

**SKRIPSI**

**ANALISIS MUTU KIMIA KARAGINAN YANG  
DIHASILKAN PADA PROSES PRODUKSI DENGAN  
METODE ALKALI PANAS**

**CHEMICAL QUALITY ANALYSIS OF  
CARRAGEENAN GENERATED IN THE  
PRODUCTION PROCESS WITH  
HOT ALKALINE METHOD**

Disusun dan diajukan oleh

**NURUL AULIYA SYAHRUL**

**N011 17 1508**



**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**ANALISIS MUTU KIMIA KARAGINAN YANG DIHASILKAN  
PADA PROSES PRODUKSI DENGAN METODE ALKALI PANAS**

**CHEMICAL QUALITY ANALYSIS OF CARRAGEENAN GENERATED  
IN THE PRODUCTION PROCESS WITH HOT ALKALINE METHOD**

**SKRIPSI**

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi  
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana

**NURUL AULIYA SYAHRUL**

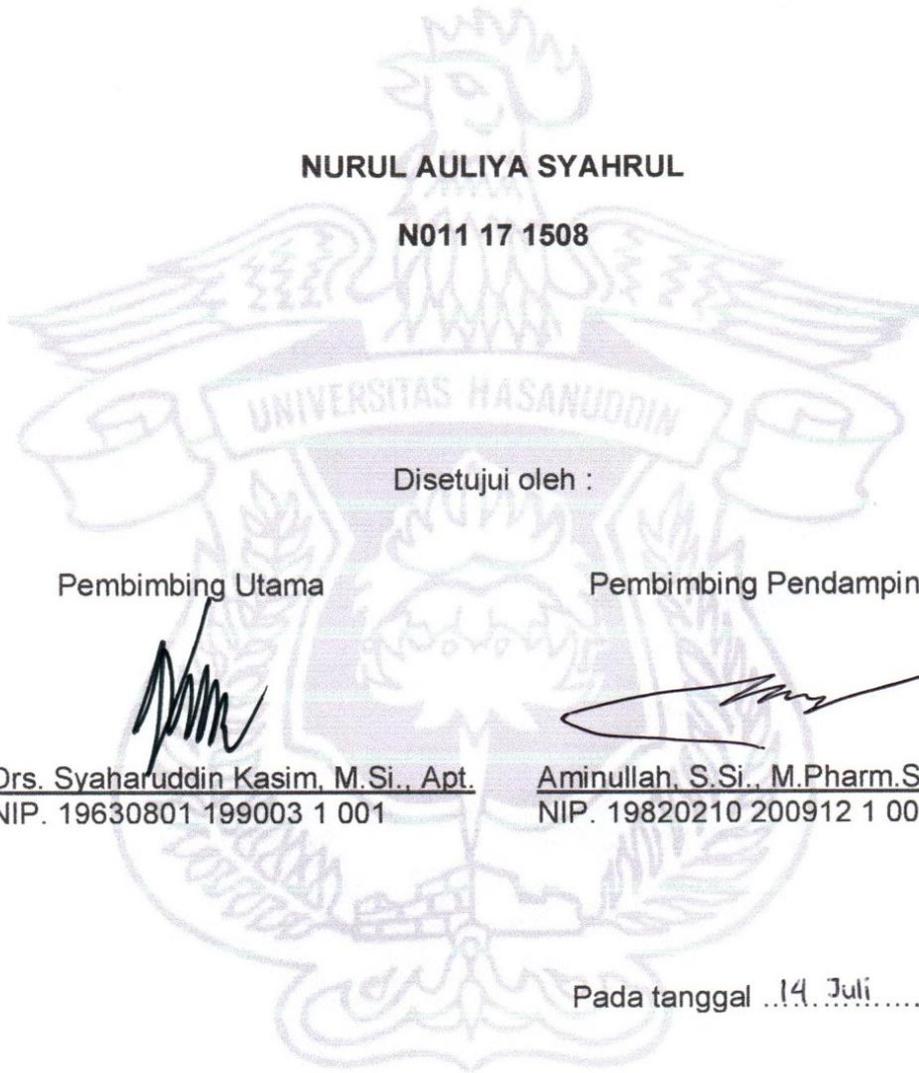
**N011 17 1508**

**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**ANALISIS MUTU KIMIA KARAGINAN YANG DIHASILKAN  
PADA PROSES PRODUKSI DENGAN METODE ALKALI PANAS**

**NURUL AULIYA SYAHRUL**

**N011 17 1508**



Disetujui oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt.  
NIP. 19630801 199003 1 001

  
Aminullah, S.Si., M.Pharm.Sc., Apt.  
NIP. 19820210 200912 1 004

Pada tanggal ..14.. Juli..... 2021

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS MUTU KIMIA KARAGINAN YANG DIHASILKAN  
PADA PROSES PRODUKSI DENGAN METODE ALKALI PANAS**

**CHEMICAL QUALITY ANALYSIS OF CARRAGEENAN GENERATED  
IN THE PRODUCTION PROCESS WITH HOT ALKALINE METHOD**

Disusun dan diajukan oleh:

**NURUL AULIYA SYAHRUL**  
**N011 17 1508**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Farmasi  
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin  
pada tanggal \_\_\_\_\_ 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

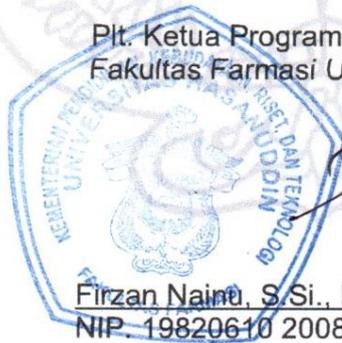


Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt.  
NIP. 19630801 199003 1 001



Aminullah, S.Si., M.Pharm.Sc., Apt.  
NIP. 19820210 200912 1 004

Plt. Ketua Program Studi S1 Farmasi,  
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin



Firzan Naim, S.Si., M.Biomed.Sc., Ph.D., Apt  
NIP. 19820610 200801 1 012

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurul Auliya Syahrul  
NIM : N011171508  
Program Studi : Farmasi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Analisis Mutu Kimia Karaginan yang Dihasilkan pada Proses Produksi dengan Metode Alkali Panas

Adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 14 Juli 2021



Yang menyatakan

Nurul Auliya Syahrul

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah. Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah swt karena berkat, rahmat, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi Program S1 Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mengalami kendala dan hambatan. Namun, berkat dukungan, saran, do'a, dan motivasi dari beberapa pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt. selaku pembimbing utama yang selalu meluangkan waktu, memberikan ilmu, masukan dan saran serta arahan kepada penulis selama pembuatan skripsi ini. Bapak Aminullah, S.Si., M.Pharm.Sc., Apt. selaku pembimbing pendamping yang selalu memberikan masukan dan saran, serta bimbingan dalam pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Gemini Alam, M.Si., Apt. dan Ibu Sandra Aulia Mardikasari, S.Si., M.Farm., Apt. selaku tim penguji yang selalu memberikan masukan dan saran yang mendukung dalam proses pembuatan skripsi penulis.
3. Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, beserta seluruh staf dan pegawai atas motivasi, ilmu serta fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh studi hingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

4. Bapak Firzan Nainu, S.Si., M.Biomed, Sc., Ph.D., Apt. selaku penasihat akademik yang selalu memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Farmasi.
5. Terkhusus kepada orangtua yang sangat penulis cintai, Ayahanda Syahrullah Amri dan Ibunda Nurlina Djuaeni. Terima kasih atas segalanya, juga telah berkorban meluangkan waktu dan menjadi *support system* terbesar untuk penulis. Penulis berterima kasih pula kepada mama Kartini, saudara-saudari penulis yaitu Muchlisani Syahrul dan Fadly Alamsyah atas dukungan dan do'a yang diberikan kepada penulis. Tak lupa penulis berterima kasih kepada keluarga besar penulis, sepupu penulis, yang telah membantu penulis dalam hal menyemangati serta memberi do'a dan dukungan dari awal penulis masuk kuliah hingga saat ini.
6. Sahabat-sahabat penulis dari awal perkuliahan, Hapsah, Novira Mustika, Shabrina Zahra Annisa Kamaruddin, Ratnasari, Prilia Afisrah, Megawati Akram, Zainah Aura Hatifa, Ira Fatmawati, Umi Levina. Tak lupa kepada Sity Rutwiyanti Botutihe, Muh. Syahir Hariawan Safar, Putri Utami Haris, Novi Febriani, serta "Intinya ini Team Sarjana Squad" atas bantuannya dalam menyelesaikan skripsi penulis. Terimakasih telah setia meluangkan waktunya menemani penulis, mendengarkan keluh kesah penulis, selalu ada dalam suka maupun duka dan selalu memberi semangat selama penulis menjalani perkuliahan hingga mencapai gelar sarjana.

7. Seluruh Laboran Laboratorium yang membatu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
8. Teman-teman Clostridium (Farmasi Universitas Hasanuddin angkatan 2017) yang telah berjuang melewati hari demi hari bersama penulis selama menjalani kehidupan di Farmasi.
9. Teman-teman JLT, Rainbow, ARMY, serta pihak agensi GMMTV, Nadao Bangkok, HYBE Corp. atas berkat karya yang dihasilkan dapat menjadi *moodbooster* dan menghiasi hari-hari penulis.
10. Teman-teman “PROTON SMAELI” yang menemani dari masa SMA penulis sampai sekarang.
11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak sempat dituliskan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari beberapa pihak sehingga penulis dapat memperbaiki pada penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin. Terima kasih.

Makassar, 14 Juli 2021



Nurul Auliya Syahrul

## ABSTRAK

**NURUL AULIYA SYAHRUL.** *Analisis Mutu Kimia Karaginan yang Dihasilkan pada Proses Produksi dengan Metode Alkali Panas* (dibimbing oleh Syaharuddin Kasim dan Aminullah).

Rumput laut termasuk salah satu keanekaragaman hayati laut yang melimpah dan banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Rumput laut *E. cottonii* atau *Kappaphycus alvarezii* sebagai penghasil karaginan berjenis *kappa*. Karaginan diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan alkali kalium hidroksida (KOH). KOH dapat mempercepat terbentuknya 3,6 anhidro galaktosa selama proses ekstraksi berlangsung, sehingga dapat meningkatkan hasil rendemen seiring dengan meningkatnya konsentrasi KOH. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan mutu karaginan dari alga merah *Kappaphycus alvarezii* yang dihasilkan dari metode ekstraksi alkali panas menggunakan KOH sesuai standar yang telah ditetapkan pada *Handbook of Pharmaceutical Excipient Sixth Edition*. Hasil uji viskositas dari karaginan hasil ekstraksi menggunakan KOH, yaitu 8,6 cP. Nilai kadar air yang diperoleh sebesar 9,67 %. Uji identifikasi karaginan secara kimia diperoleh hasil positif yang ditandai dengan terbentuknya endapan berserat pada saat larutan kental karaginan ditambahkan dengan indikator metilen biru. Hasil analisis FTIR menunjukkan karaginan jenis *kappa* ditandai dengan adanya serapan ester sulfat ( $1261,45\text{ cm}^{-1}$ ), ikatan glikosidik ( $1070,49\text{ cm}^{-1}$ ), 3,6-anhidro-d-galactose ( $927,76\text{ cm}^{-1}$ ), D-galactose-4-sulfate ( $846,75\text{ cm}^{-1}$ ). Nilai kadar logam berat arsen (As) yang diperoleh yaitu 0,34 mg/L atau 0,34 ppm. Nilai kadar logam berat kadmium (Cd), raksa (Hg) dan timbal (Pb) yang diperoleh secara berurut yaitu  $3,74 \times 10^{-4}\%$ ,  $5 \times 10^{-8}\%$  dan  $7,28 \times 10^{-4}\%$ . Nilai kadar abu total yang diperoleh yaitu 2,26 %. Nilai kadar abu tidak larut asam yang diperoleh, yaitu 1,96 %.

Kata Kunci : Karaginan, *Kappaphycus alvarezii*, kalium hidroksida.

## ABSTRACT

**NURUL AULIYA SYAHRUL.** *Chemical Quality Analysis of Carrageenan Generated in The Production Process with Hot Alkaline Method* (supervised by Syaharuddin Kasim and Aminullah).

Seaweed is one of the abundant marine biodiversity and is widely cultivated by the people of Indonesia. Seaweed *E. cottonii* or *Kappaphycus alvarezii* as a *kappa* type carrageenan producer. Carrageenan is obtained by extraction using alkaline potassium hydroxide (KOH). KOH can accelerate the formation of 3,6 anhydro galactose during extraction, so that it can increase the yield along with the stored time of KOH. The research was conducted to see and ensure the carrageenan assurance of the red algae *Kappaphycus alvarezii* produced from the hot alkaline extraction method using KOH according to the standards set in the Handbook of Pharmaceutical Excipient Sixth Edition. The result of the viscosity test of the extracted carrageenan using KOH was 8.6 cP. The water content value obtained was 9.67 %. The chemical identification test for carrageenan obtained positive results by the formation of fibrous precipitates when the viscous carrageenan solution was added with the methylene blue indicator. FTIR analysis results showed carrageenan types of *kappa*. In the presence of sulfate ester uptake ( $1261.45\text{ cm}^{-1}$ ), glycosidic bonds ( $1070.49\text{ cm}^{-1}$ ), 3,6-anhydro-d-galactose ( $927.76\text{ cm}^{-1}$ ), D-galactose-4-sulfate ( $846.75\text{ cm}^{-1}$ ). The value of the heavy metal arsenic (As) obtained was 0.34 mg/L or 0.34 ppm. The values of heavy metal levels of cadmium (Cd), mercury (Hg) and lead (Pb) were obtained respectively, namely  $3.74 \times 10^{-4}\%$ ,  $5 \times 10^{-8}\%$  and  $7.28 \times 10^{-4}\%$ . The total ash content value obtained is 2.26 %. The value of the acid insoluble ash content obtained was 1.96%.

Keywords: Carrageenan, *Kappaphycus alvarezii*, potassium hydroxide.

## DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	5
I.3 Tujuan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Alga Merah ( <i>Kappaphycus alvarezii</i> )	6
II.2 Karaginan	8
II.3. FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> )	22
II.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
III.2 Alat dan Bahan	25
III.3 Metode Penelitian	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
IV.1 Hasil Pembuatan dan Pengolahan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	32
IV.2 Hasil Uji Viskositas	32
IV.3 Hasil Uji Kadar Air	33
IV.4 Hasil Uji Identifikasi	34
IV.5 Spektrum FTIR Karaginan	35
IV.6 Hasil Uji Kadar Logam Berat	36
IV.7 Hasil Uji Kadar Abu	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
V.1 Kesimpulan	39
V.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	45

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi utama rumput laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> (% berat kering)	8
2. Spesifikasi mutu karaginan	21
3. Absorbansi karaginan dalam FTIR	23
4. Hasil viskositas karaginan 1,5 %	32
5. Hasil profil FTIR baku karaginan dan karaginan hasil ekstraksi KOH	36
6. Hasil uji logam berat karaginan	36
7. Hasil uji kadar abu karaginan	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alga merah <i>Kappaphycus alvarezii</i>	7
2. <i>Kappa</i> karaginan	10
3. <i>Iota</i> karaginan	11
4. <i>Lambda</i> karaginan	12
5. Spektroskopi FTIR	22
6. Spektrofotometri serapan atom	23
7. Spektrum FTIR karaginan hasil ekstraksi KOH	35
8. Spektrum FTIR baku karaginan	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema kerja penelitian	45
2. Gambar penelitian	50
3. Profil FTIR karaginan	52
4. Tabel hasil pemeriksaan	54
5. Perhitungan	55

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Rumput laut termasuk salah satu keanekaragaman hayati laut yang melimpah dan banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia (Sagita dkk., 2015). Menurut Kemenperin RI Tahun 2018, total produksi rumput laut di Indonesia mencapai 16,17 juta ton pada tahun 2018 (R. Kurniawan dkk., 2019).

Rumput laut *E. cottonii* atau *Kappaphycus alvarezii* merupakan salah satu komoditas utama budidaya perikanan dengan nilai ekonomis yang tinggi dan telah dibudidayakan secara komersial (Aris dan Muchdar, 2020), karena dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti makanan, kosmetik, obat-obatan, serta memiliki peranan penting dalam dunia perdagangan internasional sebagai penghasil karaginan berjenis *kappa* (Sagita dkk., 2015). Sejak permintaan karaginan untuk industri di berbagai negara meningkat, budidaya *K. alvarezii* sangat berkembang pesat (Adharini dkk., 2020). Kebutuhan dunia akan karaginan sekitar 15.000 – 20.000 ton/tahun dan akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk di dunia (Meiyasa dan Tarigan, 2019).

Karaginan merupakan senyawa polisakarida galaktosa yang diekstraksi dari rumput laut. Karaginan telah banyak diaplikasikan dalam industri pangan sekitar 80 % dan sisanya 20 % dalam industri farmasi dan

kosmetik (Meiyasa dan Tarigan, 2019). Karaginan berfungsi sebagai pengental, pengemulsi, pensuspensi, dan penstabil. Pada industri pangan, karaginan berfungsi dalam memperbaiki penampilan produk pangan, seperti kopi, bir, sosis, salad, es krim, susu kental, coklat, serta jeli.

Industri kosmetika menggunakan karaginan sebagai *gelling agent* (pembentuk gel) atau *binding agent* (pengikat). Industri kefarmasian memanfaatkan karaginan dalam pembuatan obat, sirup, tablet, pasta gigi, sampo, dan sebagainya. Sedangkan industri non pangan seperti tekstil, kertas, cat air, transportasi minyak mentah, penyegar udara, pelapisan keramik, kertas printer, atau mesin pencetak serta karpet (Ega dkk., 2016).

Ekstraksi karaginan dilakukan dengan menggunakan larutan alkali atau alkali panas. Meiyasa dan Tarigan (2018), menyebutkan bahwa proses ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang menghasilkan serbuk karaginan dilakukan dengan menggunakan larutan alkali atau air panas, misalnya penambahan senyawa basa kuat, seperti KOH, NaOH, atau  $\text{Ca(OH)}_2$  untuk memperoleh suasana alkalis. Distantina dan Dyartanti, (2007), menjelaskan bahwa terdapat dua fungsi larutan basa dalam hal mengekstraksi karaginan, yaitu mengekstraksi polisakarida yang terdapat pada rumput laut dan mempercepat penghilangan gugus 6-sulfat menjadi 3,6-anhidro galaktosa, sehingga menyebabkan kenaikan sifat kekuatan gel.

Larutan alkali yang digunakan dalam mengekstraksi rumput laut yaitu kalium hidroksida (KOH). Junaidi *dkk.* (2018) mengatakan bahwa KOH berpengaruh nyata terhadap rendemen proses produksi karaginan murni, nilai kekuatan gel, viskositas, serta derajat putih. KOH dapat meningkatkan rendemen karaginan karena memiliki kemampuan dalam mengekstrak polisakarida lebih sempurna. KOH juga dapat mempercepat terbentuknya 3,6 anhidro galaktosa selama proses ekstraksi berlangsung, sehingga dapat meningkatkan hasil rendemen seiring dengan meningkatnya konsentrasi KOH.

Penggunaan pelarut KOH akan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan pelarut NaOH. Hal ini dikarenakan dalam tahap ekstraksi, selain terjadi pelarutan karaginan, reaksi antara karaginan dan pelarut alkali juga berlangsung, dimana diperkirakan bahwa reaksi yang terjadi melibatkan peristiwa pertukaran ion, yaitu kation dalam pelarut menggantikan ion sulfat dalam karaginan. Kation kalium memiliki bobot molekul lebih besar dibandingkan kation natrium, sehingga rendemen yang dihasilkan dengan pelarut KOH lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut NaOH (Distantina *dkk.*, 2012).

Karaginan sensitif terhadap ion  $K^+$  yang mampu meningkatkan kekuatan ionik dalam rantai polimer karaginan, sehingga gaya antar molekul terlarut sempurna, dengan adanya keseimbangan antara ion-ion yang larut dengan ion-ion yang terikat di dalam struktur karaginan (Meiyasa dan Tarigan, 2019). Selain itu, pelarut KOH mampu membentuk

gel, tidak seperti penggunaan pelarut NaOH. Hal ini dikarenakan, serat karaginan yang dihasilkan oleh pelarut NaOH lebih halus dibandingkan pelarut KOH, sehingga untuk mengamati sifat dan kekuatan gel serat karaginan yang diekstraksi menggunakan NaOH tidak bisa dilakukan karena tidak mampu membentuk gel tinggi dibandingkan NaOH (Distantina dkk., 2012).

Analisis mutu kimia yang akan dilakukan yaitu identitas karaginan, viskositas, kadar air, kadar abu total, kadar abu tidak larut asam, serta logam berat. Pada uji identifikasi, dilakukan dengan cara kimia dan spektrofotometri. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan karaginan sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu. Pengujian kadar air untuk mengetahui seberapa besar kandungan air dalam karaginan. Pengujian kadar total abu dilakukan untuk mengetahui abu yang terdapat dalam karaginan, dimana kadar abu dapat meningkat karena adanya jumlah kation  $K^+$  yang bereaksi dengan karaginan. Uji abu tidak larut asam bertujuan untuk melihat konsentrasi kadar abu tidak larut asam jika menggunakan pelarut KOH. Uji logam berat menggunakan AAS untuk melihat kadar logam pada karaginan (Ega dkk., 2016).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Ega dkk., (2016) mengenai kajian mutu terhadap ekstraksi karaginan dengan menggunakan larutan alkali KOH. Harun dkk., (2013), juga telah melakukan penelitian mengenai karakteristik fisika kimia karaginan dari

rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, namun belum ada penelitian yang menganalisis mutu kimia karaginan lebih lengkap.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan mutu karaginan dari alga merah *Kappaphycus alvarezii* yang dihasilkan dari metode ekstraksi alkali panas menggunakan KOH sesuai standar yang telah ditetapkan pada *Handbook of Pharmaceutical Excipient Sixth Edition*.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana mutu kimia karaginan dari alga merah (*Kappaphycus alvarezii*) yang dihasilkan pada proses produksi dengan metode alkali panas?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui mutu kimia karaginan dari alga merah (*Kappaphycus alvarezii*) yang dihasilkan pada proses produksi dengan metode alkali panas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Alga Merah (*Kappaphycus alvarezii*)**

##### **II.1.1 Taksonomi dan Morfologi**

Menurut Doty, (1985), *Eucheuma cottonii* ialah salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) yang berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi *kappa*-karaginan. Secara taksonomi, disebut dengan nama *Kappaphycus alvarezii*. Sedangkan nama '*cottonii*' umumnya lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia perdagangan nasional maupun internasional (Peranginangin, 2013).

Adapun klasifikasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menurut Doty, (1985), yaitu :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Rhodophyta  
Kelas : Rhodophyceae  
Ordo : Gigartinales  
Famili : Solieracea  
Genus : Kappaphycus  
Spesies : *Kappaphycus alvarezii*



**Gambar 1. Alga merah *Kappaphycus alvarezii***  
Sumber : (Hosea dkk., 2019)

Secara morfologi, rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memiliki permukaan kulit luar yang agak kasar karena mempunyai gerigi dan bintik-bintik yang kasar dengan permukaan licin, berwarna coklat tua, hijau coklat, hijau kuning, atau merah ungu, serta dengan tinggi yang dapat mencapai 30 cm (Peranginangin, 2013).

*Kappaphycus alvarezii* tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang pertama dan cabang kedua tumbuh membentuk rumpun dan rimbun dengan ciri khusus mengarah ke datangnya cahaya matahari. Cabang-cabang tersebut berbagai bentuk, ada yang memanjang atau melengkung seperti rumpun terbentuk oleh berbagai sistem percabangan, ada yang tampak sederhana berupa filamen, serta ada pula berbentuk kompleks. Bentuk dari tiap percabangan ini ada yang runcing dan ada pula yang tumpul tanduk. Perkembangbiakan *Kappaphycus alvarezii* secara vegetatif dan generatif (Peranginangin, 2013).

## II.1.2 Kandungan

Alga merah *Kappaphycus alvarezii* memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder meliputi flavonoid, triterpenoid, fenol hidrokuinon, dan alkaloid. *Kappaphycus alvarezii* diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan. Senyawa polifenol berasal dari biosintesis alga merah dan memiliki mekanisme antioksidan yang disebabkan adanya gugus hidroksil berikatan dengan radikal bebas (Lantah dkk., 2017).

**Tabel 1. Komposisi utama rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (% berat kering)**

Komponen	Jumlah
Protein	5,12 %
Lemak	0,13 %
Abu	14,21 %
Karaginan	65,75 %
Kadar air	21,90 %
Karbohidrat	13,38 %
Serat kasar	1,39 %
Mineral	52,85 %
Ca	0,8 ppm
Fe	0,768 ppm
Pb	0,21 mg/100 g
Vitamin B1 (Thiamin)	2,26 mg/100 g
Vitamin B2 (Riboflavin)	43 mg/100 g
Serat pangan total	78,94 %
Iodium	282,93 %

Sumber : (Safar, 2021)

## II.2 Karaginan

### II.2.1 Uraian Umum

Karaginan merupakan senyawa polisakarida galaktosa. Polisakarida tersebut disusun oleh sejumlah unit galaktosa dengan ikatan

(1,4) 3,6 anhidro-D-galaktosa dan (1,3)-D-galaktosa-4-sulfat yang mengandung ester sulfat atau tanpa sulfat. Senyawa-senyawa polisakarida mudah terhidrolisis dalam larutan yang bersifat asam dan stabil dalam suasana basa. Karaginan juga merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium, dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidro-galaktosa kopolimer. Karaginan adalah suatu bentuk polisakarida linear dengan berat molekul di atas 100 kDa atau berkisar antara 100 - 800 ribu Da (Fathmawati dkk., 2014).

Senyawa hidrokoloid dari karaginan terdiri atas natrium, magnesium, kalsium sulfat dan ester kalium. Pada beberapa atom hidroksil terdapat gugus sulfat dan ikatan ester. Karaginan banyak dihasilkan oleh makro alga, yaitu kelas alga merah (*Rhodophyta*) dan alga cokelat (*Phaeophyta*). Karaginan dapat diperoleh dari ekstraksi menggunakan air atau pelarut alkali (Hidayah dkk., 2013).

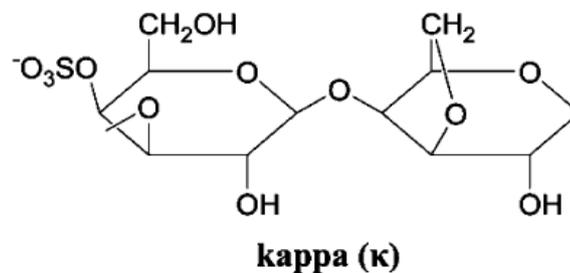
## **II.2.2 Jenis-Jenis Karaginan**

### **II.2.2.1 *Kappa* Karaginan**

Jenis rumput laut yang dapat menghasilkan karaginan jenis *kappa* yaitu *Kappaphycus avarezii*, *Gigartina skottsbergii*, *Chondrus crispus*, dan *Sarcothalia crispate*. Namun, rumput laut *Kappaphycus alvarezii* atau *Euchema cottonii* merupakan penghasil utama *kappa* karaginan. *Kappa* karaginan memiliki kandungan sulfat kurang dari 28 %. Dalam air dingin, *kappa* karaginan hanya garam natriumnya saja yang dapat larut. Dalam air panas, *kappa* karaginan dapat larut pada temperatur 70 °C ke atas.

Larut dalam susu panas, namun pada susu dingin *kappa* karaginan tidak larut. *Kappa* karaginan membentuk gel dengan ion kalium. *Kappa* karaginan stabil pada pH netral dan alkali, sedangkan pada pH asam akan terhidrolisis (Peranginangin, 2013).

*Kappa* karaginan terdiri dari unit D-galaktosa 4 sulfat dan 3,6 anhidrat D-galaktosa. Karaginan juga sering mengandung D-galaktosa 6 sulfat ester dan 3,6 anhidro D-galaktosa 2 sulfat ester. Adanya gugus 6 sulfat dapat menurunkan kekuatan gel dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan transeliminasi gugusan 6-sulfat, sehingga membentuk 3,6 anhidro D-galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan gaya gelasinya juga bertambah (Winarno, 1996).



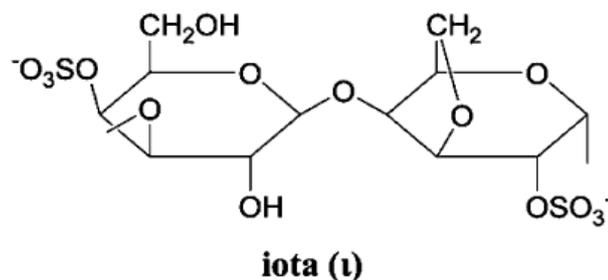
**Gambar 2. *Kappa* karaginan**  
Sumber : (Chauhan dan Saxena, 2016)

### II.2.2.2 *Iota* Karaginan

*Iota* karaginan dihasilkan oleh rumput laut jenis *Eucheuma denticulatum*. *Iota* karaginan memiliki kandungan sulfat lebih dari 30 %. Dalam air dingin, *iota* karaginan hanya garam natriumnya saja yang dapat larut. Dalam air panas, *iota* karaginan dapat larut pada temperatur 70 °C

ke atas. Larut dalam susu panas, namun pada susu dingin *iota* karaginan tidak larut. *Iota* karaginan membentuk gel dengan ion kalsium. *Iota* karaginan stabil pada pH netral dan alkali, sedangkan pada pH asam akan terhidrolisis (Peranginangin, 2013).

*Iota* karaginan ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap residu D-glukosa dan gugus 2-sulfat ester pada setiap gugus 3,6 anhidro D-galaktosa. Gugus 2-sulfat ester tidak dapat dihilangkan dalam proses pemberian alkali, seperti halnya *kappa* karaginan. *Iota* karaginan mengandung beberapa gugus 6-sulfat ester yang menyebabkan kurangnya keseragaman molekul, namun dapat dihilangkan dengan pemberian alkali (Winarno, 1996).



**Gambar 3. *Iota* karaginan**

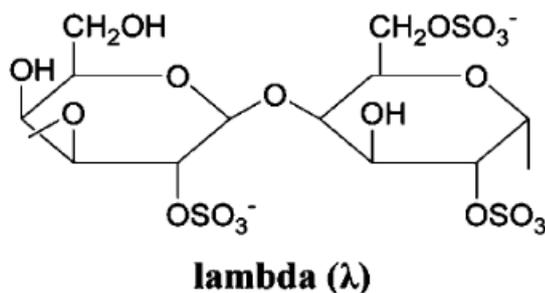
Sumber : (Chauhan dan Saxena, 2016)

### II.2.2.3 *Lambda* Karaginan

Jenis rumput laut yang dapat menghasilkan karaginan jenis *lambda* yaitu *Gigartina skottsbergii*, *Chondrus crispus*, dan *Sarcothalia crispate*. *Lambda* karaginan dapat larut pada air panas dan pada air dingin seluruh garam dari *lambda* karaginan dapat larut. Larut dalam susu panas, namun pada susu dingin *lambda* karaginan membentuk dispersi. *Lambda*

karaginan tidak membentuk gel. *Lambda* karaginan stabil pada pH netral dan alkali, sedangkan pada pH asam akan terhidrolisis (Peranginangin, 2013).

*Lambda* karaginan berbeda dengan *kappa* dan *iota* karaginan, karena memiliki residu disulfat (1,4) D-galaktosa, tetapi tidak memiliki gugus 4-fosfat ester. *Lambda* karaginan merupakan hasil konversi dari *theta*-karaginan dengan perlakuan alkali, sehingga dapat menyebabkan terjadinya eliminasi (Winarno, 1996).



**Gambar 4. *Lambda* karaginan**  
Sumber : (Chauhan dan Saxena, 2016)

## II.2.3 Aplikasi Karaginan

### II.2.3.1 Bidang Industri Farmasi dan Kosmetik

Karaginan telah dimanfaatkan dalam berbagai bentuk sediaan nonparenteral yaitu, suspensi, emulsi, kapsul, supositoria, tablet, obat tetes mata, gel, krim, serta lotion. Karaginan dapat menghambat infeksi oleh hepes simples, sitomegalovirus manusia, virus sindbis, human papilloma virus, HIV, dan virus stomatitis vesicular yang telah diteliti (Rowe dkk., 2009).

Karaginan digunakan sebagai bahan matriks tunggal untuk

mengendalikan pelepasan obat, karena terkadang profil pelepasan yang diinginkan seperti pelepasan orde nol dan pelepasan obat bebas-pH, tidak dapat diperoleh. Namun, dengan campuran polimer pelepasan obat dapat dimodulasi. Karaginan bila dikombinasikan dengan polimer pengembang yang berbeda juga dapat digunakan untuk membuat tablet dengan matriks tiga lapis. Dibandingkan dengan HPMC, pektin, guar gum, xanthan gum, kitosan, dan etil selulosa, karaginan dianggap sebagai polimer terbaik untuk penghantaran obat dalam tablet dengan matriks tiga lapis karena kemiripannya yang lebih tinggi dengan profil pelepasan yang ditargetkan, dan formulasi berbasis karaginan juga menunjukkan mekanisme rilis *super case II* (Prihastuti dan Abdassah, 2019).

Pemanfaatan karaginan dalam industri kosmetik biasanya untuk produk sabun krim, sabun cair, sampo, losion, pasta gigi, pewarna bibir, kondisioner, serta produk-produk perawatan kulit lainnya seperti *hand body*, pencuci mulut, dan *hair lotion* (Peranginangin, 2013).

### **II.2.3.2 Bidang Industri Pangan**

Pada bidang industri pangan karaginan dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kekentalan suatu produk pangan karena dapat berinteraksi dengan makromolekul sehingga membentuk gel, dimanfaatkan dalam pembuatan saus, jelly, bir, bakso, dan makanan kaleng seperti ikan dan daging. Karaginan juga telah dimanfaatkan sebagai bahan pengental pada pembuatan saus tomat dengan konsentrasi yang terbaik sebesar 0,25 % (Peranginangin, 2013).

### II.2.3.3 Bidang Industri Nonpangan

Penggunaan karaginan pada industri nonpangan di antaranya dalam industri keramik, cat, tekstil, serta makanan ternak. Industri tekstil menggunakan karaginan untuk merekatkan benang saat ditenun. Karaginan berperan juga dalam pencampuran warna pada saat mewarnai benang agar warna benang rata, tidak pecah, dan lembut. Selain itu, karaginan memiliki kemampuan sebagai *gelling point* pada temperatur serta tekanan yang tinggi sehingga dimanfaatkan sebagai campuran pelapis keramik pada pembuatan busi otomotif, karena karaginan mampu mendukung *honey comb* keramik (Peranginangin, 2013).

Fungsi karaginan dalam pembuaan makanan ternak (*pet food*) untuk menstabilkan dan mempertahankan komposisi dari makanan ternak. Khusus dalam pembuatan pelet, karaginan digunakan untuk melapisi pelet sehingga udara yang ada di dalam pelet akan tertahan dan pelet tidak mudah untuk tenggelam. Di samping itu, dimanfaatkan untuk mengikat air dari pelet selama penyimpanan dan pengangkutan (Peranginangin, 2013).

### II.2.4. Ekstraksi Karaginan

Ekstraksi rumput laut menghasilkan dua jenis karaginan yaitu *Semi Refine Carrageenan* (SRC) dan *Refine Carrageenan* (RC). Karaginan semi murni memiliki tingkat kemurnian rendah, karena masih mengandung sejumlah kecil selulosa yang ikut mengendap bersama karaginan, sedangkan karaginan murni merupakan karaginan yang sudah

bebas dari selulosa melalui proses pengendapan (Panggabean dkk., 2018).

Ekstraksi karaginan dilakukan dengan menggunakan air panas atau larutan alkali panas. Suasana alkalis dapat diperoleh dengan menambahkan larutan basa misalnya larutan NaOH,  $\text{Ca(OH)}_2$ , atau KOH sehingga pH larutan mencapai 8 - 10. Metode ekstraksi karaginan *semi refined* atau biasa disebut dengan ATC (*Alkali Treated Carrageenophyte*). Proses produksi ATC dilakukan melalui proses pemanasan dalam larutan alkali pada suhu antara 65 °C – 80 °C, sedangkan suhu yang digunakan pada metode ekstraksi *Refined Carrageenan* sebesar 85 °C – 95 °C (Basir, 2014).

Ekstraksi karaginan dilakukan dengan menggunakan pelarut kalium hidroksida. Penggunaan larutan kalium hidroksida dapat menghasilkan rendemen yang tinggi karena kation  $\text{K}^+$  dari kalium hidroksida akan bersenyawa dengan rangkaian polimer karaginan dan membentuk *kappa* karaginan sehingga akan memberikan tambahan berat pada rendemen karaginan yang dihasilkan. Selain itu, larutan kalium hidroksida dapat memecahkan dinding sel rumput laut sehingga membantu dalam proses ekstraksi karaginan serta berfungsi sebagai katalisis yang dapat menghilangkan gugus-6-sulfat dari unit monomernya dengan membentuk 3,6-anhidro-galaktosa. Menurut Hidayah dkk., (2013), adanya gugus fungsi 3,6-anhidro-galaktosa menyebabkan sifat anhidrofilik

dan meningkatkan pembentukan struktur heliks rangkap sehingga terbentuk gel yang tinggi.

### **II.2.5 Presipitasi Karaginan**

Presipitasi merupakan tahap pemisahan karaginan dengan pelarut. Presipitasi atau disebut pula dengan pengendapan merupakan salah satu tahapan dari ekstraksi karaginan, di mana proses pengendapan karaginan hasil ekstraksi yang telah mengalami filtrasi dapat dilakukan menggunakan alkohol. Alkohol yang dapat digunakan yaitu etanol, methanol, dan isopropil alkohol. Penambahan alkohol ke dalam larutan terhidrolisa atau larutan karaginan, digunakan untuk mengendapkan fraksi berat polimer tinggi. Presipitasi ini dapat digunakan untuk memprediksi secara kasar adanya konten *kappa* dalam karaginan (Distantina dkk., 2009).

Penggunaan isopropil alkohol dalam proses presipitasi karaginan memiliki kualitas yang lebih unggul, karena hasil yang didapatkan lebih murni, pekat, dan kental, namun lebih mahal dibandingkan etanol dan metanol. Metanol merupakan pelarut polar yang efektif digunakan dalam presipitasi karaginan, namun metanol merupakan senyawa toksik bila terhisap atau terserap dalam permukaan kulit, sehingga penggunaan metanol tidak cocok dalam pengolahan bahan pangan (Safar, 2021).

## **II.2.6 Karakteristik Karaginan**

### **II.2.6.1 Viskositas**

Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan karaginan sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu. Wenno dkk., (2012), menjelaskan bahwa, viskositas pada karaginan disebabkan oleh adanya daya tolak menolak antara grup sulfat yang bermuatan negatif disepanjang rantai polimernya, sehingga menyebabkan rantai polimer kaku dan tertarik kencang, sehingga molekul-molekul air terikat pada molekul karaginan yang mengakibatkan meningkatnya viskositas. Pada konsentrasi karaginan sebesar 1,5 % dan suhu 75 °C, nilai viskositas karaginan berkisar 5 - 800 cP (National Research Council, 1981).

### **II.2.6.2 Kadar Air**

Kadar air sangat berpengaruh terhadap daya penyimpanan suatu bahan atau produk. Kadar air mempengaruhi aktivitas mikroba selama penyimpanan karaginan. Kadar air juga dipengaruhi oleh kondisi pengeringan, pengemasan, dan cara penyimpanan. Analisis kadar air digunakan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air dalam karaginan (Safar, 2021). Berdasarkan *Excipient 6*, Standar kadar air pada karaginan yaitu tidak lebih dari 12,5 % (Rowe dkk., 2009).

### **II.2.6.3 Identifikasi Karaginan**

Metilen biru merupakan zat warna dasar yang sangat penting dan relatif murah dibandingkan dengan pewarna lainnya. Zat warna ini

paling sering dipakai dalam industri testil, sutra, wool, dan kosmetik. Indikator metilen biru dapat menyebabkan mual, muntah, nyeri pada perut dan dada, sakit kepala, keringat berlebihan, dan hipertensi pada dosis tinggi. Selain itu, metilen biru juga dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis jika terhirup serta iritasi pada kulit jika tersentuh oleh kulit (Huda dan Yulitaningtyas, 2018).

Pengujian kualitatif identifikasi karaginan secara kimia dilakukan untuk mengetahui adanya karaginan yang terkandung dalam larutan tersebut, di mana dilakukan dengan penambahan satu tetes indikator metilen biru ke dalam larutan karaginan hingga terbentuk endapan berserat.

#### **II.2.6.4 Kadar Logam Berat**

Logam berat merupakan salah satu zat pencemar yang sangat mempengaruhi kualitas air untuk kehidupan organisme perairan. Keberadaan logam berat di perairan laut berasal dari berbagai sumber, antara lain adalah kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri. Logam berat akan terakumulasi dalam sedimen dan biota yang akan menimbulkan bahaya karena sifat logam berat yang beracun (Purnama dkk., 2018). Logam berat seperti timbal, kadmium dan arsen anorganik biasanya ditemukan dalam rumput laut dan pangan lain yang berasal dari laut. Tumbuhan air seperti alga ataupun *Bryophyta* memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat dari air

sehingga membuat kadarnya di dalam tumbuhan menjadi lebih tinggi daripada yang ada di lingkungannya (Sudir dkk., 2017).

Sudir dkk., (2017), mengemukakan bahwa beberapa kerusakan yang disebabkan oleh toksisitas timbal (Pb) terhadap kesehatan telah diidentifikasi, meliputi gangguan pada sistem sintesis sel darah (hematopoetik), sehingga biosintesis hema terganggu, gangguan pada sistem saraf, gangguan reproduksi, serta penghambatan pertumbuhan. Toksisitas kadmium (Cd) dapat disebabkan karena kadmium mampu berikatan dengan gugus S (Sulfur) dan COOH dari molekul protein (asam amino dan amida). Kadmium memiliki kemampuan untuk menggantikan keberadaan logam-logam lain yang terdapat dalam metalloprotein seperti Cu dan Zn. Dalam suasana asam lemah, kadmium lebih mudah terabsorpsi ke dalam tubuh dan bersifat karsinogen, serta racun kumulatif yang dapat merusak organ seperti ginjal, hati, paru-paru, sistem kardiovaskular, sistem imun, dan sistem reproduksi. Keracunan arsen (As) dapat terjadi melalui inhalasi maupun melalui digesti makanan dan minuman yang mengandung As. Paparan As baik akut maupun kronis dapat menyebabkan kerusakan pada sistem kardiovaskular, kecacatan dan gangguan pertumbuhan, kerusakan saraf, memicu terjadinya diabetes, gangguan pendengaran, kerusakan hematologi, dan bahkan memicu timbulnya berbagai jenis kanker.

Toksisitas merkuri (Hg) pada manusia dipengaruhi langsung oleh polutan (terutama pestisida). Sifat toksik yang akut dan kronis dapat

menimbulkan efek genetik maupun teratogenik terhadap biota yang bersangkutan. Merkuri dapat merusak sistem pusat *nerves*, sistem endokrin, ginjal dan organ bagian badan yang lain, dan akan mempengaruhi mulut, gusi, dan gigi. Uap air dari raksa/merkuri di udara apabila terhirup oleh manusia akan mengakibatkan kerusakan otak, senyawanya dapat meracuni janin dan bayi, serta menimbulkan kematian. Wanita-wanita yang telah mengomsumsi merkuri di dalam kondisi hamil terkadang melahirkan anak-anak dengan cacat kelahiran yang serius (Mubarak, 2018).

Analisis logam berat pada karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* sangat penting untuk dilakukan, karena berfungsi untuk menentukan karaginan tersebut aman digunakan atau dikonsumsi untuk produk farmasi (obat-obatan) dan produk pangan (Hidayah dkk., 2013).

#### **II.2.6.5 Kadar Abu**

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran bahan organik dan berhubungan erat dengan jumlah kandungan mineral suatu bahan. Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi karena kemampuannya dalam menyerap mineral yang berasal dari lingkungannya. Perairan dengan salinitas yang tinggi menyebabkan rumput laut banyak mengandung garam-garam mineral (Wenno dkk., 2012).

Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui secara umum kandungan mineral yang terdapat dalam karaginan. Nilai kadar abu suatu

bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Apriyantono dkk., 1989).

Abu tidak larut asam adalah garam-garam klorida yang tidak larut asam yang sebagian adalah garam-garam logam berat dan silika. Kadar abu tidak larut asam merupakan salah satu kriteria dalam menentukan tingkat kebersihan dalam proses pengolahan (Wenno dkk., 2012).

## II.2.7 Standar Mutu Karaginan

Secara internasional, *Food Agriculture Organization* (FAO), *Food Chemical Codex* (FCC), dan *European Economic Community* (EEC) telah mengeluarkan standar mutu karaginan, di mana spesifikasi mutu karaginan sebagai persyaratan minimum yang diperlukan bagi suatu industri pengolahan, baik dilihat dari segi teknologi maupun ekonomis yang meliputi kualitas dan kuantitas hasil ekstraksi rumput laut. Adapun spesifikasi mutu karaginan yaitu :

**Tabel 2. Spesifikasi mutu karaginan**

Spesifikasi	FAO*	FCC*	EEC*	Excipient 6**
Sulfat (%)	15 – 40	18 - 40	15 - 40	-
Viskositas (cPs)	Min 5	Min 5	Min 5	Min 5
Kadar abu (%)	15 – 40	Maks 35	15 - 40	Maks 35
Kadar abu tidak larut asam	-	Maks 1	Maks 2	Maks 2
Logam berat				
Pb (ppm)	Maks 10	Maks 10	Maks 10	Maks 0,0004 %
As (ppm)	Maks 3	Maks 3	Maks 3	Maks 3
Cu + Zn (ppm)	-	-	Maks 50	Maks 0,0004 %
Zn (ppm)	-	-	Maks 25	Maks 0,0004 %
Kadar air (%)	-	Maks 12	-	Maks 12,5

Sumber: \*(Peranginangin,2013), \*\*(Rowe dkk., 2009)

### II.3. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)



**Gambar 6. Spektroskopi FTIR**  
Sumber : (Pambudi dkk., 2017)

Cahaya tampak terdiri dari beberapa rentang frekuensi elektromagnetik yang berbeda di mana setiap frekuensi bisa dilihat sebagai warna yang berbeda. Radiasi inframerah juga mengandung beberapa range frekuensi tetapi tidak dapat dilihat oleh mata. Pengukuran pada spektrum inframerah dilakukan pada daerah cahaya inframerah tengah (*mid-infrared*) yaitu pada panjang gelombang 2.5 - 50  $\mu\text{m}$  atau bilangan gelombang 4000 - 200  $\text{cm}^{-1}$ . Energi yang dihasilkan oleh radiasi ini, akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Pita absorpsi inframerah sangat khas dan spesifik untuk setiap tipe ikatan kimia atau gugus fungsi. Metode ini sangat berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik dan organometalik (Dachriyanus, 2004).

Karaginan yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometri FTIR. Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi molekul yang terdapat dalam isolat karaginan, di mana kesamaan gugus-gugus fungsi yang terdapat antara

standar dan sampel menyatakan sampel yang dianalisa identik dengan standar (Hidayah dkk., 2013).

**Tabel 3. Absorbansi karaginan dalam FTIR**

Panjang gelombang	Molekul	Absorbansi relatif terhadap 1050 cm <sup>-1</sup>		
		<i>Kappa</i>	<i>Iota</i>	<i>Lambda</i>
1220 - 1280	Ester Sulfat	0,3 - 1,4	1,2 - 1,7	1,4 - 2,0
1010 - 1080	<i>Glycosidic linkage</i>	0,2 - 0,7	0,2 - 0,4	0 - 0,2
920 - 933	<i>3,6-anhydro galactose</i>	0,2 - 0,7	0,2 - 0,4	0 - 0,2
840 - 850	<i>Galactose-4-sulfate</i>	0,2 - 0,5	0,2 - 0,4	-
825 - 830	<i>Galactose-2-sulfate</i>	-	-	0,2 - 0,4
810 - 820	<i>Galactose-6-sulfate</i>	-	-	0,1 - 0,3
800 - 805	<i>3,6-anhydro galactose-2-sulfate</i>	0 - 0,2	0,2 - 0,4	-

Sumber : (Safar, 2021)

#### II.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)



**Gambar 7. Spektrofotometri serapan atom**  
Sumber : (Sari, 2010)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada suatu proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berbeda pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan ini menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Metode SSA ini berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang

tertentu, tergantung dari sifat unsurnya. Keberhasilan analisis menggunakan metode SSA bergantung pada proses eksitasi dan cara memperoleh garis resonansi yang tepat (Gandjar dan Rohman, 2017).

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi (Darmono, 1995).

Spektrofotometri Serapan Atom digunakan untuk menganalisis secara kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah yang sekelumit (*trace*) dan sangat kelumit (*ultratrace*). Analisis menggunakan SSA memberikan kadar total unsur logam yang terdapat di dalam sampel dan tidak bergantung pada bentuk molekul dari logam yang terdapat di dalam sampel. Metode ini memiliki kepekaan yang tinggi sehingga cocok digunakan untuk menganalisis kadar logam dalam jumlah yang kecil atau sedikit (Gandjar dan Rohman, 2017).