

Skripsi

**PEMANFAATAN FITOPLANKTON *Chlorella vulgaris* YANG KAYA
DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA), EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA)
DAN PROTEIN UNTUK FORTIFIKASI GARAM KONSUMSI**

YINDRIANI MOGHURI

H031 18 1021



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

2022

**PEMANFAATAN FITOPLANKTON *Chlorella vulgaris* YANG KAYA
DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA), EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA)
DAN PROTEIN UNTUK FORTIFIKASI GARAM KONSUMSI**

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

oleh:

YINDRIANI MOGHURI

H031 18 1021



MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN FITOPLANKTON *Chlorella vulgaris* yang KAYA
DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA), EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA)
DAN PROTEIN UNTUK FORTIFIKASI GARAM KONSUMSI**

Disusun dan diajukan oleh

YINDRIANI MOGHURI

H031 18 1021

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi

Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

Pada 09 Juni 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

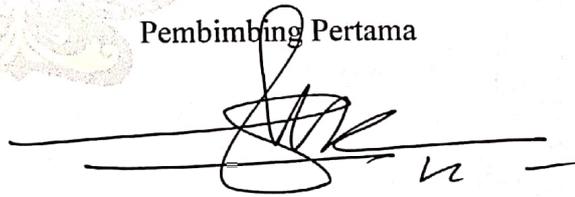
Menyetujui,

Pembimbing Utama



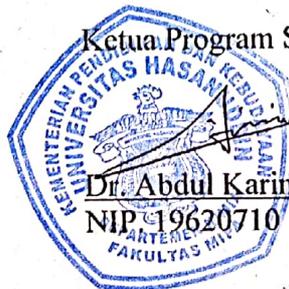
Dr. Indah Raya, M.Si
NIP. 19641125 199002 2 001

Pembimbing Pertama



Dr. Syahrudin Kasim, M.Si
NIP. 19690705 199703 1 001

Ketua Program Studi ,



Dr. Abdul Karim, M.Si
NIP. 19620710 198803 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yindriani Moghuri
NIM : H031181021
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Pemanfaatan Fitoplankton *Chlorella vulgaris* yang Kaya *Docosahexaenoic Acid* (DHA), *Eicosapentaenoic Acid* (EPA) dan Protein Untuk Fortifikasi Garam Konsumsi adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 9 Juni 2022

Yang Menyatakan,



Yindriani Moghuri

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah atas segala nikmat iman, Islam, kesempatan, serta kekuatan yang telah diberikan Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beriring salam untuk tuntunan dan suri tauladan Rasulullah *Shallallahu 'alaihi wasallam* beserta keluarga dan sahabat beliau yang senantiasa menjunjung tinggi nilai-nilai Islam yang sampai saat ini dapat dinikmati oleh seluruh manusia di penjuru dunia.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Sains Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dengan judul "**Pemanfaatan Fitoplankton *Chlorella vulgaris* yang Kaya *Docosahexaenoic Acid* (DHA), *Eicosapentaenoic Acid* (EPA) dan Protein Untuk Fortifikasi Garam Konsumsi**".

Pada proses pembuatan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penulis melibatkan berbagai pihak dan mendapat bantuan baik itu tenaga maupun materil. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua belah pihak yang telah membantu proses pembuatan skripsi ini. Terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. **Ayah** dan **Ibu** tercinta, **La Suru** dan **Wa Juniati** atas kasih sayang, dukungan, kesabaran dan doanya yang tidak pernah absen dalam setiap sujud kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

2. **Adik-adikku** tersayang **Syahrul Kharar Moghuri** dan **Syafaat Fadli Moghuri**, terima kasih menghiasi hari-hari penulis dengan penuh keceriaan meski kadang ada selisih paham, tapi rasa sayangku kepada kalian takkan berkurang.
3. Ibu **Dr. Indah Raya, M.Si** selaku Pembimbing Utama sekaligus pembimbing akademik dan Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, M.Si** selaku pembimbing pertama. Terima kasih atas bantuan, doa dan dukungan serta bimbingan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Ahyar Ahmad, Ph.D** dan ibu **Syadza Firdausiah, S.Si., M.Sc** tim penguji yang telah memberi saran dan kritik membangun dalam penyelesaian laporan hasil penelitian ini.
5. **Bapak Ibu Dosen dan Staf Pegawai Departemen Kimia Universitas Hasanuddin** yang telah memberi ilmu dan pelajaran yang luar biasa kepada penulis.
6. **PT. Indofood Sukses Makmur Tbk** yang telah memberikan bantuan dana dan mensponsori penelitian ini dalam programnya "**Indofood Riset Nugraha 2021-2022**".
7. Partner penelitian **Winda Sari, Febriyanti Pratiwi, dan Athala Kevin B.G Maturbongs** terima kasih atas kerja sama yang sangat baik.
8. **Keluarga Mahasiswa Kimia Unhas**, terima kasih telah memberi pelajaran berharga kepada penulis, pelajaran, pengalaman, tangis dan tawa yang tidak di dapatkan di bangku perkuliahan.

9. **Teman-teman Kimia 2018** terkhusus **Hibridisasi**. Terima kasih atas kebersamaan yang telah kalian berikan. Kenangan selama maba, panitia, pengurus HMK sampai sekarang takkan mungkin terlupakan. Terima kasih atas doa, semangat dan dukungannya, kalian adalah keluargaku I Love you all, I will miss you.

10. **Teman-teman pondokan "Pondok Putri Amalia"** (**Kak Khatim, Vivi, Asbah, Mega, Asra, kak Lala, Karin, Kak Dwi**) mereka teman cerita, curhat, makan, tidur dan jalan. Terima kasih atas dukungannya Love You Guys.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu, 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, 12 Mei 2022

Penulis

ABSTRAK

Penelitian mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk fortifikasi garam konsumsi bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan metode pemurnian garam dengan cara rekristalisasi dan komposisi maltodekstrin yang tepat untuk menyalut zat aktif mikroalga, serta untuk mengetahui kandungan protein, DHA dan EPA pada formulasi garam fortifikasi *Chlorella vulgaris*. Pada penelitian ini digunakan 6 varian formula garam, yaitu garam tanpa penambahan *Chlorella vulgaris* (kontrol) dan garam dengan penambahan *Chlorella vulgaris* berturut-turut 1, 1,5; 2; 2,5; dan 3 gram. Berdasarkan hasil penelitian pemurnian garam dengan metode rekristalisasi secara umum telah memenuhi SNI 4435:2017 garam konsumsi dan hasil analisis *Scanning Electron Microscopy* menunjukkan formula yang tersalut dengan baik yaitu formula 3 dengan komposisi 48 gram garam, 2 gram biomassa *Chlorella vulgaris*, 20 mL air, dan 0,3 gram maltodekstrin. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa produk terpilih yang mengandung gizi tinggi adalah garam fortifikasi *Chlorella vulgaris* dengan penambahan fitoplankton 3 gram diperoleh kadar protein, lemak, dan air secara berturut-turut yaitu 0,43 %, 0,31 %, dan 3,26% dan kadar DHA-EPA berturut-turut 2,1 mg/g dan 7,48 mg/g. Sedangkan untuk pengujian organoleptik diperoleh rata-rata penilaian berturut-turut dari segi warna, rasa, aroma dan tekstur 3,84; 3,56; 3,38; 3,69 artinya penambahan fitoplankton pada setiap formula garam fortifikasi *Chlorella vulgaris* cukup diterima baik oleh panelis.

Kata Kunci: *Chlorella vulgaris*, Garam konsumsi, Fortifikasi, Protein, DHA dan EPA

ABSTRACT

Research on microalgae *Chlorella vulgaris* for consumption salt fortification aims to determine the effectiveness of the use of salt purification method by recrystallization and proper maltodextrin composition to coat the active substance of microalgae, as well as to determine the protein, DHA and EPA content in the fortified salt formulation of *Chlorella vulgaris*. In this study, 6 variants of the salt formula were used, namely salt without the addition of *Chlorella vulgaris* (control) and salt with the addition of *Chlorella vulgaris* 1, 1.5; 2; 2.5; and 3 grams. Based on the results of research on salt purification using the recrystallization method, in general it has complied with SNI 4435:2017 for consumption salt and the results of Scanning Electron Microscopy analysis show a well-coated formula, namely formula 3 with a composition of 48 grams of salt, 2 grams of *Chlorella vulgaris* biomass, 20 mL of water, and 0.3 grams of maltodextrin. The results of the proximate analysis showed that the selected product containing high nutrition was fortified salt *Chlorella vulgaris* with the addition of 3 grams of phytoplankton. The levels of protein, fat, and water were 0.43%, 0.31%, and 3.26%, respectively. DHA-EPA levels were 2.1 mg/g and 7.48 mg/g, respectively. Meanwhile, for organoleptic testing, the average rating in terms of color, taste, aroma and texture was 3.84; 3.56; 3.38; 3.69 means that the addition of phytoplankton to each fortified salt formula of *Chlorella vulgaris* is quite well received by the panelists.

Keywords: *Chlorella vulgaris*, Salt consumption, Fortification, Protein, DHA and EPA

DAFTAR ISI

Halaman	
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Umum Fitoplankton.....	7
2.2 <i>Chlorella vulgaris</i>	9
2.3 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Chlorella vulgaris</i>	11
2.4 Garam	12
2.5 Kristalisasi Garam.....	14
2.6 Fortifikasi.....	16
2.7 Asam Lemak Omega-3.....	16

2.8 Protein.....	17
2.9 Maltodekstrin	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Bahan Penelitian	20
3.2 Alat Penelitian.....	20
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Pembuatan Larutan Garam Jenuh.....	21
3.4.2 Pemurnian Garam dengan Pengendapan Na ₂ CO ₃	21
3.4.3 Pengkulturan dan Pemanenan Fitoplankton.....	21
3.4.4 Ekstraksi Lipid dan Analisis DHA dan EPA Fitoplankton.....	22
3.4.5 Mikroenkapsulasi Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i> Metode Freeze Dryer.....	22
3.4.6 Analisis Kualitas Garam Fortifikasi	23
3.4.7 Uji Organoleptik dan Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Pemurnian Garam dengan Metode Rekrystalisasi	27
4.2 Pengkulturan dan Pemanenan Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	28
4.2.1 Pengkulturan Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	28
4.2.2 Pemanenan Biomassa Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	30
4.3 Ekstraksi Lipid DHA dan EPA Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	31
4.4 Mikroenkapsulasi Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	32
4.5 <i>Scanning Electron Microscopy</i> Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	33
4.6 Analisis Kualitas Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	35
4.6.1 Kadar NaCl.....	35
4.6.2 Kadar kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)	36

4.6.3 Kadar Air.....	37
4.6.4 Kadar Protein.....	38
4.6.5 Kadar Lemak	39
4.6.6 Kadar DHA dan EPA.....	39
4.7 Uji Organoleptik	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. SNI Garam Konsumsi 4435:2017	13
Tabel 2. Komposisi Formulasi Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	23
Tabel 3. Skala Penilaian Uji Organoleptik	26
Tabel 4. Kadar Garam Setelah Pemurnian dengan Metode Rekrystalisasi	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Bentuk Sel mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	10
Gambar 2. Struktur DHA dan EPA	17
Gambar 3. Pengkulturan Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	30
Gambar 4. Ekstrak Lipid Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	31
Gambar 5. Kandungan DHA dan EPA pada <i>Chlorella vulgaris</i>	32
Gambar 6. Hasil <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	34
Gambar 7. Presentase Kadar NaCl pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	35
Gambar 8. Presentase Kadar Kalsium pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	36
Gambar 9. Presentase Kadar Magnesium pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	36
Gambar 10. Presentase Kadar Air pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	37
Gambar 11. Presentase Kadar Protein pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	38
Gambar 12. Presentase Kadar Lemak pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	39
Gambar 13. Presentase Kadar DHA dan EPA pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	40
Gambar 14. Presentase Hasil Uji Organoleptik pada Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Komposisi Medium Conwy	52
Lampiran 2. Bagan Kerja	53
Lampiran 3. Perhitungan	61
Lampiran 4. Data Hasil Uji Lemak dan Air	79
Lampiran 5. Formulir Penilaian Uji Organoleptik.....	80
Lampiran 6. Data Hasil Uji Organoleptik	81
Lampiran 7. Hasil Analisis Anova Uji Organoleptik.....	82
Lampiran 8. Hasil <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) Garam Fortifikasi <i>Chlorella vulgaris</i> Perbesaran 1300-10000 kali.....	85
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	91

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/singkatan	Arti
b/b	berat per berat
b/v	berat/volume
mg/g	milligram/gram
SNI	Standar Nasional Indonesia
DHA	<i>Docosahexaenoic Acid</i>
EPA	<i>Eicosapentaenoic Acid</i>
kHz	kiloHertz
FP	Faktor pengenceran
UV-Vis	<i>Ultraviolet-Visible</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah gizi buruk di Indonesia masih menjadi salah satu masalah kesehatan yang utama. Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 persentase gizi buruk pada balita usia 0-23 bulan di Indonesia adalah 3,8%, sedangkan persentase gizi kurang adalah 11,4%. Hal tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil Pemantauan Status Gizi (PSG) yang diselenggarakan oleh Kementerian Kesehatan tahun 2017, yaitu persentase gizi buruk pada balita yang berusia 0-23 bulan adalah sebesar 3,5% dan persentase gizi kurang sebesar 11,3% (Kemenkes RI, 2018).

Gizi kurang dan gizi buruk disebabkan karena kurang terpenuhinya kebutuhan nutrisi, kebutuhan nutrisi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam membantu proses pertumbuhan dan perkembangan bayi dan anak, mengingat manfaat nutrisi dalam tubuh dapat membantu proses pertumbuhan dan perkembangan (Almatsier, 2009). Salah satu nutrisi yang berperan dalam tumbuh kembang anak adalah asam lemak esensial yang merupakan asam lemak yang penting bagi tubuh manusia dan tidak dapat dibuat dalam tubuh, contoh asam lemak esensial adalah Omega 3 yaitu *Eicosapentaenoic acid* atau biasa disebut EPA dan *Docosahexaenoic acid* atau biasa disebut DHA. (Aprizayanti, 2011).

Selama ini, omega-3 dan 6 diperoleh dari minyak ikan laut akan tetapi masih memiliki kekurangan sebagai sumber utama. Ikan memiliki kapabilitas yang rendah untuk mensintesis omega 3 dan 6 dengan *yield* yang masih rendah yaitu omega 3 sebesar 14,17% dan omega 6 sebesar 4,35% serta kekhawatiran akan persediaan ikan yang menipis dan kontaminasi logam berat, senyawa

organik, dioxin yang dapat membahayakan kesehatan manusia, asam lemak nya yang tak stabil dan berbau (Guil-Guerrero,dkk.,2001). *Eicosapentaenoic* (EPA) dan *Docosahexaenoic* (DHA) adalah asam lemak omega-3 yang biasanya ditemukan pada ikan laut, fitoplankton, dan rumput laut.

Fitoplankton merupakan salah satu komoditi utama yang mampu menghasilkan omega 3 dan 6 serta protein. (Hadi, 2012) menyatakan bahwa salah satu jenis fitoplankton yang mengandung asam lemak omega 3 dan 6 serta protein adalah *Chlorella vulgaris*., *Chlorella vulgaris* mengandung gizi yang cukup tinggi yaitu protein 42,2 %, lemak kasar 15,3 %, kadar air 5,7% dan serat 0,4% untuk setiap berat kering yang sama, *Chlorella vulgaris* mengandung vitamin A, B, D, E dan K, yaitu 30 kali lebih banyak dari pada vitamin yang terdapat dalam hati anak sapi, serta empat kali vitamin yang terkandung dalam sayur bayam, kecuali vitamin C (Rostini, 2007). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Chlorella vulgaris* dapat digunakan sebagai makanan tambahan yakni ke dalam *ice cream*, roti, ataupun air susu sapi dan sosis. Dengan penambahan tepung *Chlorella vulgaris* ternyata dapat meningkatkan kadar protein sebesar 3,92% dan lemak 1,11 % di dalam sosis (Aulia, 2016)

Chlorella vulgaris memiliki kandungan lemak dan protein yang cukup tinggi sehingga memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber EPA, DHA dan protein, tetapi asam lemak omega-3 terutama EPA dan DHA cenderung tidak stabil karena mudah teroksidasi dan terhidrolisis. Hal ini disebabkan banyaknya ikatan rangkap pada rantai asam lemak tersebut. Oleh karena itu, untuk dapat diaplikasikan sebagai penambah pangan fungsional yang stabil, maka metode yang sesuai dengan tujuan aplikasi tersebut adalah dengan metode mikroenkapsulasi. Metode mikroenkapsulasi dilakukan untuk menjaga kualitas

DHA dan EPA agar tidak teroksidasi dan terhidrolisis. Enkapsulasi adalah metode yang penting untuk melindungi bahan volatil, bahan yang reaktif secara kimia, atau bahan yang mengandung komponen yang sensitif terhadap pemanasan dan adanya bahan kimia (Quellet dkk., 2001).

Chlorella vulgaris juga mudah ditumbuhkan dan dapat menghasilkan biomassa dalam jumlah yang banyak. Hal ini juga dibuktikan dalam penelitian (Risky dkk, 2011) bahwa fitoplankton jenis *Chlorella vulgaris* merupakan jenis fitoplankton yang memiliki kepadatan sel yang lebih banyak dibandingkan dengan *Porphyridium cruentum*, *Dunaliella salina*, *Chaetoceros calcitrans* yaitu 3060×10^4 sel/mL pada hari ke-14. Oleh karena itu, *Chlorella vulgaris* dipilih sebagai salah satu jenis fitoplankton yang dimanfaatkan untuk fortifikasi bahan pangan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat.

Fortifikasi merupakan proses penambahan mikronutrien yang penting ke dalam suatu makanan sehingga dapat meningkatkan kualitas nutrisi dan bermanfaat bagi masyarakat. Fortifikasi pangan dianggap sebagai metode yang sukses untuk mengurangi defisiensi gizi dengan biaya yang efisien dan berkelanjutan (Darlan, 2012). Oleh karena itu, nilai gizi pangan yang diangkat pada penelitian ini berasal dari fortifikasi mikroalga *Chlorella vulgaris* terhadap garam. Pemilihan garam karena garam merupakan salah satu kebutuhan pelengkap dari kebutuhan pangan dan merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia, menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia tahun 2017, kebutuhan garam nasional pada tahun 2017 mencapai 4,2 juta ton, terdiri dari garam konsumsi sebesar 1,2 juta ton dan garam industri 3 juta ton. Pada tahun 2011, pertumbuhan kebutuhan garam industri rata-rata mencapai 5,82% per tahun sedangkan pertumbuhan garam konsumsi rata-rata mencapai 1,40%

per tahun. Kebutuhan garam konsumsi terdiri dari kebutuhan rumah tangga sebanyak 511 ribu ton dan kebutuhan industri aneka pangan sebanyak 447 ribu ton sedangkan kebutuhan garam industri terdiri dari industri *Chlor Alkali Plant* (CAP), farmasi sebesar 1,91 juta ton, dan industri non CAP sebesar 215.000 ton (Rivaldy, 2017). Walaupun Indonesia termasuk negara penghasil garam, tetapi untuk kebutuhan garam dengan kualitas baik masih banyak diimpor dari luar negeri. Oleh karena itu, dibutuhkan adanya inovasi untuk meningkatkan kualitas garam salah satunya dengan cara fortifikasi, namun sebelum dilakukan fortifikasi garam terlebih dahulu harus dimurnikan untuk menghilangkan zat pengotor seperti ion Mg^{2+} dan Ca^{2+} menggunakan metode rekristalisasi.

Rekristalisasi adalah teknik pemurnian suatu zat padat dari campuran atau pengotornya yang dilakukan dengan cara mengkristalkan kembali zat tersebut setelah dilarutkan dalam pelarut (solven) yang sesuai (Agustina, 2013). Kristalisasi dikategorikan sebagai salah satu proses pemurnian garam yang efisien karena mampu memurnikan garam (NaCl) sehingga memperoleh kemurnian hingga mencapai 94-98% dan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 4435:2017 minimal kadar NaCl dalam garam konsumsi yaitu 94%.

Berlatar belakang dari kemampuan fitoplankton, khususnya *Chlorella vulgaris* sebagai penghasil DHA, EPA dan protein pada biomasnya dalam jumlah besar, dan melirik pada program pemerintah yakni peningkatan gizi masyarakat dan peningkatan ketahanan pangan, serta untuk lebih mendalami mengenai potensi mikroalga sebagai sumber pangan yang sifatnya mudah dibiakan. Oleh karena itu, penelitian mengenai “Pemanfaatan Fitoplankton *Chlorella vulgaris* yang kaya *Docosahexaenoic Acid* (DHA), *Eicosapentaenoic Acid* (EPA) dan Protein Untuk Fortifikasi Garam Konsumsi” perlu dilakukan.

1. 2 Rumusan Masalah

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

1. Apakah kadar NaCl, Ca²⁺, Mg²⁺ dan H₂O yang diperoleh pada pemurnian garam menggunakan metode rekristalisasi sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) garam konsumsi?
2. Berapa perbandingan konsentrasi dari maltodekstrin yang digunakan dalam membuat mikrokapsul untuk memperoleh morfologi terbaik?
3. Berapa kadar protein, DHA, dan EPA yang dihasilkan pada formulasi garam fortifikasi dengan *Chlorella vulgaris*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui efektivitas penggunaan metode rekristalisasi pada pemurnian garam serta untuk mengetahui kandungan DHA, EPA, dan protein pada formulasi garam fortifikasi *Chlorella vulgaris*.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keefektifan metode rekristalisasi dengan cara mengukur NaCl, Ca²⁺, Mg²⁺ dan H₂O yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) garam konsumsi.
2. Mengetahui perbandingan konsentrasi dari maltodekstrin yang digunakan dalam membuat mikrokapsul untuk memperoleh morfologi terbaik
3. Mengetahui kadar protein, DHA, dan EPA yang dihasilkan pada formulasi garam fortifikasi dengan *Chlorella vulgaris*

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai keefektifan metode rekristalisasi dengan cara mengukur kadar NaCl, Ca²⁺, Mg²⁺ dan H₂O merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) garam konsumsi.
2. Memberikan informasi mengenai perbandingan konsentrasi dari maltodekstrin yang digunakan dalam membuat mikrokapsul untuk memperoleh morfologi terbaik
3. Memberikan informasi mengenai kadar protein, DHA, dan EPA yang dihasilkan pada formulasi garam fortifikasi dengan *Chlorella vulgaris*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Fitoplankton

Mikroalga merupakan mikroorganisme mikroskopis dikenal sebagai fitoplankton. Fitoplankton sebagian besar merupakan organisme autotrof yang menangkap energi matahari untuk mengubah zat anorganik (air, karbon dioksida, dan nutrisi) menjadi zat organik. Selain itu, plankton juga ada yang tumbuh secara heterotrof yang disebut zooplankton (Rosch dkk., 2009). Mikroalga sebagai organisme fotosintetik sederhana yang tersebar luas di alam, memainkan peran fundamental sebagai produsen utama di perairan laut maupun di air tawar (Faria dkk., 2012) fitoplankton memiliki peranan yang sangat penting dalam ekosistem perairan sebagai sumber makanan, pelindung fisik bagi organisme perairan karena dalam biomassa fitoplankton mengandung komposisi senyawa kimia yang potensial, seperti protein pigmen (klorofil dan karotenoid), karbohidrat asam amino, lipid, dan hidrokarbon. Fitoplankton membentuk ikatan-ikatan organik kompleks dari bahan organik sederhana melalui proses fotosintesis (Sanchez dkk., 2000).

Fitoplankton adalah kelompok-kelompok organisme yang memiliki daya renang yang sangat lemah dan melayang bebas di perairan. Organisme ini memiliki ukuran kecil sehingga keberadaannya terombang-ambing oleh arus perairan laut (Rosch dkk., 2009). Mikroalga memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan makanan konvensional. Kandungan protein yang tinggi dari berbagai jenis mikroalga merupakan salah satu alasan untuk mempertimbangkan untuk mengolah fitoplankton sebagai bahan suplemen. Karbohidrat dalam

mikroalga dapat ditemukan dalam bentuk pati, glukosa, gula, dan polisakarida lainnya. Kandungan lemak rata-rata sel mikroalga bervariasi antara 1% dan 70% tetapi bisa mencapai 90% dari berat kering dengan kondisi tertentu. Lipid mikroalga terdiri dari gliserol, gula atau basa diesterifikasi untuk asam lemak tidak jenuh (12 sampai 22 atom karbon). Diantara semua asam lemak dan mikroalga, beberapa asam lemak berasal dari omega -3 dan omega-6. Selain itu, mikroalga juga merupakan sumber yang berharga hampir semua vitamin esensial misalnya vitamin A, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, E, nikotin, biotin asam folat dan asam pantotenat (Spolaore dkk., 2006).

Menurut Martosudarmo dan Wulani (1990), dalam budidaya (2009), lima fase pertumbuhan mikroalga yaitu fase lag, fase logaritma atau fase eksponensial, fase stasioner, fase transisional, dan fase kematian. Fase lag ditandai dengan ukuran sel meningkat, namun kepadatan belum bertambah. Pada tahap ini, kultur mulai menyerap nutrisi yang terdapat pada medium kultur. Fase logaritma atau eksponensial mempunyai ciri sel bereproduksi dengan cepat dan ditandai pembiakan sel yang cepat dan konstan. Pada fase stasioner, jumlah atau kepadatan populasi kultur stabil, reproduksi seimbang dengan kematian. Jumlah populasi konstan dalam waktu tertentu sebagai akibat dari penghentian pembiakan sel-sel secara total atau adanya keseimbangan antara tingkat kematian dan tingkat pertumbuhan. Fase transisional ditandai dengan laju pertumbuhan populasi kultur menurun. Pada fase kematian, kepadatan sel menurun, laju kematian sel melebihi laju pertumbuhan sel. Beberapa spesies fitoplankton dalam jumlah yang sangat besar tampak sebagai warna hijau karena mereka mengandung klorofil dalam sel-

selnya. Warna fitoplankton bervariasi untuk setiap spesies karena perbedaan kandungan klorofilnya ataupun adanya pigmen lain, seperti : *phycobiliprotein*, *xanthophylls*, dan lain-lain.

2.2 *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris adalah salah satu jenis mikroalga yang mengandung klorofil serta pigmen lainnya untuk melakukan fotosintesis. Kata *Chlorella vulgaris* berasal dari bahasa latin yaitu Chloros yang berarti hijau dan ella yang berarti kecil *Chlorella vulgaris* merupakan pakan dasar biota yang ada di perairan termasuk ikan dan produsen dalam rantai makanan makhluk hidup yang kaya gizi. Menurut habitat hidupnya, ada dua macam *Chlorella* yaitu *Chlorella* yang hidup di air tawar dan *Chlorella* yang hidup di air laut. Bentuk sel *Chlorella vulgaris* bulat atau bulat telur, merupakan alga bersel tunggal (uniseluler), dan kadang-kadang bergerombol (Merizwati, 2008).

Menurut Borowitzk (2011), dalam website BEAM (*Biotechnological and Environmental Application of Microalgae*), menjelaskan sejarah budidaya mikroalga secara modern yakni diawali pada tahun 1890, budidaya mikroalga diperkenalkan pertama kali oleh Beijerinck dengan menggunakan jenis *Chlorella vulgaris*, dan dikembangkan oleh Warburg pada tahun 1900. *Chlorella vulgaris* merupakan salah satu jenis spesies mikroalga domestik alam tropis, dan tahan mikroba patogen. Sama halnya dengan spesies *Chlorella* lainnya, *Chlorella vulgaris* memiliki ketahanan terhadap CO₂ (Anggraeni, 2009). *Chlorella vulgaris* masuk ke dalam kelompok alga hijau yang memiliki jumlah genera sekitar 450 dan jumlah spesies lebih dari 7500. Nama alga hijau diberikan karena kandungan zat hijau atau biasa disebut klorofil yang dimilikinya sangat tinggi, bahkan

melebihi jumlah yang dimiliki oleh beberapa tumbuhan tingkat tinggi. Klasifikasi *Chlorella vulgaris* menurut (Mayasari, 2012) adalah sebagai berikut:

Filum : Chlorophyta

Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Chlorococcales

Famili : Oocystaceae

Genus : Chlorella

Spesies : *Chlorella vulgaris*



Gambar 1. Bentuk Sel Mikroalga *Chlorella vulgaris*

(Sumber : Hadiyanto dkk, 2012)

Chlorella vulgaris adalah salah satu jenis alga hijau bersel satu. Selnya berdiri sendiri dengan berbentuk bulat atau bulat telur dengan diameter 3–8 mikron, memiliki kloroplas berbentuk seperti cawan dan dindingnya keras. Warnanya hijau cerah, hidup dipermukaan air tawar, namun ada juga yang hidup di air asin (Afandi, 2003). *Chlorella vulgaris* merupakan organisme autotrof dan eukariotik. Autotrof berarti jenis tumbuhan yang belum mempunyai akar, batang dan daun sebenarnya namun sudah memiliki klorofil berwarna hijau. Sedangkan eukariotik artinya sel telah mengandung inti sel dan organel-organel lain, *Chlorella vulgaris* memiliki kelebihan untuk tumbuh/berkembang biak dengan cepat dan sering dikembangkan serta digunakan dalam penelitian adalah *Chlorella vulgaris* (Anggraeni, 2009).

Chlorella vulgaris merupakan salah satu jenis fitoplankton yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami di bidang perikanan karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. *Chlorella* memiliki kandungan nutrisi protein sebesar 51-58% minyak sebesar 28- 32%, karbohidrat 12-17%, lemak 14-22%, dan asam nukleat 4-5%. *Chlorella* tumbuh pada media yang mengandung cukup unsur hara. Unsur hara yang diperlukan dalam jumlah besar adalah karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), sulfur (S), natrium (Na), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca). *Chlorella* akan tumbuh baik pada temperatur optimal 25° C (Rachmaniah,2010).

2.3 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

Pertumbuhan mikroalga sangat dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Wulandari (2009), faktor fisika yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga diantaranya adalah suhu dan kecerahan atau cahaya. Sedangkan faktor kimia yaitu pH, salinitas, dan kebutuhan nutrien.

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Pengaruh suhu secara langsung terhadap mikroalga adalah meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (Simanjuntak, 2009).

2. Cahaya

Energi matahari dibutuhkan oleh mikroalga di laut dalam proses fotosintesis. Laju fotosintesis akan meningkat bila intensitas cahaya meningkat dan menurun bila intensitas cahaya berkurang, sehingga cahaya berperan sebagai faktor pembatas utama dalam fotosintesis atau produktivitas primer (Facta et al., 2006).

Intensitas cahaya memberikan pengaruh lebih tinggi terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris* jika dibandingkan dengan suhu.

3. Derajat Keasaman

Derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam pertumbuhan mikroalga (Simanjuntak, 2009). *Chlorella vulgaris* tahan terhadap lingkungan asam dan masih dapat tumbuh pada Ph 2. Akan tetapi, pH yang baik untuk mengkultur mikroalga adalah sekitar 7,5-8,5.

4. Kebutuhan Nutrisi

Pertumbuhan suatu jenis mikroalga sangat erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara mikro dan makro pada perairan serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan. Setiap unsur hara mempunyai fungsi khusus yang tercermin pada pertumbuhan dan kepadatan yang dicapai. Unsur nitrogen (N), fosfat (P), dan sulfat (S) sangat penting untuk pembentukan protein dan kalium (K) berfungsi dalam metabolisme karbohidrat. Zat besi (Fe) dan natrium (Na) berperan untuk pembentukan klorofil serta silika (Si) dan kalsium (Ca) merupakan bahan pembentuk dinding sel dan vitamin B12 banyak digunakan untuk memacu pertumbuhan melalui rangsangan fotosintetik (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

5. Salinitas

Salinitas air untuk kultur akan mempengaruhi tekanan osmosis antara sel dan media kultur. Bila salinitas terlalu tinggi, mengakibatkan media kultur bersifat hipertonis terhadap sel dan menyebabkan penyerapan nutrisi oleh sel kurang baik. menurut Kawaroe (2010) kisaran salinitas optimal pada mikroalga yaitu berkisar antara 30-35 ppt.

2.4 Garam

Garam merupakan komoditas yang sangat penting bagi kehidupan Masyarakat. Selain untuk dikonsumsi, garam banyak diperlukan dalam beberapa

industri, diantaranya untuk pengawetan dan campuran bahan kimia. Garam alami mengandung senyawa magnesium klorida, magnesium sulfat, magnesium bromida, dan senyawa runtu lainnya. Menurut Sulistyarningsih dkk. (2010), garam adalah senyawa Ionik yang terdiri dari ion positif (Kation) dan Ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen anion dan kation dapat berupa senyawa organik seperti klorida (Cl^-), dan juga senyawa organik seperti asetat (CH_3COO^-), serta ion monoatomik seperti fluorida (F^-), serta ion poliatomik seperti sulfat (SO_4^{2-}). Setiap tahunnya, kebutuhan garam di kalangan masyarakat Indonesia semakin meningkat baik garam konsumsi maupun garam industri Indonesia merupakan salah satu pemilik garis pantai terpanjang, sehingga Indonesia berpotensi untuk memproduksi garam dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dimiliki yaitu air laut. Produksi garam di Indonesia sampai saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan konsumsi saja dan memiliki kadar NaCl sebesar 85-95% dan memiliki banyak pengotor didalamnya sementara untuk garam industri harus memiliki kadar NaCl lebih dari 95%. Oleh karena itu, Indonesia masih mengandalkan impor dari luar negeri untuk memenuhi garam dari segi kualitas dan kuantitasnya (Purbani, 2002)

Tabel 1. Standar Nasional Indonesia (SNI) 4435:2017 Garam Konsumsi (Badan Standarisasi Nasional, 2017)

Parameter	Kadar (%)
NaCl	min. 94
Mg^{2+}	Maks. 0.06
Ca^{2+}	Maks. 0.1
H_2O	maks. 7

2.5 Kristalisasi Garam

Kristalisasi dari larutan dikategorikan sebagai salah satu proses pemisahan yang efisien. Secara umum, tujuan dari proses kristalisasi adalah menghasilkan produk kristal dengan kualitas seperti yang diharapkan. Kualitas kristal yang dihasilkan dapat ditentukan dari parameter-parameter produk yaitu distribusi ukuran kristal, kemurnian kristal dan bentuk kristal. Salah satu syarat terjadinya kristalisasi adalah terjadinya kondisi supersaturasi. Kondisi supersaturasi adalah kondisi dimana konsentrasi larutan berada di atas harga kelarutannya. Kondisi supersaturasi ini dapat dicapai dengan cara penguapan, pendingin atau gabungan keduanya. Terdapat dua fenomena penting pada proses kristalisasi yaitu pembentukan inti kristal (nukleasi) dan pertumbuhan kristal (*crystal growth*) (Setyoprato, 2003).

Garam dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan senyawa kimia yang bagian utamanya adalah Natrium Klorida (NaCl) dengan zat-zat pengotor terdiri dari CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 dan lain-lain. Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (rocksalt) dan dari sumur air garam (Marihati dan Muryati, 2008).

Pengotor yang ada pada kristal terdiri dari dua kategori, yaitu pengotor yang ada pada permukaan kristal dan pengotor yang ada di dalam kristal. Pengotor yang ada pada permukaan kristal berasal dari larutan induk yang terbawa pada permukaan kristal pada saat proses pemisahan padatan dari larutan induknya (*retention liquid*). Pengotor pada permukaan kristal ini dapat dipisahkan hanya dengan pencucian. Cairan yang digunakan untuk mencuci harus mempunyai sifat dapat melarutkan pengotor tetapi tidak melarutkan padatan kristal. Salah satu cairan yang memenuhi sifat diatas adalah larutan jenuh dari

bahan kristal yang akan dicuci, namun dapat juga dipakai pelarut pada umumnya yang memenuhi kriteria tersebut. Pengotor yang berada di dalam kristal tidak dapat dihilangkan dengan cara pencucian. Salah satu cara untuk menghilangkan pengotor yang ada di dalam kristal adalah dengan jalan rekristalisasi, yaitu dengan melarutkan kristal tersebut kemudian mengkristalkannya kembali. Salah satu kelebihan proses kristalisasi dibandingkan dengan proses pemisahan yang lain adalah pengotor hanya bisa terbawa dalam kristal jika terorientasi secara bagus dalam kisi kristal (Setyopratomo, 2003).

Rekristalisasi adalah teknik pemurnian suatu zat padat dari campuran atau pengotornya yang dilakukan dengan cara mengkristalkan kembali zat tersebut setelah dilarutkan dalam pelarut (*solven*) yang sesuai atau cocok. Ada beberapa syarat agar suatu pelarut dapat digunakan dalam proses kristalisasi yaitu memberikan perbedaan daya larut yang cukup besar antara zat yang dimurnikan dengan zat pengotor, tidak meninggalkan zat pengotor pada kristal, dan mudah dipisahkan dari kristalnya (Rositawati dkk., 2013).

Pemurnian garam NaCl dengan teknik rekristalisasi pelarut (*solven*) yang digunakan adalah air. Prinsip dasar dari rekristalisasi adalah perbedaan kelarutan antara zat yang akan dimurnikan dengan kelarutan zat pencampur atau pencemarnya. Larutan yang terbentuk dipisahkan satu sama lain, kemudian larutan zat yang diinginkan dikristalkan dengan cara menjenuhkannya. Secara teoritis ada 4 metode untuk menciptakan supersaturasi dengan mengubah temperatur, menguapkan solven, reaksi kimia, dan mengubah komposisi solven (Rositawati dkk., 2013).

2.6 Fortifikasi

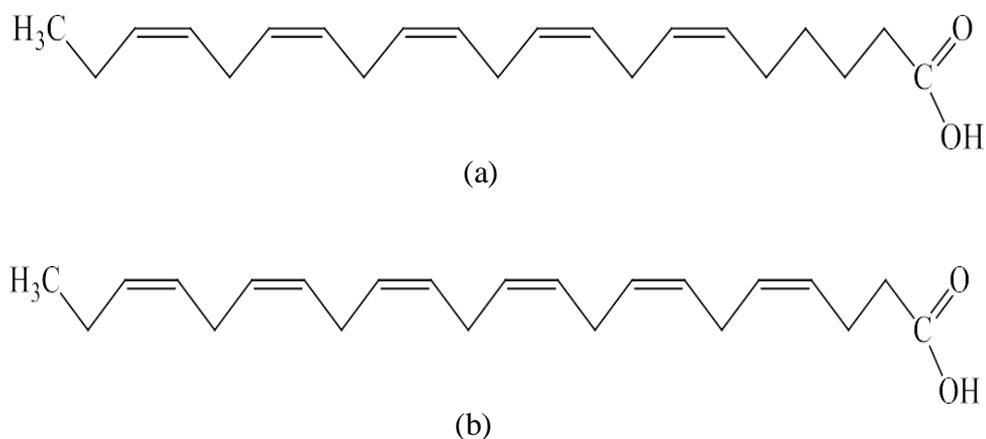
Fortifikasi adalah sebuah upaya yang sengaja dilakukan untuk menambahkan mikronutrien yang penting yaitu vitamin dan mineral ke dalam makanan, sehingga dapat meningkatkan kualitas nutrisi dari pasokan makanan dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat (WHO,2006). Prihananto (2004), berpendapat: ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam fortifikasi pangan yaitu:

1. pangan merupakan makanan yang sering dan banyak dikonsumsi penduduk termasuk penduduk miskin
2. pangan hasil fortifikasi, sifat organoleptiknya tidak berubah dari sifat aslinya
3. pangan yang difortifikasi aman untuk dikonsumsi dan ada jaminan terhadap kemungkinan efek samping negatif
4. pangan yang difortifikasi, diproduksi dan diolah oleh produsen yang terbatas jumlahnya
5. tersedia teknologi fortifikasi sesuai dengan pangan pembawa dan fortifikan yang digunakan,
6. harus ada sistem monitoring yang tegas terhadap pabrik-pabrik fortifikasi
7. ada kerja sama yang nyata antara pihak pemerintah, non pemerintah dan swasta
8. perlu ada mekanisme untuk melakukan evaluasi perkembangan fortifikasi
9. pangan hasil fortifikasi harganya tetap terjangkau oleh kelompok target
10. dari sisi konsumen diyakini tidak akan terjadi konsumsi yang berlebihan

2.7 Asam Lemak Omega-3

EPA (*Eicosapentaenoic Acid*) dan DHA (*Docosahexaenoic Acid*) merupakan dua asam lemak omega-3 bersifat esensial terutama untuk ibu-ibu pada masa kehamilan dan balita pada masa pertumbuhan. Kedua jenis asam ini termasuk asam lemak poli tidak jenuh rantai panjang atau PUFA (*Poly*

Unsaturated Fatty Acid) yang sampai saat ini jalur sintesisnya di dalam tubuh belum sepenuhnya terungkap. Asam lemak omega-3 dapat berfungsi sebagai pencegah berbagai penyakit kardiovaskuler, mengontrol lipid darah, serta diperlukan dalam pembentukan dan perkembangan otak dan retina. Kebutuhan EPA dan DHA bagi anak untuk pembentukan otak saat dalam kandungan dan perkembangannya pada masa balita tidak dapat digantikan dengan cara memberikan nutrisi serupa pada saat yang bersangkutan telah dewasa (Hadipranoto, 2005)



Gambar 2. (a) Struktur DHA, (b) Struktur EPA (Hadipranoto, 2005)

2.8 Protein

Nama protein berasal dari bahasa Yunani yang berarti menduduki tempat pertama (*holding the first place*) atau memiliki kepentingan pertama (*the primary if Importance*). Protein adalah salah satu makronutrien memiliki peranan penting dalam pembentukan biomolekul (Dewi dkk, 2012).

Protein adalah sumber asam amino yang terdiri dari unsur karbon, oksigen, hidrogen dan nitrogen yang berfungsi sebagai zat pembangun jaringan-jaringan baru, meningkatkan kekebalan tubuh dan pengatur proses metabolisme tubuh dan sebagai bahan bakar apabila keperluan energi tubuh tidak terpenuhi oleh asupan

lemak dan asupan karbohidrat (Ida dkk, 2016).

Protein merupakan sumber nutrisi yang paling baik untuk pertumbuhan mikroorganisme, kemudian mikroorganisme tersebut akan menguraikan protein menjadi metabolit berbau busuk, seperti indol, kadaverin, asam-asam organik, CO₂, H₂S, dan sketol. Jika asam amino, peptida, dan senyawa-senyawa organik bermolekul rendah telah habis maka mikroorganisme akan menghasilkan enzim-enzim proteolitik yang mampu memecahkan protein bermolekul tinggi menjadi oligopeptida dan asam-asam amino bebas yang nantinya juga akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai energi. Pada mekanisme reaksi tersebut akan menghasilkan air, dan secara otomatis konsentrasi protein akan menurun. Pada masa pertumbuhan proses pembentukan jaringan terjadi secara besar-besaran, pada masa kehamilan protein lah yang membentuk jaringan janin dan pertumbuhan embrio. Fungsi utama protein bagi tubuh adalah untuk membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada. Selain itu, protein berperan sebagai sumber asam amino bagi organisme yang tidak mampu membentuk asam amino (Rijal, 2011).

2.9 Maltodekstrin

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Rumus umum senyawa maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$ (Luthana,2004).

Maltodekstrin berfungsi sebagai pembantu pendispersi, humektan, enkapsulan serta pembentuk viskositas. Maltodekstrin memiliki sifat dispersi

cepat, daya larut yang tinggi, membentuk film, higroskopisitas rendah, mampu membentuk body, kemungkinan terjadi pencoklatan rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat (Luthana, 2004). Selain itu, maltodekstrin dapat digunakan pada makanan karena maltodekstrin memiliki sifat tertentu, sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain maltodekstrin mengalami proses dispersi yang cepat, memiliki daya larut yang tinggi, mampu membentuk film, memiliki sifat higroskopis yang rendah, dan mampu menghambat kristalisasi. Maltodekstrin kurang mampu dalam emulsifikasi (lipofil atau hidrofil). Maltodekstrin tersusun dari unit glukosa, dan tidak efektif untuk menstabilkan minyak atau flavor dalam larutan berviskositas. Untuk itu, biasanya maltodekstrin juga dikombinasi dengan bahan seperti gum arab atau pati termodifikasi lainnya untuk keperluan stabilitas emulsi (Desmawarni, 2007; Priambodo, 2015).