

Skripsi

**INOVASI GARAM KONSUMSI YANG DIFORTIFIKASI DENGAN
FITOPLANKTON *Spirulina platensis* KAYA *DOCOSAHEXAENOIC ACID*
(DHA), *EICOSAPENTAENOIC ACID* (EPA) DAN PROTEIN**

WINDA SARI

H031 18 1019



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

2022

**INOVASI GARAM KONSUMSI YANG DIFORTIFIKASI DENGAN
FITOPLANKTON *Spirulina platensis* KAYA DOCOSAHEXAENOIC ACID
(DHA), EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA) DAN PROTEIN**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk

Memperoleh gelar sarjana sains

Oleh :

WINDA SARI

H031 18 1019



MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

INOVASI GARAM KONSUMSI YANG DIFORTIFIKASI DENGAN FITOPLANKTON *Spirulina platensis* KAYA *DOCOSAHEXAENOIC ACID* (DHA), *EICOSAPENTAENOIC ACID* (EPA) DAN PROTEIN

Disusun dan diajukan oleh

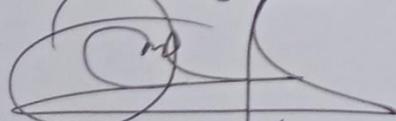
WINDA SARI

H031 18 1019

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Pada 08 Juni 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

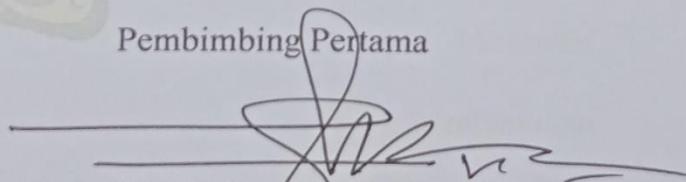
Menyetujui,

Pembimbing Utama



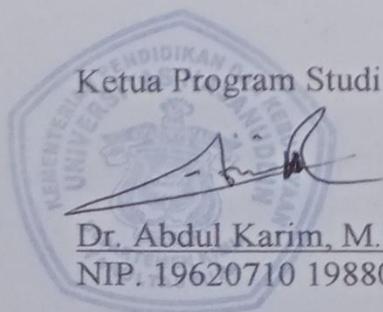
Dr. Indah Raya, M.Si
NIP. 19641125 199002 2 001

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 : Winda Sari
NIM : H031181019
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Inovasi Garam Konsumsi Yang Difortifikasi Dengan Fitoplankton *Spirulina platensis* Kaya *Docosahexaenoic Acid* (DHA), *Eicosapentaenoic Acid* (EPA) Dan Protein 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, 08 Juni 2022

Yang Menyatakan,



Winda Sari

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala anugrah dan nikmat yang tiada tara juga kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Inovasi Garam Konsumsi Yang Difortifikasi Dengan Fitoplankton *Spirulina platensis* Kaya Docosahexaenoic Acid (DHA), Eicosapentaenoic Acid (EPA) Dan Protein**" dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini baik secara moril, materil, maupun spiritual maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta, **Kahar** dan **Rahmawati** atas kasih sayang, dukungan, kesabaran dan doanya yang tidak pernah absen dalam setiap sujud kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah *Subhanahuwata'ala*.
2. Kakak tersayangku **Firda** dan Adik sepupu tercinta **Andi Ihsan Ramadhan Mallebureng** 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 yang telah mencurahkan segenap perhatian dan memberi motivasi hingga penulis sampai pada tahap ini.

4. Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, M.Si** sebagai dosen pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu dan perhatian selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak **Prof. Dr. Ahyar Ahmad, Ph.D** dan ibu **Syadza Firdausiah, S.Si., M.Sc** dosen penguji yang telah memberi saran dan kritik membangun dalam penyelesaian skripsi penelitian ini.
6. **Bapak Ibu Dosen** dan **Staf Pegawai** Departemen Kimia Universitas Hasanuddin yang telah memberi ilmu dan pelajaran yang luar biasa kepada penulis.
7. Partner penelitian **Yindriani Moghuri, Febriyanti Pratiwi, dan Athala Kevin B.G Maturbongs** terima kasih atas kerja sama yang sangat baik.
8. Rekan- rekan Support sistem “**JP Squad**” **Asmirah, Ummul Khair, Nurwahdawiah, Wildawati, Nadia Salsabila** yang menjadi hiburan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman **Kimia 2018** terkhusus **Hibridisasi**. Terima kasih atas kebersamaan yang telah kalian berikan. Kenangan selama maba, panitia, sampai sekarang takkan mungkin terlupakan. Terima kasih atas doa, semangat dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca dalam bidang fortifikasi pangan.

Makassar, 08 Juni 2022

Winda Sari

ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan kandungan fitoplankton *Spirulina platensis* untuk fortifikasi garam konsumsi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas penggunaan metode pemurnian garam dengan cara hidroekstraksi, menentukan formula terbaik, mengetahui kandungan protein serta komposisi DHA-EPA pada formulasi garam fortifikasi *Spirulina platensis*. Pada penelitian ini digunakan 4 varian formula garam, yaitu garam tanpa penambahan maltodextrin dan *Spirulina platensis*, dan garam dengan penambahan maltodextrin masing-masing 0,15 g dan fitoplankton *Spirulina platensis* 1 g, 2 g dan 3 g. Garam fortifikasi *Spirulina platensis* diuji kualitasnya mengacu pada standar SNI garam konsumsi meliputi parameter kimia (kadar NaCl, Kadar Mg^{2+} , kadar Ca^{2+} dan kadar H_2O), kadar lemak, kadar protein dan kadar DHA-EPA. Berdasarkan hasil penelitian diketahui pada metode pemurnian garam dengan cara hidroekstraksi diperoleh kandungan garam yang memenuhi rentang SNI garam konsumsi dan pada penambahan fitoplankton *Spirulina platensis* berpengaruh terhadap kadar air, kadar lemak, kadar protein serta kadar DHA-EPA semakin meningkat penambahan *Spirulina platensis* yang digunakan maka semakin tinggi pula kandungan air, lemak, protein serta DHA-EPA yang dihasilkan. Hasil morfologi terbaik yang diperoleh pada formulasi garam *Spirulina platensis* adalah pada formula 2 dengan komposisi garam 48 g, *Spirulina platensis* 2 g, iodin 30 ppm, akuades 20 mL, dan maltodextrin 0,15 g dimana kandungan protein, DHA dan EPA yang diperoleh berturut-turut adalah 1,01%; 1,73%; 5,78%. Hasil organoleptik diperoleh penilaian berturut-turut dari segi warna, aroma, rasa dan tekstur 4; 3,47; 3,47; 3,4 ini berarti penerimaan panelis terhadap garam yang telah difortifikasi tergolong baik.

Kata Kunci: Fortifikasi; Garam; Hidroekstraksi; *Spirulina platensis*.

ABSTRACT

This research utilized the phytoplankton *Spirulina platensis* content for fortification of consumption salt. The purpose of this study was to determine the effectiveness of the usage of the salt purification method by hydro extraction, the best formula, and the protein content and composition of DHA-EPA of the fortified salt formula *Spirulina platensis*. In this research, we used 4 variants of salt formulation, which are the salt without the addition of maltodextrin and *Spirulina platensis*, and the salt with the addition of maltodextrin of 0,15 g, and phytoplankton *Spirulina platensis* of 1g, 2g, and 3g, respectively. Fortified salt *Spirulina platensis* quality was tested based on SNI standard of consumption salt including chemical parameters (content of NaCl, Mg²⁺, Ca²⁺ H₂O), and content of fat, protein, and DHA-EPA. Based on the result of this research, it is known that on the salt purification by hydro extraction method, obtained a salt content that fulfills the range of SNI consumption salt and the addition of phytoplankton *Spirulina platensis* affects the content of water, fat, protein, and DHA-EPA. The increase of the addition of phytoplankton *Spirulina plantesis* results in higher content of water, fat, protein, and DHA-EPA. The best morphological result obtained in the *Spirulina platensis* salt formulation was in formula 2 with a composition of 48 g of salt, 2g of *Spirulina platensis*, 30 ppm of iodine, 20 mL of aquades, and 0,15 g of maltodextrin where the content of protein, DHA and EPA obtained were 1,01%; 1,73%; and 5,78%, respectively. The organoleptic result, assessments ratings for color, aroma, taste, and texture are 4; 3,47; 3,47; and 3,4, respectively. This means that the panelists' acceptance of the fortified salt is good.

Keywords: Fortification; Salt; Hydro Extraction; *Spirulina platensis*.

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	7
1.3.1 Maksud Penelitian.....	7
1.3.2 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
BAB II	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Umum Mikroalga	9
2.2 Tinjauan Umum <i>Spirulina platensis</i>	10
2.3 Garam.....	13
2.4 Garam Kabupaten Jeneponto	16
2.5 Hidroekstraksi	18
2.6 Fortifikasi	19
2.7 Mikroenkapsulasi	21

2.8 Protein	23
2.9 Omega-3.....	23
BAB III.....	25
METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Bahan Penelitian.....	25
3.2 Alat Penelitian.....	25
3.3.Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.4 Prosedur Penelitian	26
BAB IV.....	32
HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Pemurnian Garam Metode Hidroekstraksi	32
4.2 Pertumbuhan Sel Fitoplankton <i>Spirulina platensis</i>	33
4.3.Pemanenan Fitoplankton <i>Spirulina platensis</i>	35
4.4 Mikroenkapsul Garam <i>Spirulina platensis</i>	36
4.5 Analisis Kandungan Cl ⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , NaCl H ₂ O Garam <i>Spirulina platensis</i> . ..	39
4.6 Kandungan Air Garam <i>Spirulina platensis</i>	41
4.7 Kandungan Protein Garam <i>Spirulina platensis</i>	42
4.8 Kandungan Lemak Garam <i>Spirulina platensis</i>	43
4.9. Kandungan DHA-EPA <i>Spirulina platensis</i> dan Garam <i>Spirulina platensis</i> ..	44
4.10 Uji Organoleptik	46
BAB V.....	52
KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar nasional garam konsumsi menurut (SNI) 4436-2017	14
2. Luas lahan tambak garam di kabupaten Jeneponto.....	17
3. Komposisi formulasi garam fortifikasi mikroenkapsul	28
4. Skala penilaian uji organoleptik.....	31
5. Persentase NaCl, Ca ²⁺ , Mg dan H ₂ O sampel garam hasil pemurnian secara hidroekstraksi	33
6. Persentase Cl ⁻ , NaCl, Ca ²⁺ , Mg dan H ₂ O sampel garam fortifikasii <i>Spirulina platensis</i>	39
7. Anova garam fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	48
8. Analisis Post Hoc Duncan warna garam fortifikasi <i>Spirulina platensis</i> ...	49
9. Analisis Post Hoc Duncan aroma garam fortifikasi <i>Spirulina platensis</i> ...	49
10. Analisis Post Hoc Duncan rasa garam fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	50
11. Analisis Post Hoc Duncan tekstur garam fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mikroskopis Sel <i>Spirulina platensis</i>	11
2. Garam Hasil Petani Lokal	16
3. Struktur DHA	23
4. Struktur EPA	24
5. Hasil <i>Freeze dryer</i> Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	37
6. Hasil Analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	38
7. Kadar NaCl Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	40
8. Kadar Ca ²⁺ dan Mg ²⁺ Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	40
9. Kadar Air Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	41
10. Kadar Protein Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	42
11. Kadar Lemak Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	43
12. Kadar DHA Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	45
13. Kadar EPA Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	46
14. Uji Organoleptik Garam Fortifikasi <i>Spirulina platensis</i>	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Medium Conwy.....	60
2. Bagan Kerja Penelitian.	61
3. Perhitungan	69
4. Formulir Penilaian Organoleptik	84
5. Data Hasil Uji Organoleptik	85
6. Data Analisis ONEWAY ANOVA Organoleptik.....	86
7. 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 I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah gizi merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang belum pernah tuntas ditanggulangi di dunia, sekitar 870 juta orang dari 1,7 miliar penduduk dunia menderita gizi buruk sebagian besar (sebanyak 852 juta) diantaranya bermukim dinegara berkembang, selagi penanggulangan masalah gizi belum dapat diatasi timbul era transisi gizi yang meningkatkan kejadian obesitas dan penyakit kronis sehingga masalah gizi menjadi semakin rumit. Di Indonesia didominasi oleh masalah kekurangan energi, protein, vitamin A, omega 3 dan kekurangan nutrisi lainnya. Faktor gizi merupakan salah satu faktor penentu utama kualitas sumber daya manusia (Hasdianah, 2014).

Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menunjukkan bahwa 25,7% remaja usia 13-15 tahun dan 26,9% remaja usia 16-18 tahun dengan status gizi sangat pendek. Selain itu terdapat 8,7% remaja usia 13-15 tahun dan 8,1% remaja usia 16-18 tahun dengan kondisi kurus dan sangat kurus. Sedangkan prevalensi berat badan lebih dan obesitas sebesar 16,0% pada remaja usia 13- 15 tahun dan 13,5% pada remaja usia 16-18 tahun. Kekurangan gizi di Indonesia dari tahun ke tahun masih tinggi, disebabkan karena tidak menjalani pola makan yang sehat selain itu bisa juga disebabkan oleh kondisi kesehatan yang membuat tubuh tidak bisa menyerap nutrisi dari makanan dengan baik. Laporan organisasi kesehatan dunia WHO *World Health Organization* menunjukkan kesehatan masyarakat Indonesia terendah di ASEAN yaitu peringkat ke 142 dari 170 negara.

Kebutuhan nutrisi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam membantu proses pertumbuhan dan perkembangan pada bayi dan anak, mengingat manfaat nutrisi dalam tubuh dapat membantu proses pertumbuhan dan perkembangan anak (Almatsier, 2009). Asam lemak omega-3 dapat memproduksi asam lemak rantai panjang seperti DHA dan EPA. Omega-3 juga berperan penting dalam perkembangan morfologis, biokimia, dan molekuler dari otak dan organ lainnya. Kekurangan asam lemak omega-3 yang disebabkan oleh asupan yang kurang atau karena adanya penyakit yang mengurangi daya serap dapat menghambat perkembangan otak, kesehatan fisik, dan interaksi lingkungan memiliki efek yang kuat dalam pembentukan perkembangan kognitif. Asam lemak omega-3 banyak dihasilkan dari alam khususnya dalam pemanfaatan laut (Agustini, dkk., 2020).

Laut Indonesia menyimpan berbagai kekayaan alam hayati, laut yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam mengatasi permasalahan gizi yang terjadi di Indonesia (Coremap, 2001). Salah satu mikroorganisme yang kaya akan kandungan protein, asam lemak omega 3 berupa DHA-EPA dan tumbuh pada perairan adalah mikroalga. Menurut Sanchez (2007), mikroalga merupakan tumbuhan air yang mampu bergerak secara pasif 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 *Pyrrophyta* (dinoflagellata). Fitoplankton (mikroalga) memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber bahan makanan yang bergizi tinggi dikarenakan 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). Selain itu, fitoplankton merupakan sumber penting vitamin, mineral, antioksidan dan pewarna alami di bidang makanan (Gouveia dkk, 2008).

Spirulina platensis dipilih sebagai kandidat paling unggul sebagai bahan fortifikasi karena *Spirulina platensis* tinggi akan protein dan vitamin, kalsium serta mengandung fitonutrisi yang cukup lengkap (Buwono, 2018.). Kandungan gizi yang sangat tinggi menjadikan *Spirulina* masuk dalam daftar bahan pangan fungsional. Salah satu jenis fitoplankton yang memiliki kandungan asam lemak sebesar 56,68% dari berat keringnya yaitu fitoplankton jenis *Spirulina platensis* yang mempunyai potensi besar sebagai sumber DHA dan EPA. *Spirulina platensis* memiliki kandungan DHA sebesar 72,345 mg/g lipid sedangkan kandungan EPA yaitu sebesar 331,07 mg/g lipid (Raya dkk., 2016). Selain itu, *Spirulina platensis* juga kaya akan protein, vitamin, mineral dan nutrisi lainnya. Dalam keadaan kering mengandung protein sebesar 55 sampai 57%, jenis ini juga mengandung vitamin B1, B2, B3, B6, B9, B12, vitamin C, vitamin D dan vitamin E, baik digunakan dalam fortifikasi makanan (Syafina dkk., 2020). Metode yang digunakan untuk mempertahankan kandungan nutrisi dari *Spirulina platensis* ketika difortifikasikan dengan produk makanan salah satunya adalah dengan cara Mikroenkapsulasi.

Metode mikroenkapsulasi merupakan suatu teknik yang dilakukan untuk menjaga kualitas nutrisi seperti DHA-EPA yang cenderung kurang stabil karena mudah teroksidasi dan terhidrolisis. Enkapsulasi merupakan metode dimana cairan, padatan, atau gas dilapisi dengan lapisan tipis berupa material pelindung. Lapisan tipis melindungi dari kebusukan, mengurangi penguapan komponen aktif, dan menghindari dari kondisi yang tidak diinginkan selain itu, mikroenkapsulasi juga dapat mengurangi bau tidak sedap yang biasanya menyebabkan kurang diterimanya suatu produk (Kustiyah, dkk., 2011).

Garam sebagai hasil komoditi evaporasi air laut yang banyak dibutuhkan dalam skala nasional. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan realisasi produksi garam nasional 2021 berkisar 1,3 juta ton, dan pada tahun 2022 pemerintah menargetkan produksi garam rakyat sebesar 1,5 juta ton, adapun impor garam direncanakan mencapai 2,9 juta ton. Tingginya perencanaan impor garam dikarenakan permasalahan kualitas garam lokal yang masih jauh dari standar kualitas garam konsumsi. Swasembada garam nasional dapat diwujudkan dengan memperhatikan beberapa hal diantaranya adalah terjadinya kesenjangan baik dari sisi kuantitas maupun kualitas antara garam nasional dan garam impor yang menjadi pintu bagi masuknya garam impor mengingat keberadaan garam sebagai komoditas bahan pokok dan tidak memiliki produk pengganti (*unsubstituted*) (Daryanto dan Hafiz Rianda, 2010). Kondisi ini mengakibatkan semakin kuatnya posisi garam impor dan sebaliknya pergaraman nasional menjadi semakin lesu (Rachman dan Imran, 2011). Jika dicermati, persoalan ketidakberdayaan garam rakyat dalam memasok kebutuhan garam nasional dan fenomena tren impor garam tidak semata mata terkait dengan *supply and demand* atas komoditas garam, tetapi

lebih dari itu juga tidak bisa dipisahkan dari kualitas dan kuantitas (Boenarco, 2012).

Peluang yang dilakukan sebagai upaya penyelesaian permasalahan tersebut, perlu adanya perbaikan kualitas garam di Indonesia secara intensif salah satunya dengan penggunaan metode yang tepat dalam pemurnian garam rakyat (Palin, 2017). Garam dari lahan konvensional dari beberapa contoh sampel menunjukkan hasil analisis kualitas sebagai berikut, kadar NaCl masing-masing 87,2 dan 82,5%, dengan kadar air 9,19% dan 9,34%. Hasil ini jauh dari standar kualitas SNI (Rusiyanto dkk., 2013). Untuk itu perlu dilakukan pemurnian garam agar diperoleh garam konsumsi yang sesuai dengan standar kualitas SNI.

Hidroekstraksi merupakan suatu teknik metode pemurnian garam yang memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dalam garam. Dalam metode hidroekstraksi, digunakan larutan garam jenuh untuk melarutkan pengotor yang ada dalam kristal garam tanpa melarutkan NaCl. Hidroekstraksi merupakan proses ekstraksi padat cair yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah padatan yang ingin diekstrak, ukuran partikel, jenis pelarut, dan waktu ekstraksi (Sumada, dkk., 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Martina dan Witono (2014), proses hidroekstraksi menghasilkan garam dengan kadar NaCl maksimum 98,34% pada ukuran partikel kristal 20-60 mesh. Pada prinsipnya zat yang akan dimurnikan dilarutkan dalam suatu pelarut kemudian dipanaskan dan diuapkan kembali bahan pengotor yang tidak dapat dilarutkan dapat dipisahkan cara penyaringan, sedangkan bahan pengotor (*impurities*) yang mudah larut akan berada dalam larutan (Rusiyanto, dkk., 2013).

Garam dipilih sebagai salah satu produk alternatif yang difortifikasi dengan fitoplankton *Spirulina platensis* yang kaya DHA, EPA dan protein karena garam merupakan salah satu produk pangan olahan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, mudah didapatkan, proses pembuatannya sederhana serta harganya yang terjangkau dibandingkan bahan pangan lainnya. Garam yang dihasilkan ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Kebaruan penelitian ini fortifikasi garam dengan fitoplankton jenis *Spirulina platensis* belum pernah dilakukan belum ada penelitian terkait data primer fortifikasi garam dengan *Spirulina platensis*. Beberapa contoh penelitian yang sebelumnya membahas garam fortifikasi diantaranya fortifikasi garam dengan bawang dayak Budiarto dan Rini (2019), untuk meningkatkan nutrisi garam konsumsi hasil analisis kadar air pada produk garam fortifikasi bawang dayak adalah 0,73%. Selanjutnya ada juga penelitian oleh Junita (2011) yang berjudul fortifikasi yodium garam dengan rumput laut *Eucheuma cottoni* hasil yang diperoleh semakin besar konsentrasi ekstrak rumput laut *Eucheuma cottoni* semakin besar pula kadar iodin yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang, maka perlu dilakukan pembuatan garam yang kaya akan omega-3, seperti DHA, EPA serta protein sebagai makanan yang bergizi tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang "Inovasi Garam Konsumsi yang Difortifikasi dengan Fitoplankton *Spirulina platensis* Kaya *Docosahexaenoic acid* (DHA), *Eicosapentaenoic acid* (EPA) dan Protein".

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 hidroekstraksi sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) garam konsumsi?
2. Berapa perbandingan konsentrasi garam fortifikasi dengan *Spirulina platensis* yang digunakan dalam membuat mikrokapsul untuk memperoleh morfologi terbaik?
3. Berapa kadar protein, DHA dan EPA yang dihasilkan pada formulasi garam fortifikasi dengan *Spirulina platensis*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui efektivitas penggunaan metode pemurnian garam dengan cara hidroekstraksi dan mengetahui kandungan protein serta komposisi DHA-EPA pada formulasi garam fortifikasi *Spirulina platensis*.

1.3.2 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui keefektifan metode hidroekstraksi dengan cara mengukur kadar NaCl, Ca²⁺, Mg²⁺ dan H₂O yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) garam konsumsi.
2. Mengetahui perbandingan konsentrasi garam fortifikasi dengan *Spirulina platensis* yang digunakan dalam membuat mikrokapsul untuk memperoleh morfologi terbaik

3. Mengetahui kadar protein, DHA dan EPA yang dihasilkan pada formulasi garam fortifikasi dengan *Spirulina platensis*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai keefektifan metode hidroekstraksi dengan cara mengukur kadar NaCl, Ca²⁺, Mg²⁺ dan H₂O yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) garam konsumsi.
2. Memberikan informasi mengenai perbandingan konsentrasi garam fortifikasi dengan *Spirulina platensis* 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 *Spirulina platensis*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Mikroalga

Mikroalga hidup di berbagai habitat perairan dan dapat ditemukan mulai di bagian sedimen sampai area intertidal. Mikroalga umumnya bersel satu atau berbentuk benang dan selama hidupnya merupakan plankton. Amini (2005), menjelaskan bahwa mikroalga juga merupakan kelompok fitoplankton atau plankton jenis nabati. Oleh karenanya, mikroalga lazim disebut sebagai fitoplankton. Fitoplankton memiliki zat hijau daun (klorofil) yang berperan dalam menghasilkan bahan organik dan oksigen dalam air. Sebagai dasar mata rantai pada siklus makanan di laut, fitoplankton menjadi makanan alami bagi zooplankton baik yang masih kecil maupun yang dewasa.

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 adalah organisme tumbuhan paling primitif berukuran seluler yang umumnya dikenal dengan sebutan nama fitoplankton dimana 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 produksi farmasi. *Eicosapentaenoic acid* (EPA) berguna untuk status vascular tubuh manusia, *docosahexaenoic acid* (DHA) untuk jaringan saraf otak. 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 terhadap jenis mikroalga yang digunakan (Hadiyanto,2010).

2.2 Tinjauan Umum *Spirulina platensis*

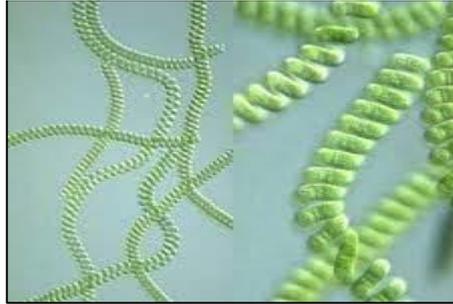
Nama *Spirulina platensis* berasal dari bahasa latin yang mengandung arti *spiral* kecil sesuai dengan struktur dari alga mikroskopik. Diperkirakan *Spirulina platensis* merupakan salah satu penghuni planet tertua, sehingga diperkirakan *Spirulina* telah berumur 3,6 miliar, dan merupakan jembatan evolusi antara bakteri dan tanaman hijau. Sepanjang sejarahnya *Spirulina platensis* telah menjadi sumber gizi bagi banyak suku di Afrika, Asia tengah dan Amerika. Pada pertengahan tahun 1960-an sebuah laporan oleh seorang ahli botani Jean Léonard yang merupakan anggota ekspedisi Prancis-Belgia ke Afrika merupakan peneliti pertama yang menggambarkan studi sistematis dan terperinci tentang

pertumbuhan dan fisiologi *Spirulina platensis*. Sejak penemuannya pada tahun 1960 *Spirulina platensis* telah ditelaah secara mendetail dan meluas oleh para ilmuan di berbagai belahan bumi.

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 *Cyanophycin* (hijau kebiruan) sehingga dimasukkan dalam kelas *Cyanophyceae* (Alifuddin, 2020).

Spirulina platensis merupakan mikroalga yang mengandung protein tinggi berkisar 55-70% dan sumber mikronutrien (Alma dkk,2016). *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 7-7,5, dimana mikroorganisme lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik dalam kondisi ini. Suhu terendah untuk *Spirulina platensis* untuk hidup adalah 15°C dan pertumbuhan yang optimal adalah 22-24 °C.

Spirulina platensis merupakan mikroalga hijau yang diklasifikasikan sebagai berikut (Vonshak, 1988):



Gambar 1. Mikroskopis *Spirulina platensis* (Locci, R., dalam Ciferri, 1983).

Divisi : Cyanophyta
Kelas : Cyanophyceae
Ordo : Oscillatoriales
Sub Ordo : Oscillatorianeae
Famili : Oscillatoriaceae
Genus : *Spirulina*
: *Spirulina*
Spesies *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 menjaga kuantitas, kualitas dan kestabilan produksi sel *Spirulina platensis* diperlukan untuk memperkaya kandungan nutrisi, disamping 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 adalah 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. Pertumbuhan mikroalga berkaitan erat dengan lingkungan dimana *Spirulina platensis* tersebut tumbuh. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* adalah suhu, cahaya, salinitas pH, dan nutrisi.

1. Suhu

Sel *Spirulina platensis* tumbuh pada kisaran suhu 10-35 °C. Aktivitas optimum fotosintesis pada kultur *Spirulina platensis* berlangsung pada suhu kamar yakni 25 °C (Vonshak, 1988).

2. Cahaya

Pertumbuhan *Spirulina platensis* sangat bergantung pada intensitas cahaya. Cahaya dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Meskipun *Spirulina platensis* memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap intensitas cahaya namun untuk pertumbuhan *Spirulina platensis* yang cepat dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya (Arad dan Richmond, 2004).

3. Salinitas dan pH

Spirulina platensis tumbuh pada kisaran salinitas 0,5-2 kali konsentrasi air laut (Vonshak, 1988). *Spirulina platensis* juga toleran terhadap perubahan pH pada kisaran antara 5,2-8,3. Aktivitas fotosintesis menurun hingga maksimum 33% ketika pH turun mencapai 5 dan pH optimum fotosintesis *Spirulina platensis* adalah

7,5 (Vonshak, 1988).

4. Nutrisi

Spirulina platensis dapat menggunakan KNO dan ammonium sebagai sumber nitrogen. Pertumbuhan dapat juga dihasilkan dengan menggunakan urea

sebagai sumber nitrogen pada medium air laut (Vonshak, 1988). Menurut Arad dan Richmond (1988), terbatasnya jumlah nitrogen dalam medium akan menghambat fotosintesis, namun terbatasnya jumlah nitrogen ini akan berdampak pada meningkatnya ekskresi polisakarida ke dalam medium.

2.3 Garam

Garam merupakan suatu kumpulan senyawa kimia yang terdiri dari Natrium klorida (NaCl) sebagai komponen utama, dengan komponen pengotor seperti Kalsium sulfat (CaSO_4), Magnesium sulfat (MgSO_4), Magnesium klorida (MgCl_2), dan lain-lain. Indonesia memiliki peluang untuk memproduksi garam yang mencukupi kebutuhan nasional sebab memiliki garis pantai yang sangat panjang. Namun, potensi tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah dan kualitas garam. Hasil produksi yang dihasilkan di Indonesia belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) ditinjau dari kadar NaCl nya. Hal tersebut disebabkan karena rendahnya mutu bahan baku yang digunakan. Secara tradisional, garam Indonesia diproduksi dengan cara penguapan air laut dan dievaporasi secara alami dengan bantuan sinar matahari. Proses pengelolaan ini tergantung pada kondisi iklim yang ada, sebab akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas garam yang dihasilkan (Rositawati, dkk., 2013)

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

Parameter	Kadar (%)
NaCl	Min 94
Mg^{2+}	Maks 0,06
Ca^{2+}	Maks 0,1
H_2O	Maks 7

Menurut penelitian (Rusiyanto, dkk., 2013) menurut jenis dan penggunaannya garam dapat dibedakan menjadi :

1. Garam konsumsi, adalah garam dengan kadar NaCl 94,7% atas dasar berat kering dengan kandungan *impurities* Sulfat, Magnesium dan Kalsium maksimum 2% dan sisanya adalah kotoran (lumpur, pasir). Kadar air maximum 7%. Garam konsumsi terbagi menjadi 3 jenis: (1) *Food atau High grade*, yaitu garam konsumsi mutu tinggi dengan kandungan NaCl 97% kadar air dibawah 0,5%, warna putih bersih, butiran kristal yang sudah dihaluskan. (2) *Medium grade*, yaitu garam konsumsi kelas menengah dengan kadar NaCl 94,7-97% dan kadar air 3-7%. (3) *Low grade*, yaitu garam konsumsi mutu rendah dengan kadar NaCl 90-94,7%, kadar air 5-10%, warna putih kusam, digunakan untuk pengasinan ikan dan pertanian.

2. Garam industri, adalah garam yang memiliki kadar NaCl antara 95-97%, *impurities* Sulfat maksimum 0,5%, *impurities* Kalsium maksimal 0,2% dan *impurities* maksimum 0,3% dengan kadar air 3-5%. Dalam industri perminyakan atau pengeboran garam memiliki 2 kegunaan, yaitu sebagai penguat struktur sumur pengeboran dan bahan pembantu pembuat uap. Garam industri lainnya adalah garam yang digunakan dalam industri kulit, tekstil, pabrik es dan sebagainya. Garam jenis ini memiliki kadar NaCl minimum 95%, *impurities* Sulfat maksimum

0,5%, *impurities* Kalsium maximum 0,2% dan *impurities* Magnesium maximum 0,3% dengan kadar air 1-5%. Garam industri Chlor Alkali Plant (CAP) dan industri farmasi adalah garam dengan kadar NaCl diatas 98,5% dengan *impurities* Sulfat, Magnesium, Kalium dan kotoran yang sangat kecil. CAP memiliki kadar

NaCl diatas 98,5%, *impurities* sulfat maximum 0,2%, *impurities* kalsium maximum 0,1% dan *impurities* magnesium maksimum 0,06%.

Kementerian Perindustrian mencatat proyeksi kebutuhan garam nasional tahun 2021 akan mencapai 4,6 juta ton, yang sebagian besar atau 84 persennya merupakan kebutuhan dari industri manufaktur. Sementara berdasarkan neraca garam 2020, volume garam impor berkontribusi hingga 50,29 persen dari ketersediaan garam nasional. Adapun, kebutuhan garam nasional tahun 2020 sebanyak 4,46 juta ton dengan kebutuhan industri mencapai 83,86 persen atau 3,74 juta ton. Tingginya impor garam karena garam lokal belum dapat memenuhi persyaratan sektor manufaktur. Garam memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan rakyat Indonesia sebab garam digunakan untuk konsumsi rumah tangga dan industri setiap hari. Produksi garam nasional masih jauh dibawah kebutuhan masyarakat Indonesia, padahal Indonesia adalah Negara kepulauan yang luas lautnya lebih luas dari daratan (Izzaty dan Permana, 2011).



Gambar 2. Garam Hasil Petani Lokal (Izzaty dan Permana, 2011).

2.4 Garam Kabupaten Jeneponto

Kabupaten Jeneponto adalah salah satu sentra penghasil garam di Indonesia. Kabupaten yang terletak 90 km sebelah selatan kota Makassar ini sejak

dulu terkenal sebagai salah satu daerah dengan tambak garam yang luas yang tersebar di empat kecamatan yakni Kecamatan Bangkala Barat, Bangkala, Tamalatea dan Arungkeke. Berdasarkan analisis citra satelit Quickbird (2014), menunjukkan luas tambak di wilayah Kabupaten Jeneponto sebesar 1.519,89 ha, dimana Kecamatan Bangkala memiliki luas tambak terbesar yakni 479,43 ha (31,54%), Tamalatea 454,86 ha (29,93%), Kecamatan Arungkeke sebesar 328,61 ha (21,62%) namun luas lahan yang berproduksi sebesar 172,55 ha (11,35%) dikarenakan sebagian lahan tidak mendapat suplai air. Disamping itu, mahal nya biaya produksi juga menjadi alasan para petani garam beralih profesi lain. Luas tambak garam yang terkecil adalah Kecamatan Bangkala Barat hanya 256,98 ha (16,91%) (Azis, 2017).

Tabel 2. Luas lahan tambak garam di Kabupaten Jeneponto

No	Kecamatan	Luas(ha)	Persentase (%)
1.	Bangkala Barat	256,98	16,91
2.	Bangkala	479,43	31,54
3.	Tamalatea	454,86	29,93
4.	Arungkeke	328,61	21,62
Total		1.519,89	100

Menurut Wahyudi dalam Azis (2017), potensi garam yang ada di Kabupaten Jeneponto bisa menjadi salah satu pemasok besar dalam menunjang swasembada garam. Namun masalah yang dihadapi para petani tambak garam, khususnya di Kecamatan Arungkeke Kabupaten Jeneponto tidak jauh berbeda dengan masalah yang dihadapi daerah lain seperti penurunan produksi yang diakibatkan karena faktor cuaca yang tidak menentu, status kepemilikan lahan,

struktur pemasaran, proses produksi garam yang masih sangat tradisional karena kurangnya teknologi produksi sehingga menyebabkan kualitas garam rendah.

2.5 Hidroekstraksi

Salah satu metode pemurnian garam adalah metode hidroekstraksi dengan cara mereduksi pengotor pada permukaan kristal garam dengan proses pencucian menggunakan larutan garam jenuh. Pada tahun 1996, KREBS Swiss memulai teknologi pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi. Bahan baku yang digunakan berupa garam yang masih segar, sehingga memungkinkan hilang garam hanya 1-2%. Selanjutnya, reduksi pengotor yang terdapat di dalam kristal dilakukan dengan metode *hydromilling*, dimana kristal garam dikecilkan ukurannya dan dicuci kembali menggunakan larutan garam jenuh. Pengecilan ukuran ini berfungsi untuk melepaskan pengotor yang terjebak di dalam kisi kristal (Martina dan Witono, 2014).

Metode hidroekstraksi merupakan suatu proses pemurnian garam yang dapat menghilangkan pengotor yang terdapat pada garam dengan resiko kehilangan garam yang rendah. Proses hidroekstraksi dapat menghilangkan pengotor yang terdapat dalam kisi kristal dengan memecah ukuran kristal menjadi lebih kecil sehingga pengotor yang dalam kisi dapat dihilangkan. Proses hidroekstraksi dapat menaikkan kadar NaCl dalam garam menjadi 99% (Sedivy, 2009).

Menurut Martina dan Witono (2014), hidroekstraksi merupakan proses ekstraksi padat-cair menggunakan pelarut air. Ekstraksi padat-cair meliputi dua tahap, yaitu kontak pelarut dengan zat padat sehingga zat padat yang diekstraksi dipindahkan ke pelarut dan pemisahan larutan dari zat padat sisa. Dalam ekstraksi padat-cair terdapat beberapa faktor yang data mempengaruhi proses ini, yaitu :

1. Jumlah padatan yang ingin diekstrak

2. Ukuran partikel padatan
3. Jenis pelarut
4. Waktu ekstraksi
5. Metode ekstraksi

Pemurnian garam menggunakan proses hidroekstraksi meliputi proses dimana kristal garam yang akan dimurnikan dicuci menggunakan larutan garam murni jenuh (larutan pengestrak). Pencucian kristal garam menggunakan larutan garam murni jenuh memungkinkan pengotor dalam kristal garam tereduksi tanpa membuat kristal garam ikut melarut, sesuai dengan reaksi sehingga hilang garam dalam proses pencucian dapat diminimalisasi, pemisahan kristal garam hasil pemurnian pun akan lebih mudah dilakukan (Martina dan Witono, 2014).

2.6 Fortifikasi

Fortifikasi merupakan penambahan zat gizi yang diperoleh atau sengaja ditambahkan dari luar dan bukan berasal dari bahan pangan asli tersebut, dengan kriteria untuk penambahan zat gizi tertentu yang berbeda (Santosa dkk., 2016). Tujuan utama adalah untuk meningkatkan tingkat konsumsi dari zat gizi yang ditambahkan untuk meningkatkan status gizi populasi. Fortifikasi pangan dengan zat gizi mikro adalah salah satu strategi utama yang dapat digunakan untuk meningkatkan status mikronutrien pangan (WHO, 2006). Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses fortifikasi pangan diantaranya bahan pangan yang difortifikasi aman untuk dikonsumsi dan ada jaminan terhadap kemungkinan efek samping (Budiarto dan Rini, 2019).

Fortifikasi pangan diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan mutu gizi melalui makanan dengan menambahkan satu atau lebih zat gizi mikro tertentu pada bahan makanan (Soekirman, 2008). Fortifikasi merupakan sebuah upaya

yang dilakukan untuk menambahkan mikronutrien seperti vitamin dan mineral ke dalam makanan untuk meningkatkan kualitas nutrisi yang berguna bagi kesehatan masyarakat. Menurut *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan bahwa fortifikasi pangan dengan zat gizi mikro adalah salah satu strategi utama yang dapat digunakan untuk meningkatkan status mikronutrien pangan. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses fortifikasi pangan diantaranya bahan pangan yang difortifikasi aman untuk dikonsumsi dan ada jaminan terhadap kemungkinan efek samping.

Mengacu pada Soekirman (2008), 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. Tersedia teknologi fortifikasi sesuai dengan pangan pembawa dan fortifikan yang digunakan
5. Harus ada sistem monitoring yang tegas terhadap pabrik-pabrik fortifikasi
6. Ada kerjasama yang nyata antara pihak pemerintah, non pemerintah dan swasta,
7. Perlu mekanisme untuk melakukan evaluasi perkembangan fortifikasi
8. Pangan hasil fortifikasi, harganya tetap terjangkau oleh kelompok target
9. Dari sisi konsumen diyakini tidak akan terjadi konsumsi berlebihan.

Fortifikasi pada prinsipnya adalah upaya meningkatkan kualitas pangan dengan menambahkan zat gizi mikro tertentu satu atau lebih. Saat ini fortifikasi pangan dianggap strategi yang cukup baik untuk perbaikan gizi mikro (Nugroho dan Murtini, 2017). Hasil konferensi internasional gizi di Roma Tahun 2005, fortifikasi pangan merupakan upaya perbaikan gizi yang dianjurkan begitupun di beberapa negara maju lainnya merekomendasikan fortifikasi pangan dalam rencana aksi nasional gizi. Menurut siagian (2003), fortifikasi dapat diterapkan untuk tujuan-tujuan berikut:

1. Untuk memperbaiki kekurangan zat-zat dari pangan (untuk memperbaiki defisiensi akan zat gizi yang ditambahkan).
2. Untuk mengembalikan zat-zat yang awalnya terdapat dalam jumlah yang signifikan dalam pangan akan tetapi mengalami kehilangan selama pengolahan.
3. Untuk meningkatkan kualitas gizi dari produk pangan olahan (pabrik) yang digunakan sebagai sumber pangan bergizi misalnya susu formula bayi.
4. Untuk menjamin ekuivalensi gizi dari produk pangan olahan yang menggantikan pangan lain, misalnya margarin yang difortifikasi sebagai pengganti mentega.

2.7 Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi merupakan suatu teknik dimana cairan, padatan, atau gas dilapisi dengan lapisan tipis berupa material pelindung. Lapisan tipis melindungi dari kebusukan, mengurangi penguapan komponen aktif, dan menghindari dari kondisi yang tidak diinginkan (Hasanah, 2011). Melalui proses mikroenkapsulasi, kedua mineral yang diharapkan dapat tersedia dalam bahan

makanan dan dapat mengurangi terjadinya interaksi kedua mineral karena molekul mineral akan tersalut. Selain itu, mikroenkapsulasi juga dapat mengurangi bau tidak sedap yang timbul akibat penggunaan mineral besi yang seringkali menyebabkan kurang diterimanya produk (Kustiyah, dkk., 2011).

Teknologi ini dapat mengkonversi suatu cairan menjadi bubuk dengan cara membungkus cairan tersebut dalam suatu bahan pengkapsul dalam ukuran yang sangat kecil (0,2-5.000 mikrometer) (Hasanah, 2011). Dalam bentuk bubuk, penanganan, penakaran dan pencampurannya ke dalam makanan dan minuman menjadi lebih mudah. Karena terbungkus di dalam kapsul, cairan atau bahan aktif tersebut terlindung dari pengaruh lingkungan yang merugikan seperti kerusakan kerusakan akibat oksidasi, hidrolisis, penguapan atau degradasi panas. Dengan demikian, bahan aktif akan mempunyai masa simpan yang lebih panjang, serta mempunyai kestabilan proses yang lebih baik. Selain itu, pelepasan bahan aktif dari dalam kapsul juga dapat dikendalikan sehingga efektifitasnya dapat dirancang sesuai dengan keinginan (Yuliani, dkk., 2007).

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 mikrokapsul 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).

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 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. 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. Protein hewani merupakan sumber protein yang terbesar.

2. Protein nabati

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

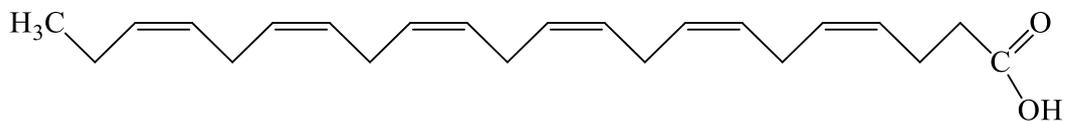
2.9 Omega-3

Asam lemak omega-3 terutama DHA dan EPA merupakan senyawa tidak stabil karena memiliki banyak ikatan rangkap sehingga mudah terhidrolisis dan teroksidasi (Nurhasanah dkk., 2011). Omega-3 dianggap sebagai salah satu asam

lemak esensial, yang berarti bahwa substansi tersebut dibutuhkan tubuh agar tetap sehat, tetapi tubuh tidak mampu memproduksinya sendiri. Mendapatkan cukup omega-3 memiliki banyak manfaat kesehatan karena memiliki efek anti peradangan dan anti penggumpalan darah dan memiliki indikasi efektif mencegah penyakit jantung dan kanker, asam-asam lemak omega-3 juga baik bagi sistem saraf pusat dan otak.

2.9.1 Docosahexaenoic Acid (DHA)

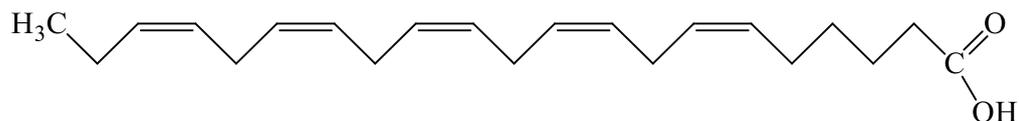
Docosahexaenoic Acid (DHA) merupakan komponen primer dalam menyusun korteks otak besar manusia dan retina mata. Sumber yang kaya DHA laut diantaranya mikroalga. *Spirulina platensis* adalah spesies mikroalga memiliki kandungan DHA yang tinggi dan dikultivasi secara autotrof dan memiliki kandungan DHA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



Gambar 3. Struktur DHA

2.9.2 Eicosapentaenoic Acid (EPA)

Eicosapentaenoic Acid 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 4. Struktur EPA

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah Fitoplankton, garam rakyat (krosok) dari petani lokal Kabupaten Jeneponto, NaCl teknis, NaCl p.a, n- heksana, HCl pekat, BaCl₂, HNO₃, H₂SO₄ pekat, akuades, akuabides, K₂Cr₂O₇, AgNO₃, EDTA, indikator EBT, indikator murexide, buffer pH 10, NaOH, CaCl₂, MgCl₂, Lowry-A, Lowry-B, air laut, larutan stok A (FeCl₃.6H₂O, MnCl₂.4H₂O, H₃BO₃, Na-EDTA, NaH₂PO₄.2H₂O, NaNO₃), larutan stok B (ZnCl₂, CoCl₂.6H₂O, (NH₄)₆MoO₂₄.4H₂O, CuSO₄.5H₂O), larutan stok C (vitamin B₁₂, vitamin B₁), kloroform, kertas saring Whatman no 42, kertas pH, tissue roll, kertas label.

3.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian adalah neraca analitik, peralatan gelas kimia, erlenmeyer, penangas air, lumpang porselen, ayakan 60 mesh, pipa kaca, corong, gelas ukur, termometer, cawan petri, sendok tanduk, pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi, rak tabung, bulb, cawan porselen, hot plate, statif, klem, buret, oven, cawan krus, wadah garam fortifikasi, salinometer, batang pengaduk, oven, desikator, toples yang terbuat dari bahan gelas, aerator, set lampu neon philips 32 watt, selang, batu aerator, ultrasonic cleaner, spektrofotometer UV-Vis, SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2021 sampai Maret 2022 dilaksanakan di Laboratorium Kimia Anorganik, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.