Conditions and Light Utilization Efficiency of *Spirulina platensis* (*Arthrospira fusiformis*) from Lake Chitu, *Hydrobiol*, **332**: 99-109
- Kawaroe dkk. 2010. *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.
- Maghfiroh, I., 2000, *Pengaruh Penambahan Bahan Pengikat Terhadap Karakteristik Nugget Ikan Patin (*Pangasius hypothalamus*)*, Skripsi Tidak diterbitkan, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Mahmud, R., 2015, *Mikroenkapsulasi Fitoplankton (*Porphyridium Cruentum*) kaya DHA dan EPA untuk Fortifikasi Biskuit Balita Bergizi Tinggi* Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mortazavian. A., Razavi S.H., Ehsani, M.R., Sohrabvandi, S., 2007, Principles and methods of microencapsulation of probiotik microorganisms, *Iranian Journal of Biotechnology*, **5**(1): 1-18.
- Nugraheni, A., Yunarto, N., Sulistyaningrum, N., 2015, Optimasi Formula Mikroenkapsulasi Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) dengan Penyalut Berbasis Air, *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, **5** (2): 98-105
- Nurhasanah, S., Komari, Haryadi, P., dan Budijanto, S., 2011, Mikroenkapsulasi Lemak Kaya DHA Untuk Fortifikasi pada Makanan, *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, **13** (2): 140-149.
- Phang, S.M., M. S. Miah, W. L. Chu, and M. Hashim. 2000. *Spirulina Culturein Digested Sago Starch Factory Waste Water*. *J.Appl.Phycol.*, **12**:395-400.
- Palungkun, R. and B. Asiani. 2004. *Sweet Corn-Baby Corn : Peluang Bisnis , Pembudidayaan dan Penanganan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Polnaya, F., J. E. Patty, 2012. Kajian Pertumbuhan dan Produksi Varietas Jagung Lokal dan Kacang Hijau dalam Sistem Tumpangsari. *J. Agrologia* **1** (1): 42-50.
- Purwono, M. dan Hartono, R. 2007. *Bertanam Jagung Manis*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Putri,H.A. 2011. *Pengaruh Pemberian Beberapa Konsentrasi Pupuk Organik Cair Lengkap (POCL) Bio Sugih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil*

Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt.). Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Andalas Padang.

- Risikesdas, 2013, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI Tahun 2010, Riset Kesehatan Dasar RI.
- Saleh, M. K., Prana, S., Hartatik, 2002, *Dokumen Tepat Guna*, Institut Pertanian Bogor, UPT. Perpustakaan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sani, R. N., Nisa, F. C., Andriani R.D, Jaya Mahar Maligan J.M., 2014, Analisis Rendemen Dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis Chuii, J.Pangan dan Agroindustri, 2 (2):121-126*
- Sanchez, O. J., dan Cardona, C. A.. 2007. *Review: Trends of Biotechnological Production of Fuel Ethanol from Different Feedstocks. Bioresource Technology*, Artikel in Press, 1-26.
- Sanchez. M., Castillo, J.B., Rozo, C. Rodriguez, I. 2008. *Spirulina (Arthrospira): An-Edible Microorganism. A Review*. Departamento de Quimica Facultad de Ciencias Pontificia Universidad Javeriana Cra. 7 43-88, Bogota, pp. 5- 9.
- Sari, M., 2011, Idenifikasi Protein menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR), Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia.
- Vonshak, 1988, *Porphyridium In Macro-Algae Biotechnology*, Ed. Borowitzka MA and Borowitzka LJ, Cambridge University Press: 477.
- Widjaja, A., 2009. Lipid production from microalgae as a promising candidate for biodiesel production. *Jurnal Makara Teknologi*. **13**(1): 47–51
- Yudiati, E., Sedjati, S., dan Agustian, R., Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Ekstrak Metanol dan Pigmen Kasar Spirulina sp. *Jurnal ilmu Kelautan*, **16**(4) :87-192.
- Yuliani, I., 2013, *Studi Eksesperimen Nugget Ampaas Tahu Dengan Campuran Jenis Pangan Sumber Protein dan Jenis Filler yang Berbeda*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium *Conway*

1. Komposisi Stok

Komposisi Stok A

No.	Nama bahan	Jumlah
1	FeCl ₃ .6H ₂ O	1,30 g
2	MnCl ₂ .4H ₂ O	0,36 g
3	H ₃ BO ₃	33,60 g
4	NaEDTA	45,00 g
5	NaH ₂ PO ₄ .12H ₂ O	20,00 g
6	NaNO ₃	100,00 g
7	Akuades	1000 mL

Komposisi Stok B

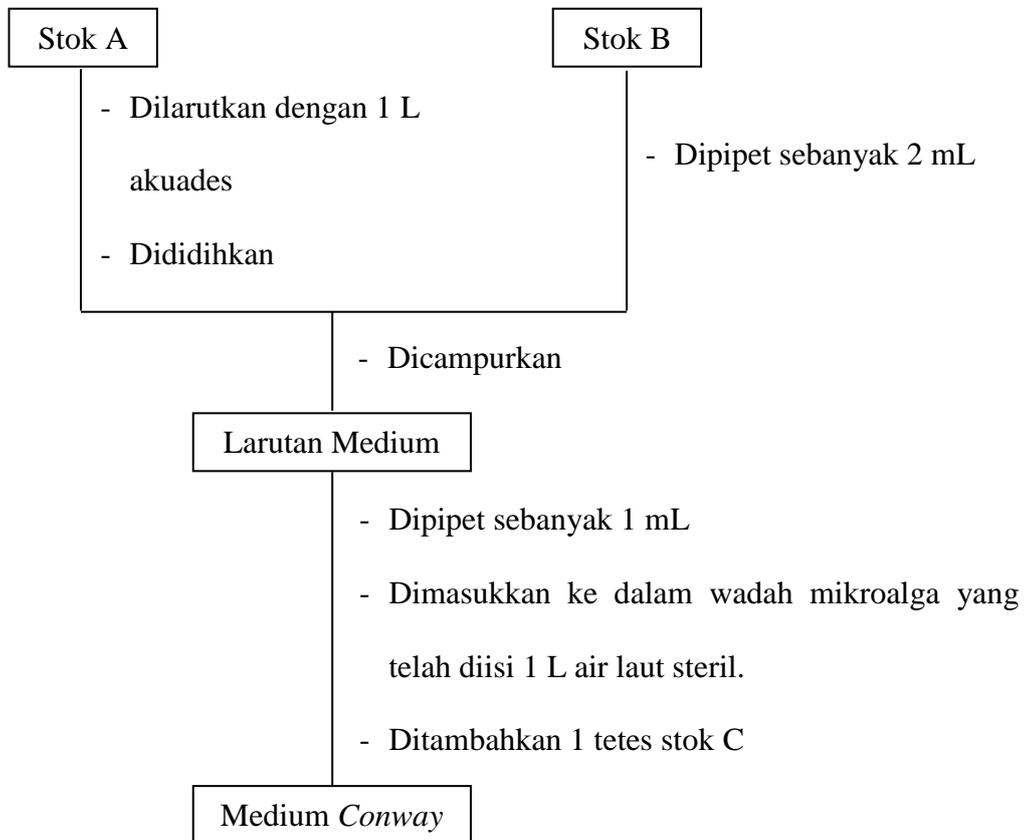
No.	Nama Bahan	Jumlah
1	ZnCl ₂	2,10 g
2	CoCl ₂ .6H ₂ O	2,00 g
3	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	0,90 g
4	CuSO ₄ .5H ₂ O	2,00 g
5	Akuades	100 mL

Komposisi Stok C

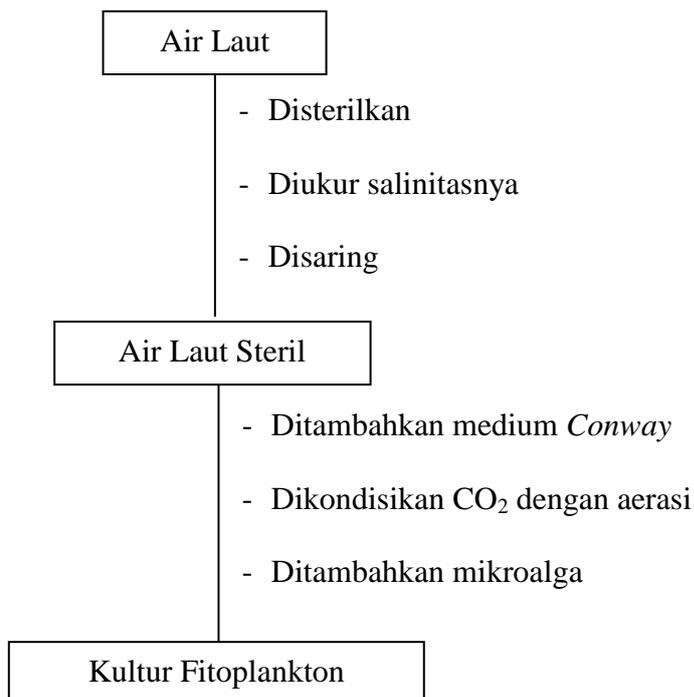
No.	Nama Bahan	Jumlah
1	Vitamin B ₁₂	10,00 g
2	Vitamin B ₁	200,00 g
3	Akuades	100 mL

Lampiran 2. Bagan Kerja Penelitian

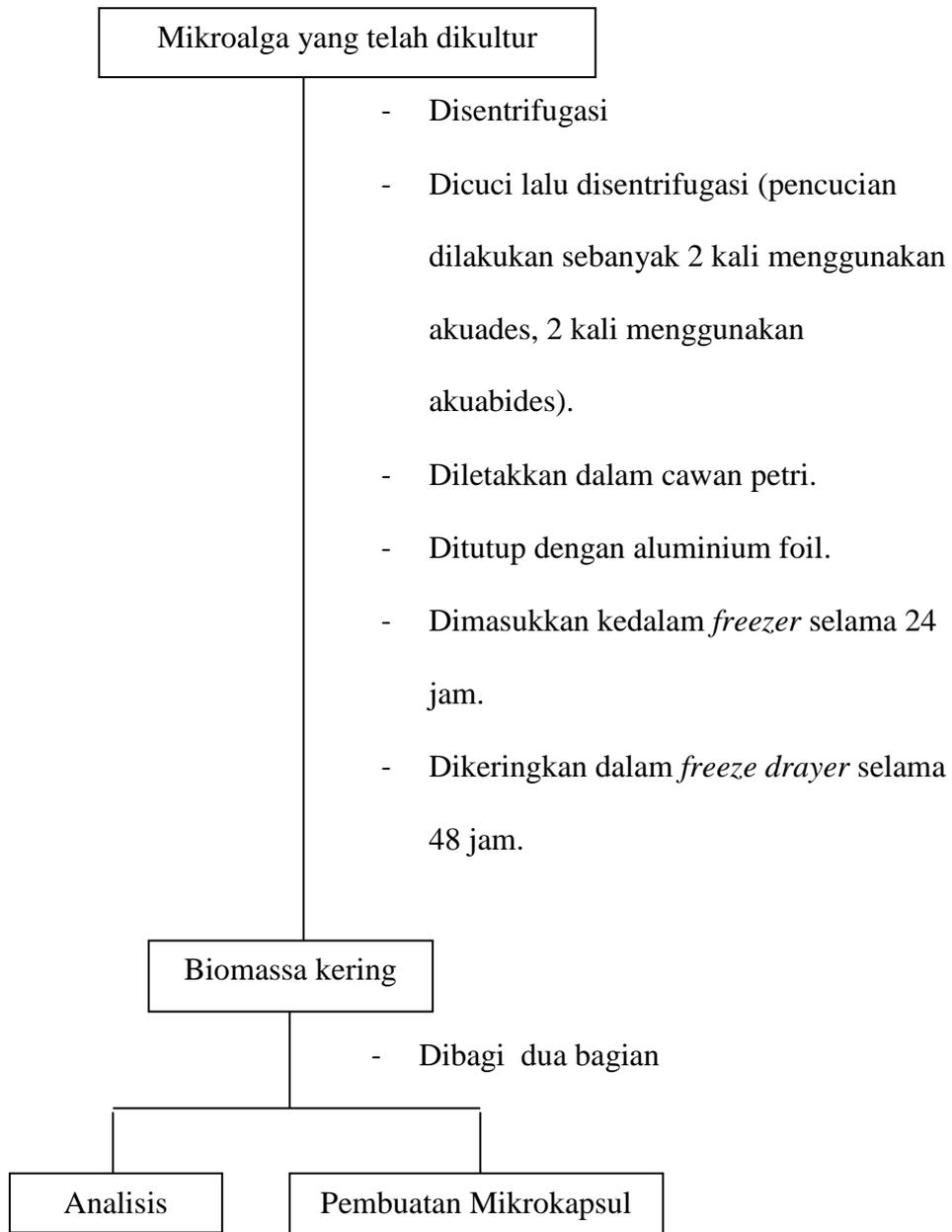
1. Pembuatan Medium Conway



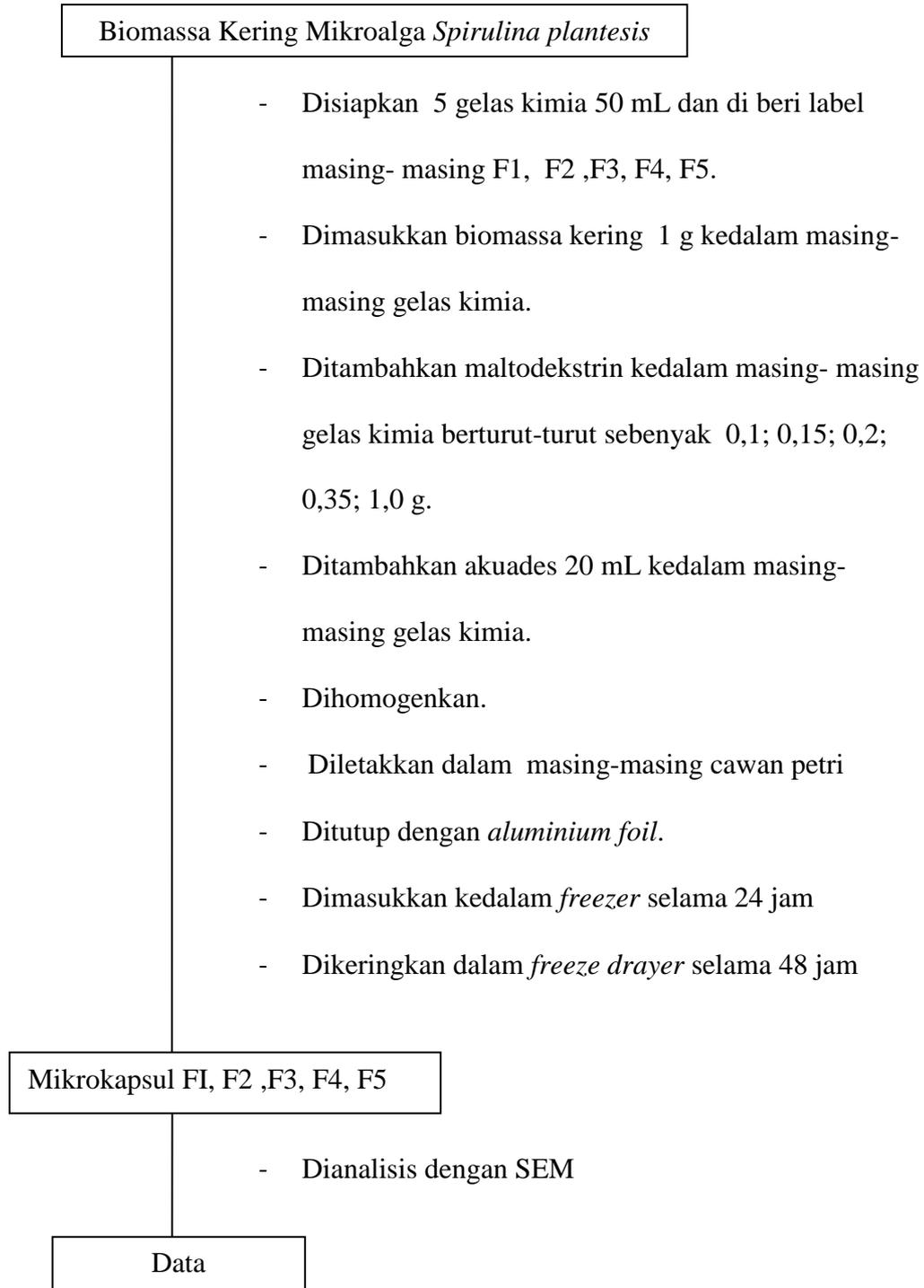
2 Pengkulturan Fitoplankton



Lampiran 3. Pemanenan Biomassa Fitoplankton *Spirulina plantesis*



Lampiran 4. Mikroenkapsulasi Biomassa Mikroalga dengan Metode *Freeze Dryer*



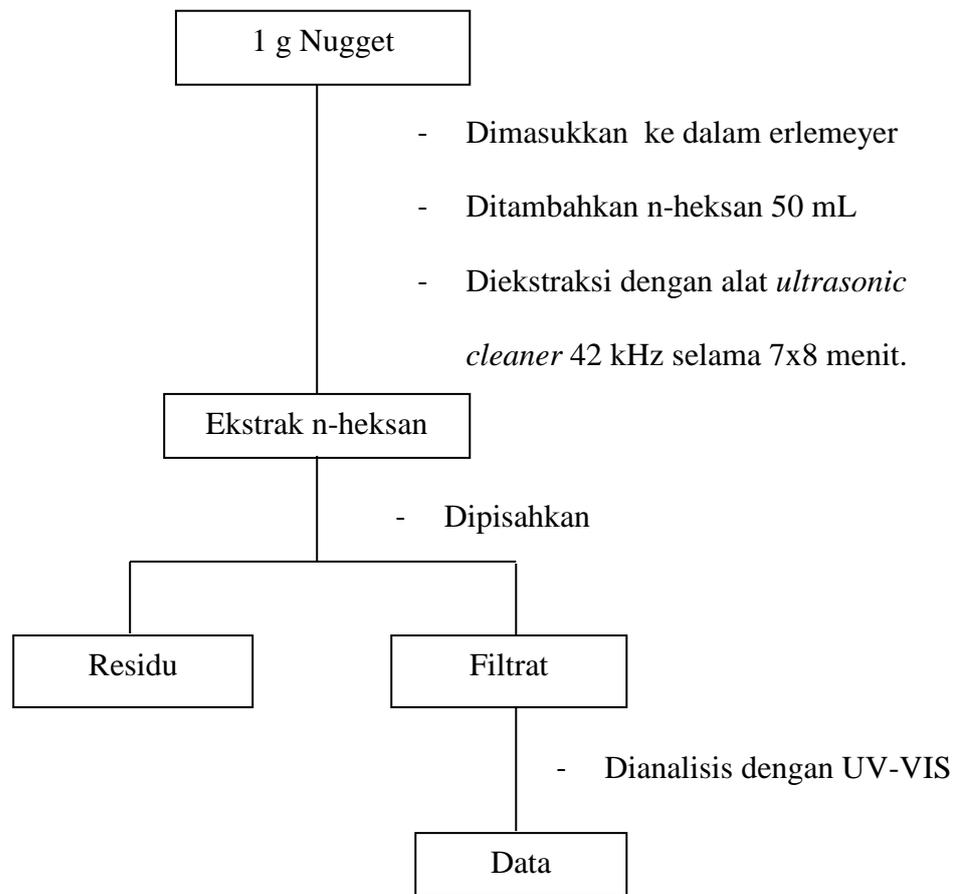
Lampiran 5. Pembuatan Nugget Jagung

500 g Jagung manis

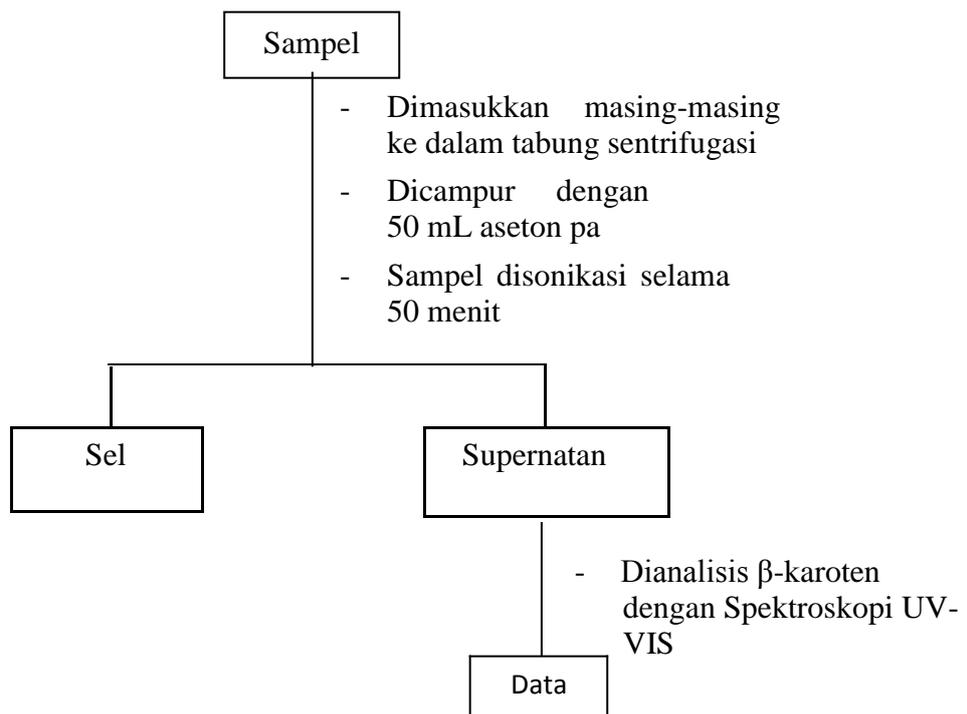
- ditambahkan bawang putih, bawang merah, ketumbar, dan garam lalu dihaluskan dan dicampur hingga rata
- 200 g Tepung terigu, 50 g tepung maizenal, keju parut, telur, dan bubuk 5 g *S. platensis* dicampur kemudian dimasukkan bumbu yang sudah dihaluskan.
- diaduk adonan sampai tercampur rata. Kemudian masukkan daun bawang, garam, dan merica ke dalam adonan.
- dicampur adonan secara rata dipindahkan ke loyang berukuran 20 cm yang dilapisi dengan plastik gula dan sudah diolesi dengan mentega
- Diratakan adonan, kemudian dikukus dengan suhu selama kurang lebih 30 menit.
- dinginkan Adonan dan dibentuk sesuai selera.
- dicelupkan Potongan nugget ke dalam tepung roti, kemudian ke dalam telur kocok, dan kemudian tepung roti lagi.
- digoreng Nugget jagung pada api sedang agar matang secara sempurna

Hasil

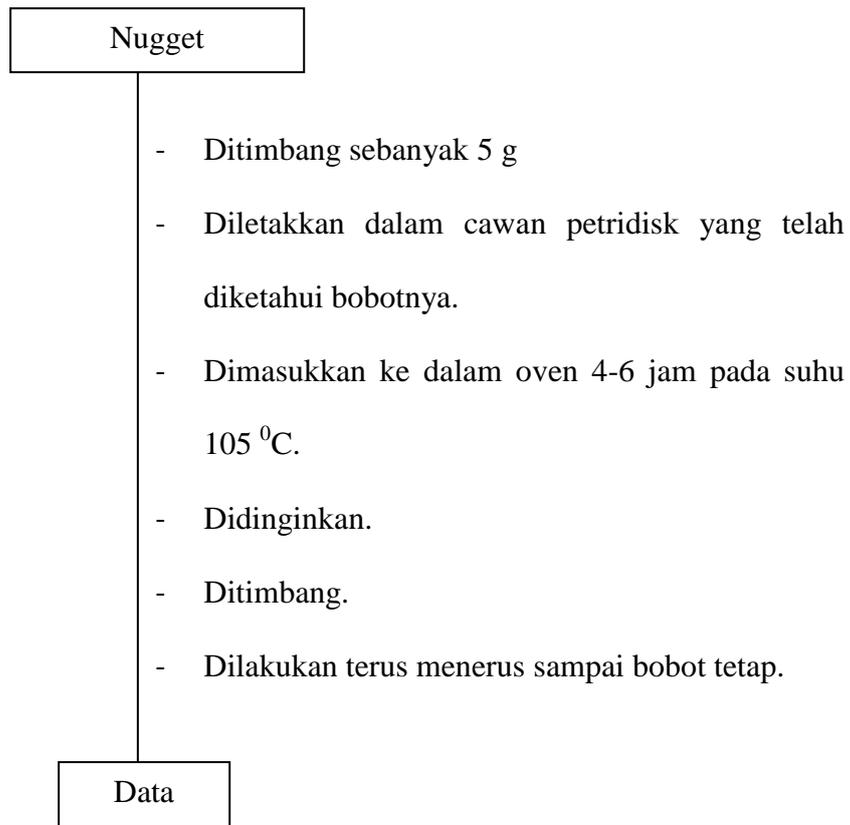
Lampiran 6. Analisis Kadar DHA dan EPA pada Nugget



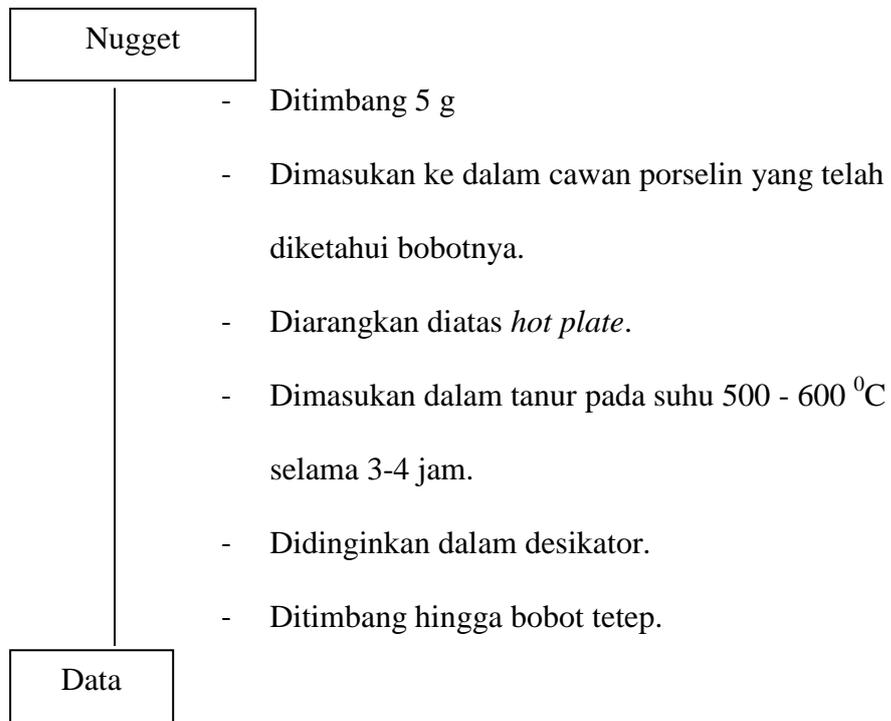
.Analisis Kadar β -Karoten pada Nugget



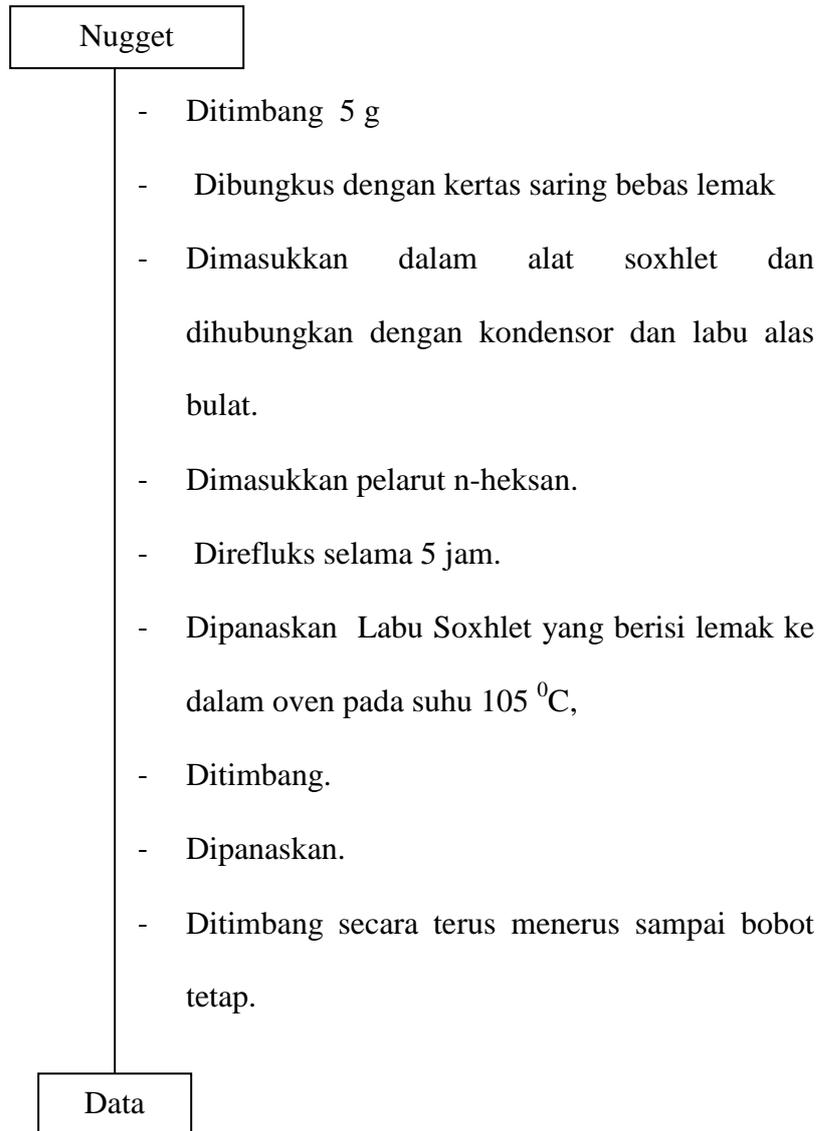
Lampiran 7. Analisis Kadar air



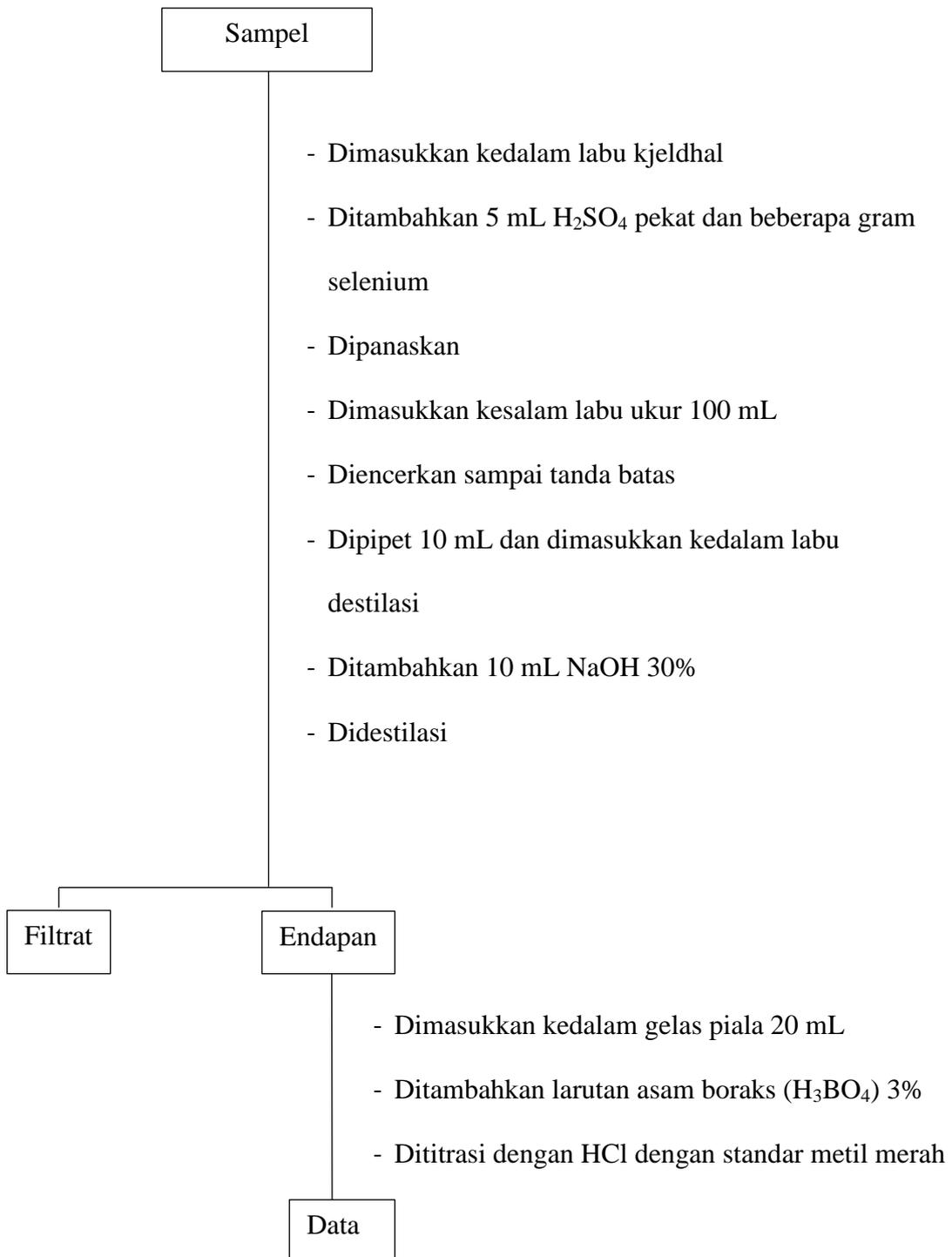
Analisis Kadar Abu



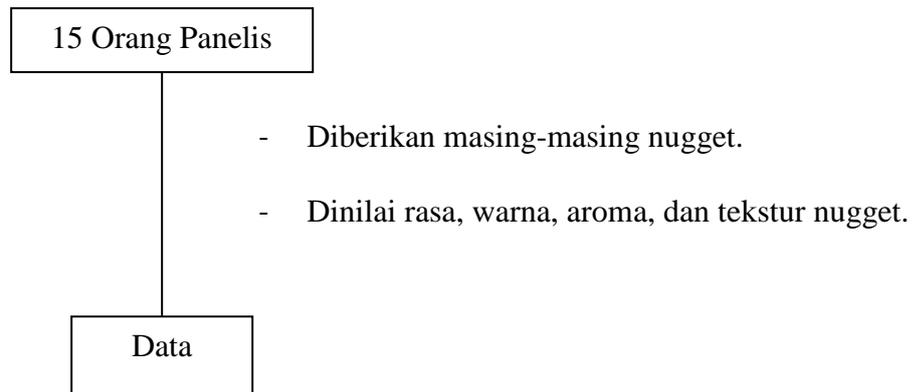
Lampiran 8. Analisis Kadar Lemak



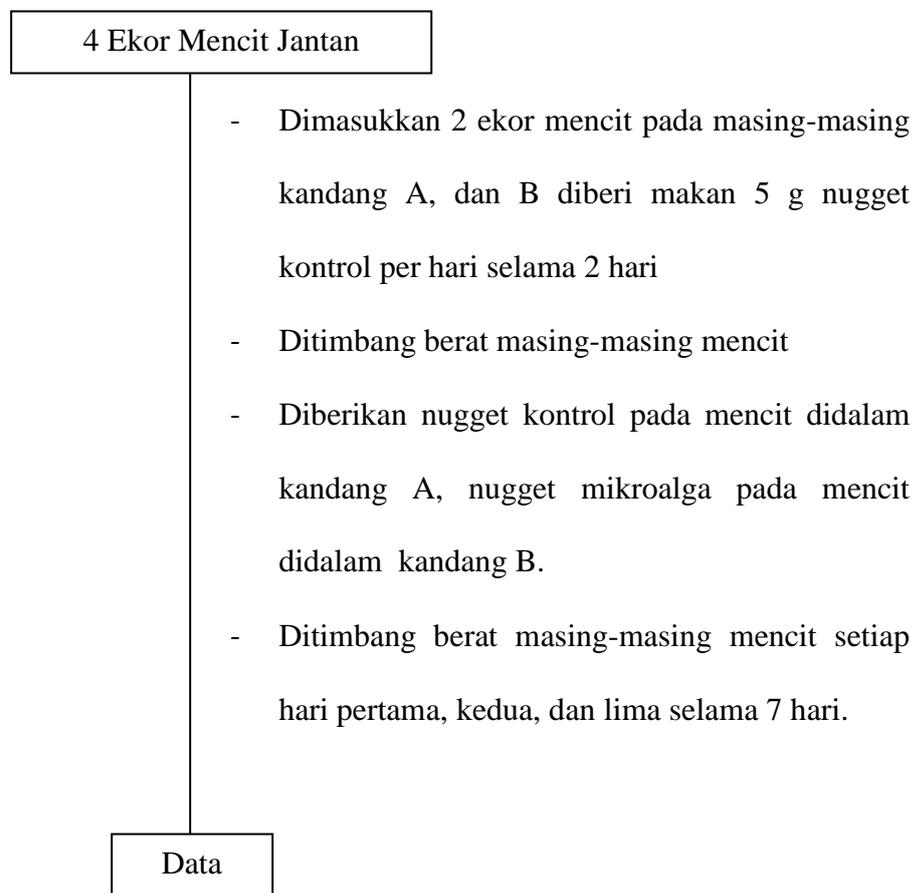
Lampiran 9. Analisis Kadar Protein



Lampiran 10. Uji Organoleptik



Uji Pertumbuhan pada Mencit



Lampiran 11. Data Komposisi Formula Mikroenkapsul

Bahan	kontrol	Formula 3% (F1)	Formula 5% (F2)	Formula 10% (F3)	Formula 15% (F4)	Formula 20% (F5)
Biomassa basah fitoplankton	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
Maltodekstrin	-	0,1 g	0,15 g	0,2 g	0,25 g	1 g
Akuades	20 mL	20 mL	20 mL	20 mL	20 mL	20 mL

Lampiran 12. Data Pertumbuhan Mencit pakan Nugget

	Berat							
	Awal	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
Nugget Kontrol I	24,81	24,91	25,55	25,52	24,52	24,67	25,06	25,26
Nugget Kontrol II	25,33	26,12	27,56	27,38	27,80	27,08	27,54	28,12
Nugget Fito I	20,65	20,67	21,60	22,11	25,50	25,68	25,75	26,61
Nugget Fito II	17,54	17,60	18,15	18,67	22,01	21,78	21,57	21,53

Lampiran 13. Data hasil Uji Organoleptik Nugget

No	Panelis			Nugget Fito				Nugget Kontrol			
	Nama	Jenis Kelamin	Pekerjaan	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur
1	Agustan	L	Mahasiswa Kimia Unhas	4	2	1	3	3	4	3	2
2	Mirajama	P	Mahasiswa UNISMU MKS	4	3	2	2	3	3	3	2
3	Nur Alamsyah	L	Alumni Kimia Unhas	3	4	3	4	2	3	2	3
4	Ika Astria	P	Mahasiswa Biologi UIN	4	4	3	3	3	4	3	3
5	Nur Wahyunii Nahru	P	Mahasiswa Kimia Unhas	4	4	2	4	3	3	4	3
6	Ramla	P	Mahasiswa Biologi UIN	3	3	4	3	4	4	3	3
7	Ika Dwi Yulita	P	Mahasiswa Kimia Unhas	4	3	3	4	3	3	3	3
8	Whiwik Surwinda	P	Pegawai Pemda	4	4	2	3	3	3	2	3
9	Hafiluddin Uli	L	Karyawan Mockerz	3	3	3	4	3	3	3	4
10	Ririn handayani	P	Mahasiswa Kimia Unhas	4	4	3	3	4	3	3	3
11	Riskal Hermawan	L	Karyawan Mockerz	4	5	4	4	3	3	4	3
12	Muh Tadir	L	Mahasiswa Kimia Unhas	4	4	3	4	4	4	4	3
13	Muh Edar	L	Mahasiswa Kimia Unhas	3	4	3	4	4	3	3	3
14	Sri Ramdani	P	Mahasiswa Kimia Unhas	4	3	2	3	2	4	3	4
15	Widya Auliya	P	Mahasiswa Kimia Unhas	4	4	4	2	4	4	4	3

Keterangan

1 = Sangat Tidak Suka

4 = Suka

2 = Tidak Suka

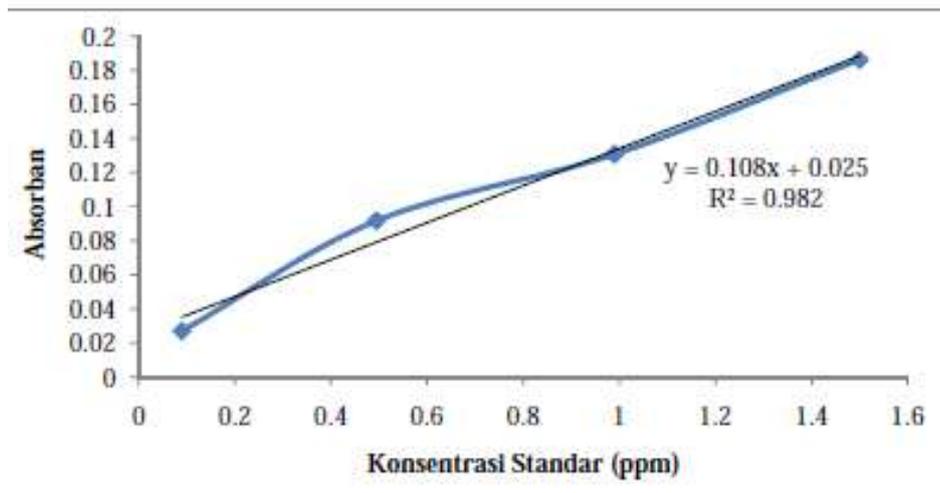
5 = Sangat Suka

3 = Normal

Lampiran 14. Data Hasil Penentuan Kadar β -Karoten Kurva Standar

V Larutan Induk, dalam 10 mL (μ L)	C Larutan Standar (ppm)	T	Absorban
0,0	0	1,00	0
3,0	0,09	0,9392	0,0272
16,5	0,495	0,8094	0,0918
33,0	0,99	0,7399	0,1308
50,0	1,5	0,6513	0,1862

Data Panjang gelombang Maksimum



Kurva Hasil Analisis Standar

Sample Table Report 03/10/2016 11:10:34 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Abd Salam (s1 Kimia)\Bela Nugget\kadar pft

Sample Name: Bela Nugget

Wavelength (nm)	Absorbance
450	0.820
460	0.800
470	0.780
480	0.760
490	0.740
500	0.720
510	0.700
520	0.680
530	0.660
540	0.640
550	0.620
560	0.600
570	0.580
580	0.560
590	0.540
600	0.520
610	0.500
620	0.480
630	0.460
640	0.440
650	0.420
660	0.400
670	0.380
680	0.360
690	0.340
700	0.320
710	0.300
720	0.280
730	0.260
740	0.240
750	0.220
760	0.200
770	0.180
780	0.160
790	0.140
800	0.120
810	0.100
820	0.080
830	0.060
840	0.040
850	0.020
860	0.010
870	0.005
880	0.002
890	0.001
900	0.000

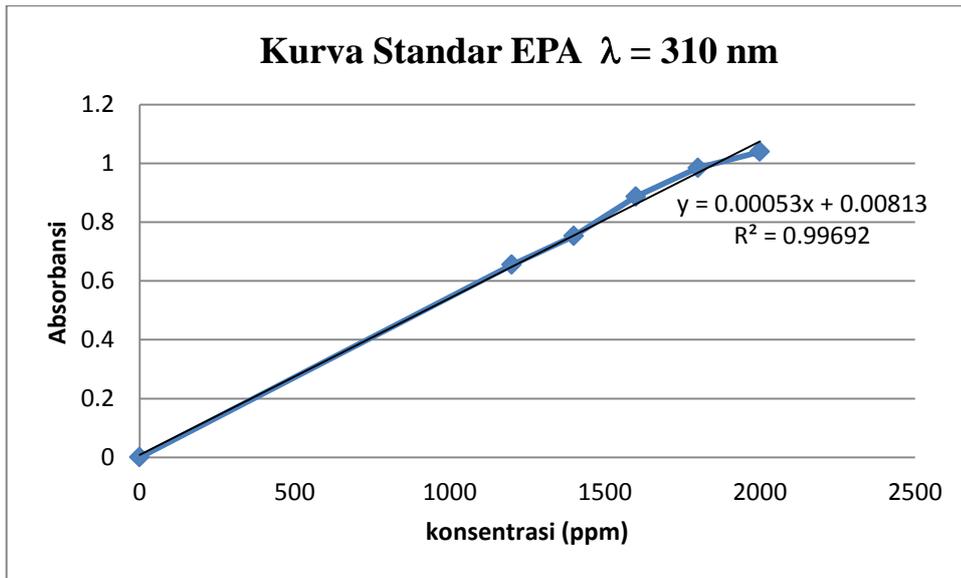
Sample No	Type	Wavelength (nm)	Wavelength (nm)	Comments
1	Standard	450	0.820	Preparasi: 12.1
2	Sample	450	0.820	
3	Sample	450	0.820	

Tabel Panjang Gelombang Sampel Nugget

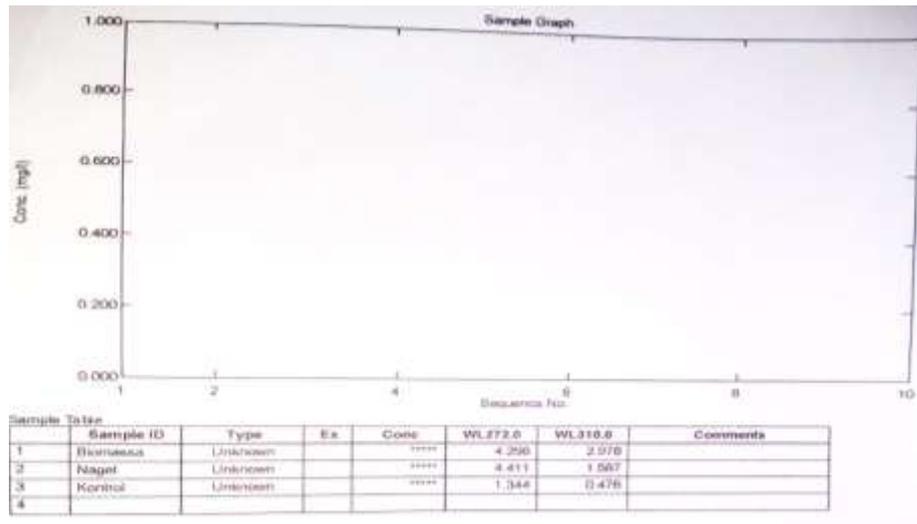
Lampiran 15. Data Hasil Penentuan Kadar EPA

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,000
1200	0,655
1400	0,753
1600	0,887
1800	0,985
2000	1,004

Data Panjang gelombang



Kurva Hasil Analisis Standar

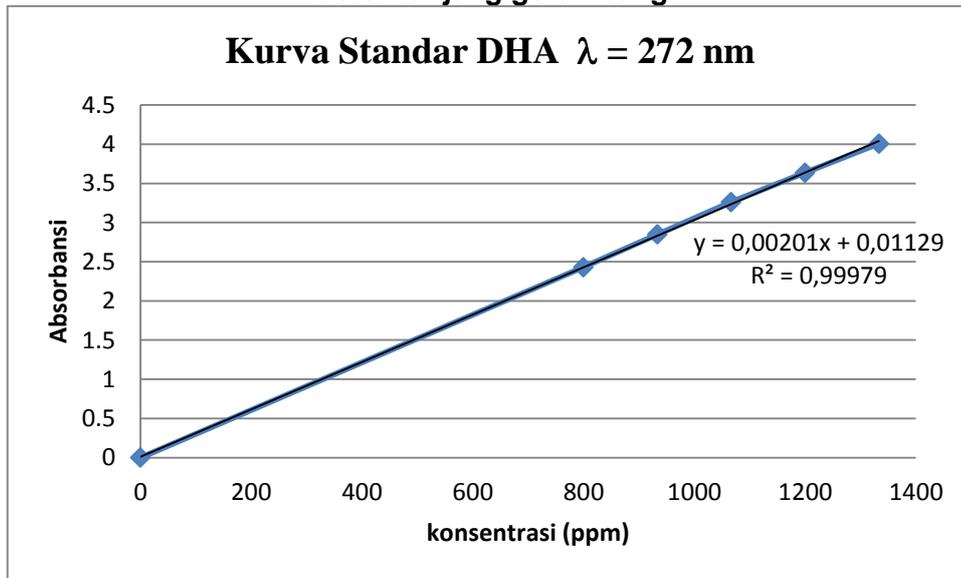


Tabel Panjang Gelombang Sampel Nugget

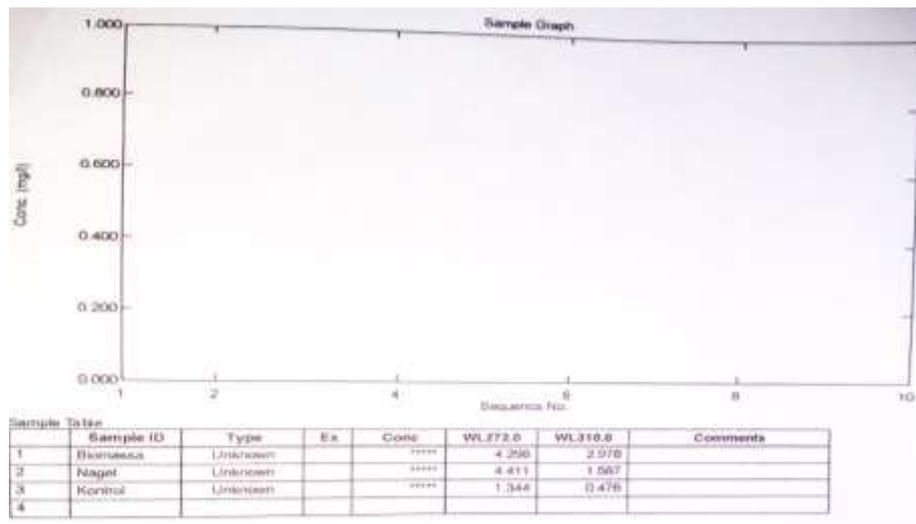
Lampiran 16. Data Hasil Penentuan Kadar DHA

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,000
1200	2,430
1400	2,849
1600	3,261
1800	3,637
2000	4,008

Data Panjang gelombang



Kurva Hasil Analisis Standar



Tabel Panjang Gelombang Sampel Nugget

Lampiran 17 Gambar

1. Gambar Pengkulturan Fitoplankton



2. Gambar Analisis Fitoplankton



3. Gambar Pembuatan Nugget



4 Gambar.Uji Mencit

