

SKRIPSI

**ANALISIS MUTU KARAGINAN YANG DIHASILKAN
DARI ALGA MERAH *Kappaphycus alvarezii*
DENGAN METODE *MICROWAVE-ASSESTED*
*EXTRACTION***

**ANALYSIS QUALITY OF CARRAGEENAN
PRODUCED FROM RED ALGAE *Kappaphycus*
alvarezii WITH *MICROWAVE-ASSESTED*
*EXTRACTION METHOD***

Disusun dan diajukan oleh

CHIKA PUSPITA TAPPE

N011 17 1345



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

**ANALISIS MUTU KARAGINAN YANG DIHASILKAN DARI
ALGA MERAH *Kappaphycus alvarezii* DENGAN METODE
*MICROWAVE-ASSESTED EXTRACTION***

**ANALYSIS QUALITY OF CARRAGEENAN PRODUCED
FROM RED ALGAE *Kappaphycus alvarezii* WITH
*MICROWAVE-ASSESTED EXCTRATION METHOD***

SKRIPSI

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

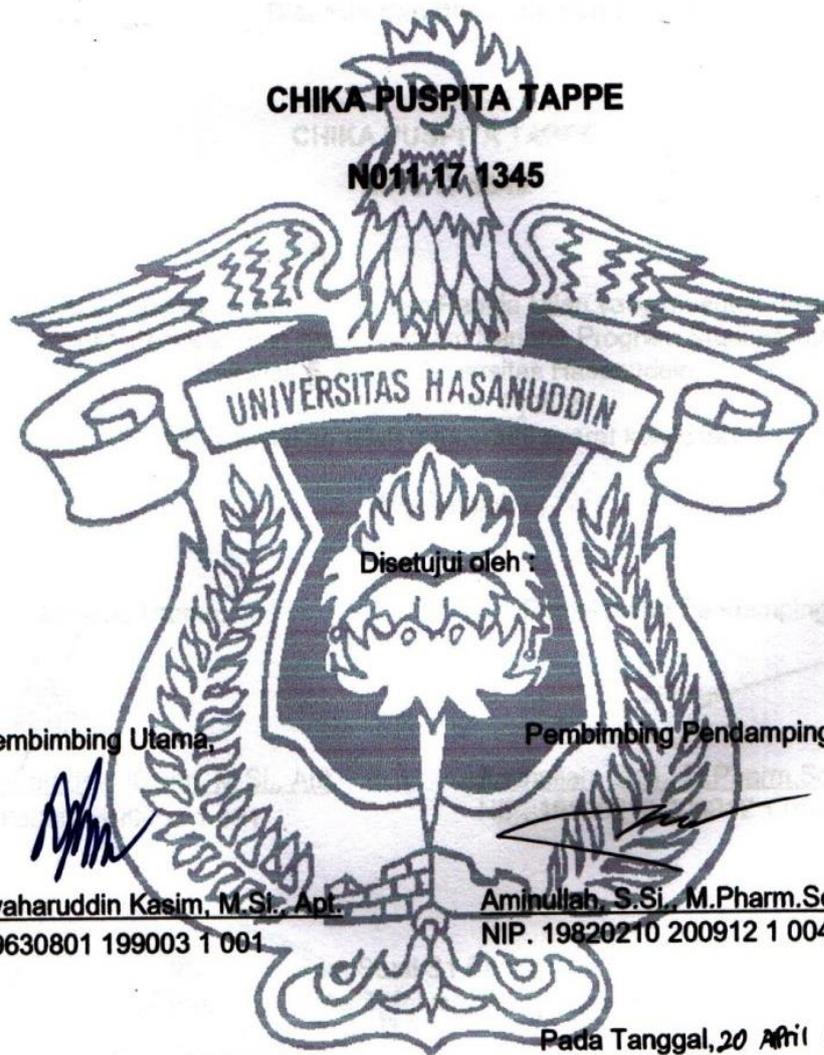
**CHIKA PUSPITA TAPPE
N011 17 1345**

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

**ANALISIS MUTU KARAGINAN YANG DIHASILKAN DARI
ALGA MERAH *Kappaphycus alvarezii* DENGAN METODE
MICROWAVE-ASSESTED EXTRACTION**

CHIKA PUSPITA TAPPE

N011.17.1345



Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt.

Aminullah, S.Si., M.Pharm.Sc., Apt.

NIP. 19630801 199003 1 001

NIP. 19820210 200912 1 004

Pada Tanggal, 20 April 2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS MUTU KARAGINAN YANG DIHASILKAN DARI ALGA
MERAH *Kappaphycus alvarezii* DENGAN METODE MICROWAVE-
ASSESTED EXTRACTION**

Disusun dan diajukan oleh :

CHIKA PUSPITA TAPPE

N011 17 1345

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam
rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Farmasi
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin
pada tanggal 20 04 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

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

Pembimbing Pendamping,

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

Ketua Program Studi S1 Farmasi,
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Chika Puspita Tappe
NIM : N011171345
Program Studi : Farmasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa dalam skripsi ini adalah karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka skripsi dan gelar yang diperoleh, batal demi hukum.

Makassar, 20 April 2021

Yang Menyatakan



Chika Puspita Tappe

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas perkenaanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Mutu Karaginan yang Dihasilkan Dari Alga Merah *Kappaphycus alvarezii* Dengan Metode *Microwave-Assisted Extraction* ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program S1 pada program studi S1 Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

Penulis juga mengucapkan syukur atas kehadiran setiap orang yang Tuhan izinkan hadir untuk membantu dan mendampingi mulai dari awal masuknya kuliah hingga sampai ke tahap akhir. Penulis juga mengucapkan dengan tulus rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dosen Pembimbing penulis, Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt. sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Aminullah, S.Si., M.Pharm.Sc., Apt. sebagai Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, perhatian, arahan, saran-saran, motivasi dan ilmunya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dekan, Wakil Dekan I, Wakil Dekan II dan Wakil Dekan III Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
3. Tim Penguji, Prof. Subehan. M.Pharm.Sc., Ph.D., Apt. dan Bapak Achmad Himawan, S.Si., M.Si., Apt. yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.

4. Penasehat Akademik penulis, Bapak Achmad Himawan, S.Si., M.Si., Apt. yang senantiasa memberikan bimbingan dan nasihat dari awal perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
5. Kedua orang tua terkasih dan saudara yang Tuhan hadirkan dalam hidup penulis, Ayahanda Joni Ba'ka dan Ibunda Asrawati Allobua serta saudara (Adik Rolan Ba'ka dan Jonas Ba'ka) yang senantiasa mendukung, mendoakan dan, menyemangati penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
6. Seluruh Laboran Laboratorium yang membantu penulis dalam proses penelitian.
7. Kepada orang yang selalu mendukung penulis, Saul Junver Yara Petanni, terima kasih atas doa, semangat, dan sebagai tempat berkeluh kesah penulis.
8. Teman seperjuangan, teman sekaligus saudara yang selalu menjadi tempat untuk bercanda, menangis, susah, senang El-shaddai, Holy-holy, CLOSTRIDIUM (Angkatan 2017), teman-teman PMKO FILADELFIA MIPA_Farmasi UNHAS, KTB Joanna Chloe, KTB Azaria Zoe dan KTB Allerissa yang telah mendoakan, menyemangati, dan mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
9. Serta rekan-rekan penelitian, Karaginan squad yang saling memberi support satu sama lain untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga perlu saran dan kritik dari semua pihak. Kiranya skripsi ini dapat memberi manfaat untuk kita semua.

Makassar, 22 Februari 2021



Chika Puspita Tappe

ABSTRAK

CHIKA PUSPITA TAPPE. Analisis Mutu Karaginan yang Dihasilkan Dari Alga Merah *Kappaphycus alvarezii* Dengan Metode *Microwave-Assisted Extraction* (dibimbing oleh Syaharuddin Kasim dan Aminullah).

Indonesia memiliki potensi rumput laut yang tinggi untuk dikembangkan karena produksi budidaya rumput laut relatif mudah dan murah dengan resiko gagal panen yang rendah dan produktivitas tinggi. Rumput laut jenis *Euchema cottonii* atau *Kappaphycus alvarezii* yang merupakan penghasil karaginan jenis kappa. Karaginan memiliki peran penting sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. Dari sifat tersebut karaginan banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya. Ekstraksi yang dilakukan menggunakan larutan KOH dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menentukan parameter mutu karaginan yang dihasilkan dari alga merah *Kappaphycus alvarezii* dengan metode *Microwave-Assisted Extraction*. Hasil analisis karaginan yang menghasilkan % rendemen masing-masing yaitu, MAE₂₃₄ sebanyak 1,85%, MAE₅₆₇ sebanyak 1,52%, dan MAE₈₉₁₀ sebanyak 1,50. Hasil analisis kadar air diperoleh masing-masing, 1,95; 1,31; 1,05. Hasil pH diperoleh masing-masing sebanyak, 10,86; 10,78; 10,77. Viskositas karaginan diperoleh sebanyak, 7 cP, 9 cP, dan 10 Cp. Hasil analisis FTIR menunjukkan karaginan jenis kappa yang ditandai dengan adanya serapan ester sulfat antara 1220-1280 cm⁻¹, ikatan glikosidik pada bilangan gelombang antara 1010-1080 cm⁻¹, adanya *3,6-anhydro-d-galactose* pada bilangan gelombang antara 920-933 cm⁻¹, adanya *D-galactose-4-sulfate* pada bilangan gelombang antara 840-850 cm⁻¹ dan adanya *3,6-anhydrogalaktosa-2-sulfate* pada bilangan gelombang antara 800-802 cm⁻¹.

Kata kunci : Karaginan, MAE, Kalium Hidroksida, Rumput Laut.

ABSTRACT

CHIKA PUSPITA TAPPE. Analysis of Carrageenan Quality Produced From Red Algae *Kappaphycus alvarezii* Using the *Microwave-Assisted Extraction* Method (supervised by Syaharuddin Kasim and Aminullah).

Indonesia has a high potential for seaweed to be developed because the production of seaweed cultivation is relatively easy and cheap with low risk of crop failure and high productivity. *Euchema cottonii* or *Kappaphycus alvarezii* seaweed, which is a kappa type carrageenan producer. Carrageenan has an important role as a stabilizer (stabilizer), thickener (thickener), gelling agent, emulsifier and others. From these properties carrageenan is widely used in the food industry, medicine, cosmetics, textiles, paint, toothpaste and other industries. Extraction was carried out using KOH solution with the *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) method. This research was conducted with the aim of determining the quality parameters of carrageenan produced from red algae *Kappaphycus alvarezii* using the *Microwave-Assisted Extraction* method. The results of the carrageenan analysis that produced the respective% yields were MAE234 as much as 1.85%, MAE567 as much as 1.52%, and MAE8910 as much as 1.50. The results of the water content analysis were, respectively, 1.95; 1.31; 1.05. The pH results obtained were, respectively, 10.86; 10.78; 10.77. The viscosity of carrageenan was 7 cPs, 9 cPs, and 10 cPs. FTIR analysis results showed carrageenan type kappa which is characterized by the presence of sulfate ester uptake between 1220-1280 cm^{-1} , glycosidic bonds at a wave number between 1010-1080 cm^{-1} , the presence of 3,6-anhydro-d-galactose at a wave number between 920 -933 cm^{-1} , the presence of D-galactose-4-sulfate at a wave number between 840-850 cm^{-1} and the presence of 3,6-anhydrogalactose-2-sulfate at a wave number between 800-802 cm^{-1} .

Keywords: Carrageenan, MAE, Potassium Hydroxide, Seaweed.

DAFTAR ISI

	halaman
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Alga Merah <i>Kappaphycus alvarezii</i>	5
II.2 Karaginan	8
II.3 <i>Microwave-Assisted Extraction (MAE)</i>	13
II.4 Spektrofotometer Infra Merah (<i>Fourier Transformed Infra Red</i>)	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
III.1 Alat dan Bahan	27
III.2 Cara Kerja	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30

BAB V PENUTUP	35
V.1 Kesimpulan	35
V.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Standar Mutu Karaginan	13
2. Hasil Rendemen Karaginan	29
3. Hasil Kadar Air Karaginan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	31
4. Hasil pH Karaginan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	32
5. Hasil Viskositas Karaginan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	33
6. Hasil profil FTIR Karaginan	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Alga Merah <i>Kappaphycus alvarezii</i>	5
2. Rumus struktur Kappa karaginan	9
3. Rumus struktur Iota karaginan	10
4. Rumus struktur Lamda karaginan	11
5. Representasi mode pemanasan dan gradien suhu	15
6. Tampilan skematis	19
7. Penimbangan KOH	42
8. Pembuatan larutan KOH 3%	42
9. Penimbangan karaginan	42
10. Ekstraksi karaginan dengan MAE	42
11. Pencampuran hasil ekstraksi dengan alkohol 98%	43
12. Didiamkan selama 30 menit	43
13. Penyaringan karaginan	43
14. Hasil ekstrak kental	43
15. Penimbangan ekstrak kental	44
16. Hasil ekstrak kering	44
17. Ekstrak digerus hingga halus	44
18. Ekstrak kering MAE ₂₃₄	44
19. Hasil ekstrak MAE ₅₆₇	45
20. Hasil ekstrak MAE ₈₉₁₀	45

21. Hasil kadar air MAE ₂₃₄	45
22. Hasil kadar air MAE ₅₆₇	45
23. Hasil kadar air MAE ₈₉₁₀	46
24. Hasil pH MAE ₂₃₄	46
25. Hasil pH MAE ₅₆₇	46
26. Hasil pH MAE ₈₉₁₀	46
27. Pengukuran viskositas	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Kerja Penelitian	41
2. Gambar Penelitian	42
3. Profil FTIR Karaginan	48

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi rumput laut yang tinggi untuk dikembangkan karena produksi budidaya rumput laut relatif mudah dan murah dengan resiko gagal panen yang rendah, produktivitas tinggi, dan dapat dilakukan panen setiap 40-60 hari sekali. Berdasarkan data dari FAO (2015), Indonesia menjadi penghasil produksi 8,3 juta ton untuk diekspor ke Negara lain. Hal ini disebabkan produksi karaginan mengalami peningkatan pesat karena kebutuhan semakin meningkat. Sulawesi selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi rumput laut yang sangat besar salah satunya Kabupaten Takalar dengan produksi mencapai 500 ton. Produksi rumput laut di provinsi Sulawesi selatan pada tahun 2013 mencapai 2,4 juta ton dengan produksi terbesar di Indonesia (Rahadiati, et al., 2018).

Alga merah jenis *Euchema*, *Chondrus*, *Gigartena*, *Kappaphycus*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Solenia*, *Agardhiella*, dan *Sarconema* merupakan penghasil karaginan. Alga merah menghasilkan karaginan dengan tipe, kappa, iota dan lambda (Ramalingam, et al., 2003).

Karaginan memiliki peran penting sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. Dari sifat tersebut karaginan banyak dimanfaatkan dalam industri makanan,

obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya (Ega, 2016). Karaginan juga memiliki manfaat yang memberikan aktivitas terapeutik sebagai antikoagulan, antitumor, antitrombosid, antivirus, antioksidan, imunomodulan dan menurunkan kadar kolesterol (Abdul, et al., 2017; Yuan, et al., 2006; Wang, et al., 2011; Panlasigui, et al., 2003; Rocha, et al. 2007; Shanmugam, et al.. 2000).

MAE (*Microwave Assisted Extraction*) merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan yang terlarut di dalam sampel menggunakan pelarut air dengan bantuan gelombang mikro (Bintari, et al., 2018). MAE memiliki keunggulan yaitu, hemat biaya, waktu yang relatif singkat, pelarut yang digunakan sedikit serta tingkat ekstraksi yang tinggi, sehingga dapat menghasilkan karaginan dalam jumlah yang banyak (Abdul, et al., 2017).

Sedangkan produksi karaginan pada industri membutuhkan jumlah pelarut yang banyak, energi dan biaya yang tinggi, dan bahan baku yang digunakan juga banyak. Produksi ini masih menggunakan metode konvensional, sehingga jarang digunakan untuk memproduksi karaginan dalam jumlah yang banyak (Abdul, et al., 2017).

Telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Vazques-Delfin, et al (2012) yang mengekstraksi karaginan dari *Hypnea muciformis* menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* dengan pelarut KOH 3% dan diperoleh hasil rendemen sebesar 16,6% sedangkan metode konvensional 18,7%. Dan penelitian oleh Amir. A, et al (2015) yang

mengekstraksi natrium alginate dari rumput laut *Sargassum* sp. dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* dan diperoleh hasil rendemen sebesar 37,13% sedangkan metode konvensional sebesar 19,25%.

Ekstraksi yang dilakukan menggunakan air panas atau larutan alkali panas. Pada suasana alkalis dapat diperoleh dengan menggunakan larutan basa yaitu NaOH, Ca(OH), atau KOH. Digunakan pelarut alkali karena memiliki fungsi yang dapat membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat proses eliminasi 6-sulfat dari unit monomer menjadi 3,6 anhidro-D-galaktosa sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel dan reaktivitas produk terhadap protein (Ega, et al., 2016). Pada penelitian (Gerung. M. S, et al., 2019) menggunakan NaOH 4% untuk mengekstraksi karaginan dari *Kappaphycus alvarezii*. Maka digunakanlah larutan kalium hidroksida (KOH) untuk mengekstraksi karaginan (Ega, et al., 2016).

Analisis mutu yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu identitas karaginan, rendemen, kadar air, pH dan viskositas. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan karaginan sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu (Wenno et al., 2012). Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terdapat dalam karaginan karena semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan dapat mengekstrak dan menghambat terjadinya peningkatan air (Anwar, et al., 2013). Pada uji identifikasi dilakukan dengan menggunakan alat

spektrofotometri. Pada perhitungan rendemen dilakukan untuk membandingkan antara bobot karaginan yang diperoleh dengan bahan baku alga merah.

Berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian analisis mutu karaginan dengan metode *Microwave-Assisted Extraction* menggunakan perbandingan pelarut terbaik yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menentukan parameter mutu karaginan yang dihasilkan dari alga merah *Kappaphycus alvarezii* dengan metode MAE .

I.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah mutu karaginan yang dihasilkan dari alga merah *Kappaphycus alvarezii* dengan metode *Microwave-Assisted Extraction*?

I.3 Tujuan

Untuk menentukan mutu karaginan yang dihasilkan dari alga merah *Kappaphycus alvarezii* dengan metode *Microwave-Assisted Extraction*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Alga Merah *Kappaphycus alvarezii*

Alga atau rumput laut adalah tanaman laut yang berbentuk *thallus* atau struktur yang tidak memiliki daun dan berasal dari divisi Thallophyta. Karena rumput laut memiliki pigmen yang berbeda-beda, maka dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian, alga hijau (Chlorophyceae), alga merah (Rhodophyceae), alga hijau-biru (Cyanophyceae), dan alga cokelat (Phaeophyceae) (Wibowo, dkk. 2014).

Kappaphycus alvarezii atau *Euchema cottoni* merupakan alga merah yang banyak dibudidayakan saat ini di Indonesia dengan nama *E.cottoni*. *E.cottoni* memiliki bentuk silindris dengan thallus yang licin dan berduri. Di Indonesia Cottoni sudah tersebar secara meluas dan produksinya sangat besar.



Gambar 1. Alga Merah *Kappaphycus alvarezii* (sumber : Junaidi, 2018)

II.1.1 Klasifikasi *Kappaphycus alvarezii*

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Rhodophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Bangsa	: Gigartinales
Suku	: Solieracea
Marga	: Kappaphycus
Jenis	: <i>Kappaphycus alvarezii</i> Doty
Sinonim	: <i>Eucheuma cottonii</i> Doty (Doty, 1985)

II.1.2 Morfologi *Kappaphycus alvarezii*

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memiliki bentuk thallus silindris yang lebat dengan panjang 20-30 cm dan bisa mencapai 1 meter. Bentuk thallus sangat bervariasi mulai dari yang sederhana sampai bentuk kompleks dan juga memiliki duri pada thalus sama seperti *E. denticulatum* tetapi tidak melingkari thalus. Alga merah ini dapat menyerupai batang, buah, akar, daun dan bunga yang memiliki permukaan yang licin, cartilagineus, berwarna hijau, hijau kekuningan, abu-abu, coklat atau merah. Warna yang bervariasi dikarenakan faktor tempat tumbuh yang berbeda-beda (Parenrengi dan Sulaiman, 2007).

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memiliki percabangan ke berbagai arah dengan batang utama keluar dan berdekatan pada daerah basal. Tumbuh melekat ke substrat dengan alat pelekak berupa cakram. Cabang pertama dan cabang kedua tumbuh membentuk rumpun dan rimbun dengan

ciri khusus mengarah ke datangnya cahaya matahari. Dari cabang tersebut tampak ada yang memanjang dan melengkung seperti tanduk. Perkembangbiakkan *Kappaphycus alvarezii* secara vegetatif dan generatif (Parenrengi dan Sulaiman, 2007).

Pada umumnya *Kappaphycus alvarezii* memiliki tempat tumbuh yang baik pada daerah dengan kondisi perairan 7,65-9,72 m, salinitas optimum 29-34 ppt, suhu air 25-30°C, pH 6-5,7, kecerahan 2,5-5,25 dan kecepatan arus 22-48 cm/detik (Parenrengi dan Sulaiman, 2007) (Wiratmaja, dkk., 2011).

II.1.3 Kandungan Kimia *Kappaphycus alvarezii*

Alga merah *Kappaphycus alvarezii* memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder diantaranya, flavonoid, triterpenoid, fenol hidrokuinon dan alkaloid (Maharany, 2017). Pada alga merah *Kappaphycus alvarezii* diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan. Alga merah *Kappaphycus alvarezii* memiliki senyawa flavonoid seperti *catechin* (*gallo catechin*, *epicatechin*, *catechin gallate*). *Flavanols*, *flavonol glycosides*, *caffeic acid*, *hesperidin*, *myricetin* yang berfungsi sebagai antioksidan. Senyawa polifenol berasal dari biosintesis alga merah dan memiliki mekanisme antioksidan yang disebabkan adanya gugus hidroksil berikatan dengan radikal bebas (Sari, 2018).

Kappaphycus alvarezii memiliki kandungan komposisi makro protein 5,12%, lemak 0,13%, karbohidrat 13,38%, serat 1,39%, abu 14,21%, air 12,9%, dan karagenan 65,7%. Komposisi kandungan mikro dari rumput laut

merah adalah mineral esensial (besi, iodine, aluminium, mangan, kalsium, nitrogen, phosphor, sulfur, klor, silicon, rubidium, strontium, barium, titanium, kobalt, boron, tembaga, kalium, dan unsur-unsur yang lainnya), asam nukleat, asam amino, protein, mineral, tepung, gula, dan vitamin A, D, C, D E, dan K (Sari, 2013).

II.2 Karaginan

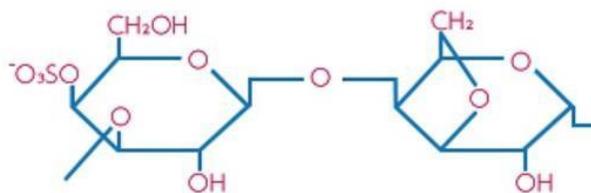
Karaginan dapat diperoleh dalam dinding sel pada rumput laut atau matriks intraselulernya. Karaginan merupakan campuran dari beberapa polisakarida yang kompleks dengan rantai linear atau lurus dan molekul galaktan dengan unit utama berupa galaktosa (Nikmah, 2019 dan Ghufuran, 2011). Polisakarida tersebut 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 (Anggadiredja, 2009). Karaginan juga merupakan getah rumput yang diperoleh dari alga merah yang diekstraksi dengan menggunakan air atau pelarut alkali.

Senyawa hidrokoloid dari karaginan terdiri atas natrium, magnesium, kalsium sulfat dan ester kalium. Pada beberapa atom hidroksil terdapat gugus sulfat dan ikatan ester. Karaginan dapat diperoleh dari proses pengendapan hasil ekstraksi alga merah dengan menggunakan pelarut etanol, isopropyl dan methanol.

II.2.1 Jenis-jenis Karaginan

1. Kappa Karaginan

Kappa karaginan merupakan karaginan yang terbentuk dari hasil aksi enzim dekinase yang mengkatalis μ karaginan menjadi kappa karaginan dengan menghilangkan sulfat pada C-6 dari residu ikatan α -1,4 D-galaktosa-6-sulfat pada saat penutupan cincin yang membentuk 3,6-anhidro-D-galaktosa. Struktur D-Galaktosa dan beberapa gugus 2-sulfat ester pada 3,6 anhidro-D-galaktosa adalah penyusun dari kappa karaginan. Kappa karaginan dapat larut dalam air panas dan pelarut alkali yang dapat meningkatkan kekuatan gel karena pemberian pelarut alkali menyebabkan terjadinya transeleminasi gugus 6-sulfat yang menghasilkan 3,6 anhidro-D galaktosa. Kappa karaginan memiliki 3,6-anhidro galaktosa sebanyak 34% dan ester sulfat sebanyak 25% (Santoso, et al., 2018). Berikut adalah gambar struktur kimia kappa-karaginan:



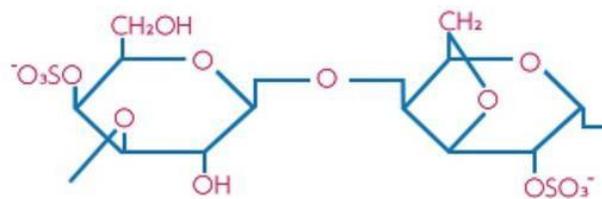
Gambar 2. Rumus struktur Kappa karaginan (Rowe, 2009)

2. Iota Karaginan

Iota karaginan merupakan hasil eliminasi dari ν -karaginan yang menghasilkan iota karaginan karena adanya proses alkali. Struktur iota karaginan terdiri atas gugus ester 4-sulfat pada gugus D-galaktosa dan gugus 2-sulfat ester pada 3,6 anhidro-D-galaktosa. Kandungan yang

terdapat dalam iota karaginan sebanyak 28-30% ester sulfat dan 25-30% 3,6 anhidro-D-galaktosa (Necas dan Bortasikova, 2013).

Iota karaginan stabil terhadap perubahan pH dan terhidrolisis pada larutan yang memiliki pH netral dan alkali. Iota karaginan memiliki efek kation yang kuat dengan ion kalium dan dapat larut dalam air panas apabila dalam bentuk natrium. Penggunaan yang biasa digunakan dalam konsentrasi 0,02%-2,0% (Santoso, et al., 2018). Berikut adalah gambar struktur kimia iota-karaginan:

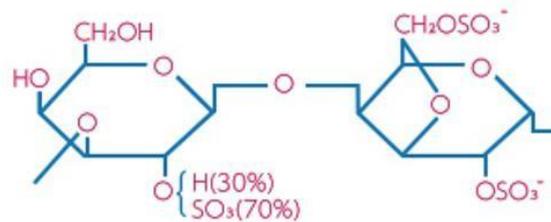


Gambar 3. Rumus struktur Iota karaginan (Rowe, 2009)

3. Lambda Karaginan

Lambda karaginan tersusun atas ikatan 1,3-D-galaktosa-2-sulfat dan 1,4-D-galaktosa-2,6-disulfat. Ikatan 1,3-D-galaktosa pada lambda karaginan tidak mempunyai gugus sulfat pada atom C4, melainkan gugus sulfat terdapat pada atom C2. Lambda karaginan terbentuk dari hasil konversi theta-carrageenan dengan pelarut alkali karena memiliki sifat sebagian larut dalam air dingin dan larut sempurna dalam air panas bersifat pseudo-plastic non-gel dalam air, tidak dapat membentuk gel dan stabil dalam berbagai suhu. Kandungan ester sulfatnya sebesar 32-39% dan tidak mengandung 3,6-anhidrogalaktosa. Karaginan jenis ini digunakan

sebanyak 0,01-1,0% (Necas dan Bortasikova, 2013). Berikut adalah gambar struktur kimia lambda-karaginan:



Gambar 4. Rumus struktur Lamda karaginan (Rowe, 2009)

II.2.2 Manfaat Karaginan

1. Bidang Industri Farmasi dan Kosmetik

Pada bidang industri farmasi K-karaginan digunakan sebagai pengimobilisasi dalam upaya untuk meningkatkan produksi tetrasiklin dan klorotetrasiklin pada *Streptomyces aureofaciens* dan produksi antibiotic semi-sintetik dengan metode konvensional. Karaginan juga dimanfaatkan dalam produksi asam D-aspartat dan L-alanin menggunakan sel *P. dactyloides* yang dimobilisasi oleh K-karaginan (Asanza-Teruel *et al.*, 1997)

Berbagai bentuk sediaan nonparenteral berasal dari karaginan yaitu, suspensi, emulsi, kapsul, suppositoria, tablet, obat tetes mata, gel, krim, lotion. Karaginan dapat menghambat infeksi oleh hepes simplex, sitomegalovirus manusia, virus sindbis, human papilloma virus, HIV dan virus stomatitis vesicular yang telah diteliti (Rowe *et al.*, 2009).

Karaginan dapat digunakan dalam pembalut luka dengan kombinasi chitosan, agar dan polivinil pirolidin yang membentuk kompleks yang tidak larut air dan menyerap cairan tubuh dalam jumlah besar. Masih dalam

penyelidikan jika formulasi kombinasi K dan I-karaginan dapat mencegah penularan HIV. Karaginan juga dapat digunakan dalam pembuatan cangkang kapsul keras dan lunak serta dapat digunakan sebagai pembuatan pasta gigi, sabun krim, sabun cair,, sampo, losion, pasta gigi, pewarna bibir, kondisioner, pencuci mulut dan *hair lotion*. (Rowe *et al.*, 2009).

2. Bidang Industri Pangan dan Nonpangan

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 (Widyaningtyas dan Santoso, 2015). Serta dalam produksi cuka industri, fermentasi susu dalam pengasaman dan inokulasi susu skim yang dilakukan dengan kultur campuran amobil (Sodini *et al.*, 1997).

Sedangkan pada bidang industri nonpangan, karaginan dapat digunakan dalam pembuatan keramik karena memiliki kemampuan sebagai *gelling point* dengan mencampurkan karaginan ke dalam pelapis keramik pada pembuatan busi otomotif. Karaginan juga memiliki fungsi sebagai penstabil dan perekat dan pengemulsi pada resin cat (Peranginangin, R *et al.*, 2013).

II.2.3 Standar Mutu Karaginan

Berdasarkan data standar mutu yang telah disetujui menurut Food Chemicals Codex (FCC), Food Agriculture Organization (FAO) dan European Economic Community (ECC) (Bixler, Jhondro. 2006) sebagai berikut :

Tabel 1. Standar Mutu Karaginan

Kriteria	Semi Refined Carrageenan			Refined Carrageenan	
	EC*	CA*	FCC*	FAO**	FAO**
pH	-	8-11	8-11	8-11	8-11
Viskositas, 1,5% pada 75°C	>5mPa/S	>5mPa/S	>5mPa/S	>5mPa/S	>5mPa/S
Kadar Air	Max 12%	Max 12%	Max 12%	Max 12%	Max 12%
Rendemen	>25%	>25%	>25%	>25%	>25%
Sulfat	15%-40,5	15%-40%	15%-40%	15%-40%	15%-40%
Kadar Abu	1%-40%	15%-30%	>35%	15%-30%	15%-40%
Abu Tidak Larut	<1%	<1%	<1%	<1%	<1%
Asam					

II.3 Microwave-Assisted Extraction (MAE)

Awal mula penggunaan gelombang mikro diperkenalkan oleh Abu-Samra *et al* (1975) dengan menggunakan oven rumah tangga untuk menganalisis logam dalam sampel biologis. Kemudian muncul karya Ganzler *et al* (1986) yang melakukan ekstraksi organik senyawa dengan gelombang mikro dan metode tersebut pertama kalinya dipatenkan oleh Pare pada tahun 1995 untuk mengekstraksi produk alami. Energi gelombang mikro adalah radiasi non-pengion yang mencakup 3 urutan terbesar dari skala besaran 300MHz-300GHz (Panjang gelombang di udara atau vakum antara 1 m dan 1 mm) (Destandau, 2013).

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik yang terdiri dari bidang dikuler yaitu, medan magnet dan medan listrik yang digunakan sebagai pembawa informasi atau sebagai vektor energi. Aplikasi kedua ini adalah langsung aksi gelombang pada material yang mampu menyerap sebagian elektromagnetik energi dan mengubahnya menjadi panas. Metode ini memungkinkan zat terlarut dengan cepat dari matriks padat dengan efisiensi yang sebanding dengan teknik konvensional tetapi mengurangi jumlah pelarut, limbah pelarut dan paparan manusia (Destandau, 2013).

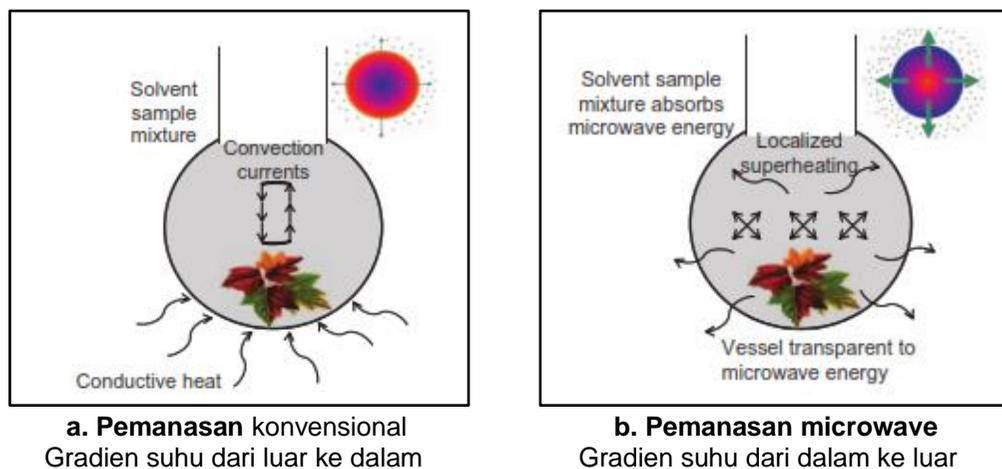
II.3.1 Prinsip Pemanasan *Microwave-assessted Extraction*

Prinsip pemanasan menggunakan energi gelombang mikro didasarkan pada efek langsung gelombang mikro pada molekul material. Transformasi elektroenergi magnetis dalam energi kalor terjadi melalui dua mekanisme yaitu, ionik konduksi dan rotasi dipol baik dalam pelarut dan sampel. Pada berbagai aplikasi kedua mekanisme ini berlangsung secara bersamaan, yang secara efektif mengubah energi gelombang mikro menjadi energi panas (Destandau, 2013).

Pergerakan alternatif molekul polar terkait dengan rotasi polar yang memiliki momen dipol (baik permanen atau diinduksi oleh medan listrik) yang berusaha sejajar dengan medan listrik. Rotasi dipol ini mengarah pada gangguan batas hidrogen lemah. Viskositas medium yang lebih tinggi menurunkan mekanisme rotasi dengan mempengaruhi rotasi molekul (Kaufman and Christien., 2002).

Pemanasan pada sampel oleh bagian microwave membutuhkan senyawa dielektrik dan pelepasan panas yang dimatai hanya pada saat sampel mengalami penurunan dielektrik atau terjadi penurunan di bawah iradiasi gelombang mikro. Kemampuan pelarut ini untuk menyerap energi gelombang mikro mengubahnya menjadi panas (Destandau, 2013).

Pemanasan gelombang mikro memiliki kekhasan yaitu selektivitas karena hanya molekul polar yang dapat dipanaskan dan pemanasannya bersifat volumetrik, seluruh sampel dipanaskan pada saat yang sama. Suhu gradien terbalik dibandingkan dengan pemanasan konvensional karena pemanasan membutuhkan tempat di bagian campuran pelarut matriks sedangkan dalam konvensional memanaskan permukaan dipanaskan terlebih dahulu (Camel, 2000).



Gambar 5. Representasi mode pemanasan dan gradien suhu: (a) konveksi dan (b) energi gelombang mikro (sumber : Destandau *et al*, 2013).

II.3.2 Aplikasi Pemanasan Microwave pada Sampel Tanaman

Pada saat mengekstraksi sampel tanaman, efek energi gelombang mikro dapat dipengaruhi oleh sifat pelarut dan sampel. Sebagian besar waktu, pelarut yang dipilih memiliki konstanta dielektrik yang tinggi, sehingga sangat menyerap energi gelombang mikro. Tetapi dalam beberapa kasus hanya matriks sampel yang dapat dipanaskan sehingga zat terlarut dilepaskan dalam pelarut dingin yang berguna untuk mencegah degradasi senyawa termolabil. Dengan adanya perlakuan iradiasi gelombang mikro pada tanaman selama ekstraksi dapat menghasilkan peningkatan pemulihan metabolit sekunder dan senyawa aroma (Starmans and Nijhuis, 1996).

Pemanasan air pada inti material dapat menyebabkan penguapan cairan di dalam sel yang menyebabkan pecahnya dinding sel dan / atau membran plasma. Terdapat banyak metabolit sekunder pada tanaman yang terdapat dalam dinding sel atau sitoplasma, gangguan sel dapat memperpendek jalur difusi dan memfasilitasi transfer massa pelarut ke dalam pabrik bahan dan dari metabolit sekunder ke dalam pelarut, sehingga memungkinkan ekstraksi yang efektif. Senyawa yang telah diekstraksi dilarutkan dalam wadah yang sesuai dengan pelarut agar dapat memfasilitasi pemisahan dari tanaman yang tersisa. Dalam hal ini, mekanisme ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro berbeda dari metode ekstraksi Soxhlet dan ekstraksi refluks panas yang bergantung pada serangkaian proses permeasi dan solubilisasi untuk mencuci konstituen intraseluler dari matriks tanaman (Destandau, 2013).

II.3.3 Instrumen Microwave

1. Desain Oven

Sistem komersial biasanya terdiri dari tabung magnetron, pemandu gelombang, rongga dan sirkulator (Gambar 6). Tabung magnetron menghasilkan gelombang mikro pada frekuensi tetap (2450MHz). Desain ini terdiri dari tabung vakum dengan katoda pemancar electron pusat yang potensinya sangat negatif dikelilingi oleh anoda terstruktur yang berbentuk gigi berlubang. Alat ini digabungkan dengan bidang pinggiran dan memiliki tujuan frekuensi resonansi gelombang mikro dan output daya magnetron bisa dikendalikan oleh arus tabung atau kekuatan medan magnet (Routray and orsal, 2012).

Oven microwave memiliki monomode atau rongga multimode, seperti yang terdapat pada gambar 6. Rongga monomode (Gambar 6.a) dapat menghasilkan frekuensi yang menggetarkan dengan hanya satu monomode resonansi. Sampel dapat ditempatkan pada pusat gelombang di mana gelombang mikro difokuskan pada medan listrik maksimum. Rongga multimode lebih besar (Gambar 6.b) dan gelombang datang dapat mempengaruhi beberapa mode resonansi. Super imposisi mode ini memungkinkan terjadinya homogenisasi (Letellier and Budzinski, 1999).

Wadah yang digunakan untuk ekstraksi biasanya terbuat dari bahan transparan gelombang mikro (misal Kaca, polieter imida, atau tetrafluorometoksil) dan dilapisi dengan PFA (perfluoroalkoxy) atau pelapis teflon. Beberapa sistem juga termasuk pengadukan magnet di dalam wadah ekstraksi yang memungkinkan kontak secara terus menerus antara

permukaan sampel dan pelarut, sehingga suhu meningkat dalam waktu yang lebih singkat dan total waktu ekstraksi berkurang (Kingston dan Jessie, 1988).

2. Desain Reaktor

a. Sistem Terbuka (*Open Vessel Sample*)

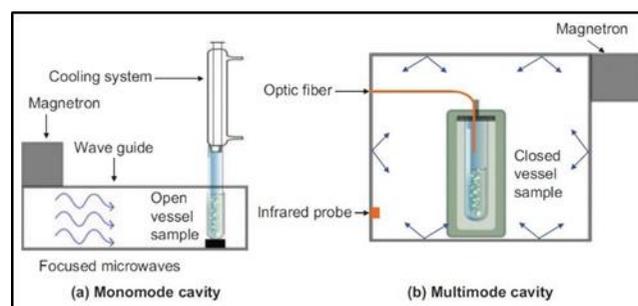
Sistem terbuka ini dilakukan pada saat tekanan atmosfer dan umumnya disebut ekstraksi berbantuan gelombang mikro terfokus (FMAE). Suhu maksimum yang mungkin ditentukan oleh pendidihan titik pelarut pada tekanan tersebut. Penguapan pelarut dapat dicegah oleh adanya sistem pendingin di atas bejana ekstraksi yang menyebabkan kondensasi uap pelarut (Gambar 6.a). Pada sistem ini daya dapat dimodulasi, sehingga pemanasan sampel homogen dan sangat efisien. Sistem ini menawarkan peningkatan keamanan penanganan sampel dibandingkan dengan ekstraksi dalam *closed vessel* bertekanan. Beberapa industri telah menawarkan microwave ini dengan kapasitas sampel hingga 100 kg dan teknologi Huayuan menurut Destandau (2013) mengusulkan adanya peralatan ini yang memiliki kapasitas pelarut 50 hingga 500 L.

b. Sistem Tertutup (*Closed Vessel Sample*)

Sistem tertutup dibantu dengan microwave bertekanan ekstraksi (PMAE) yang dilakukan di bawah tekanan (dengan atau tanpa regulasi) (Gambar 6.b). Tekanan khas yang dicapai di bawah 14 bar, tetapi teknologi saat ini dengan tekanan suatu alat dapat dicapai dengan 100 bar (Kingston dan Jessie, 1988). Tekanan dapat menurunkan titik didih dari pelarut yang digunakan sehingga

kecepatan ekstraksi lebih cepat dan efisiensi. Umumnya daya, suhu, dan tekanan dapat dikontrol untuk menghindari tekanan berlebih. Tekanan dapat diukur dengan manometer air dan suhu yang merupakan serat optik yang ditempatkan di dalam reaktor atau sel infra merah yang ditempatkan di dalam rongga (Destandau, 2013).

Terdapat kelemahan pada sistem tersebut yakni, suhu di dalam sistem naik dengan cepat, partisi dari zat terlarut yang lebih mudah menguap ke dalam ruang dapat terjadi, yang menyebabkan hilangnya senyawa ini. Selain itu, setelah ekstraksi selesai, sistem harus didinginkan ke suhu kamar sebelum dibuka untuk menghindari penguapan zat terlarut yang mudah menguap, tetapi langkah ini sangat meningkatkan waktu ekstraksi keseluruhan (Camel, 2008). Hal ini menyebabkan sistem dengan *closed vessel* hanya memiliki kapasitas ekstraksi sampel segar yang sedikit dan pelarut yang sedikit.



Gambar 6. Tampilan skematis (a) open vessel sample dalam oven microwave yang berfokus pada monomode dan (b) closed vessel sample dalam oven microwave multimode (sumber : Letellier and Budzinski, 1999)

II.3.4 Parameter yang Mempengaruhi Ekstraksi dengan Metode *Microwave-assisted Extraction*

Pengembangan prosedur ekstraksi untuk berbagai jenis senyawa dari tanah, biji, makanan, dan pakan dalam beberapa mililiter pelarut, diiradiasi selama 30 detik hingga 7 kali dalam oven domestik (1140W) . dipublikasikan oleh Ganzler *et al.* pada tahun 1986.

Proses ekstraksi menggunakan microwave memiliki beberapa parameter yang perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi teknik ekstraksi adalah pilihan komposisi pelarut, rasio pelarut terhadap sampel, daya yang diterapkan, suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, ukuran dan kelembaban bahan tanaman. Pemilihan parameter dan nilainya tergantung pada kelarutan, volatilitas, dan stabilitas senyawa target tergantung pada interaksi senyawa lain yang ada dalam bahan tanaman (Desai et al, 2010).

1. Pelarut

Pada pemilihan bahan pelarut untuk proses ekstraksi ditentukan oleh kelarutan dari senyawa target, interaksi antara pelarut dan matriks tanaman serta sifat penyerapan gelombang mikro dari pelarut yang ditentukan berdasarkan konstanta dielektriknya (Destandau,2013).

Pada sistem ini dilakukan dengan cara sampel dapat direndam dalam pelarut tunggal atau campuran pelarut yang dapat menyerap energi gelombang mikro. Pelarut polar dapat dipanaskan hingga titik didihnya dalam wadah terbuka atau di atas titik didihnya dalam wadah tertutup dan senyawa akan diekstraksi dengan pelarut panas (Sharma *et al*, 2008).

Hasil ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan perbandingan pelarut dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh. Dalam proses ekstraksi harus dipastikan bahwa pelarut dapat membasahi semua sampel yang akan diekstraksi. Volume pelarut pun perlu diperhatikan karena apabila jumlah pelarut lebih banyak dibandingkan dengan jumlah sampel dapat mengakibatkan hasil ekstraksi yang diperoleh lebih rendah karena pengadukan pelarut oleh gelombang mikro kurang memadai dan juga membutuhkan daya yang lebih tinggi dan membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai suhu yang ditentukan (Spigno and De Faveri, 2009; Destandau, 2013).

2. Suhu dan Tekanan

Suhu merupakan parameter penting untuk semua teknik ekstraksi karena berkontribusi pada peningkatan hasil. Dengan peningkatan suhu, pelarut memiliki kapasitas lebih tinggi untuk melarutkan senyawa target, sementara tegangan permukaan dan viskositas pelarut berkurang, yang meningkatkan pembasahan sampel dan penetrasi matriks. Desorpsi senyawa yang efisien dari situs aktif dalam matriks terjadi, yang mengarah ke pemulihan ekstraksi tinggi. Dalam MAE, suhu tergantung pada kemampuan pelarut untuk menyerap gelombang mikro dan pada energi gelombang mikro yang diterapkan (daya) (Destandau, 2013).

Suhu ekstraksi dengan menggunakan *close vessel* menunjukkan bahwa peningkatan suhu pelarut dari 60°C menjadi 120°C secara signifikan

meningkatkan efisiensi ekstraksi. Hal ini disebabkan karena suhu yang lebih tinggi menyebabkan interaksi antar molekul dalam pelarut berkurang, sehingga menimbulkan gerakan molekul yang lebih tinggi, dan menyebabkan kelarutan meningkat (Henwimon *et al*, 2007).

Maka dari itu, perlu dipastikan suhu yang dapat melarutkan senyawa dengan baik dan pelarut dapat berpenetrasi dengan baik ke dalam matriks tanaman untuk meningkatkan hasil ekstraksi dan tidak menurunkan hasil ekstraksi senyawa target.

3. Waktu Ekstraksi

Salah satu keuntungan dari ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro adalah waktu ekstraksi yang sangat singkat, hanya memerlukan waktu beberapa menit bahkan detik dibandingkan dengan metode konvensional. Pada penelitian yang dilakukan oleh Xiao (2008) yang mengekstraksi Flavanoid dari *Radix astragali* dengan menggunakan MAE dengan optimasi waktu dari 5 sampai 30 menit, rendemen flavonoid yang tinggi diperoleh pada menit ke 25 kemudian menurun. Akan tetapi untuk senyawa yang labil waktu ekstraksi yang lama dapat menyebabkan terjadinya degradasi (Desai *et al*, 2010).

4. Daya

Microwave yang ada saat ini dapat diatur level dayanya dalam bentuk persentasi. Tingkatan daya ini dikategorikan ke dalam lima bagian yaitu : daya tinggi atau penuh (100%), daya sedang- tinggi (70%), daya kekuatan sedang (50%), daya rendah-sedang (30%) dan daya rendah (10%). Daya yang dipilih harus benar agar dapat meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan suhu yang ditetapkan tanpa mencapai suhu yang berlebihan dan tekanan berlebih jika menggunakan MAE dengan tipe *vessel close*. Namun, peningkatan daya dengan waktu iradiasi yang lebih lama dapat menyebabkan hilangnya pelarut dengan penguapan. Daya maksimum yang digunakan berkisar antara 600W dan 1000W untuk *close vessel* dan sekitar 250W untuk *open vessel* (Kaufmann and Christien, 2002).

5. Ukuran Sampel

Ukuran partikel tanaman dan distribusi ukuran biasanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi MAE. Ukuran partikel bahan yang diekstraksi biasanya dalam kisaran 100 μm – 2 mm. Serbuk halus dapat meningkatkan ekstraksi karena ukuran sampel yang besar dapat menyebabkan pelarut sulit untuk berdifusi ke dalam matriks tanaman sedangkan ukuran yang lebih kecil memiliki kedalaman difusi yang lebih sedikit untuk difusi molekul dari matriks tanaman ke pelarut. Selain itu, luas permukaan yang lebih besar dari serbuk halus memberikan kontak antara matriks tanaman dan pelarut dan partikel yang lebih kecil memiliki kedalaman penetrasi yang lebih rendah yang mengarah pada paparan gelombang mikro yang seragam (Destandau, 2013).

II.4 Spektrofotometer Infra Merah (*Fourier Transformed Infra Red*)

FT-IR (*Fourier Transformed Infra Red*) merupakan salah satu alat untuk menganalisis gugus fungsi dari suatu senyawa organik. Alat ini telah banyak digunakan karena memiliki sensitivitas yang tinggi dan cepat dalam pengaplikasiannya. Teknik ini didasarkan pada vibrasi dari atom-atom dalam sebuah molekul. Analisis dengan spektroskopi infra merah memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode yang lain yaitu dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan sehingga analisis dapat lebih cepat dan radiasi yang masuk ke dalam system detektor lebih banyak karena tidak melalui celah sehingga sensitivitas dari metode ini lebih besar dari pada dispersi (Sari, 2011).

Analisis ini didasarkan pada prinsip penyerapan radiasi elektromagnetik oleh gugus-gugus fungsi tertentu, sehingga dari spektrum serapan yang terbaca dapat diketahui gugus fungsi yang terdapat pada suatu senyawa. Bila sinar inframerah dilewatkan melalui sebuah cuplikan, maka sejumlah frekuensi diserap oleh cuplikan tersebut dan frekuensi lainnya diteruskan atau ditransmisikan tanpa adanya penyerapan. Persen absorbansi dengan frekuensi memiliki hubungan untuk menghasilkan sebuah spektrum inframerah (Hardjono, 1990).

Spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 0,70-1000 μm atau 13000-10 cm^{-1}

¹. Inframerah merupakan radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya lebih dari cahaya tampak dan kurang dari mikro gelombang yaitu 700 nm dan 10 mm. Analisis dengan spektroskopi infra merah dapat dilakukan dengan menscan sampel dan sinar infrared dilewatkan pada sampel. Gelombang yang diteruskan oleh sampel akan terdeteksi oleh detektor yang terhubung ke komputer sehingga akan muncul gambaran spektrum sampel yang diuji (Sari, 2011).

Dalam menentukan tipe dan struktur karaginan dapat dilakukan dengan menganalisis jenis ikatan glikosidik, penentuan kuantitatif monomer, penentuan atom C anomer serta penentuan substituenya. Ikatan glikosidik pada analisis dengan FT-IR ditunjukkan pada absorbansi pada panjang gelombang 1010 – 1080 cm^{-1} dan gugus-gugus yang teridentifikasi yaitu ester sulfat total pada bilangan gelombang 1210-1260 cm^{-1} , D-galaktosa-4 sulfat pada bilangan gelombang 840-850 cm^{-1} , galaktosa sulfat pada bilangan gelombang 825-839 cm^{-1} , 3,6 anhidrogalaktosa pada bilangan gelombang 928-933 cm^{-1} , 3,6-anhidrogalaktosa 2 sulfat pada bilangan gelombang 800-805 cm^{-1} .