

**STUDI KANDUNGAN MINERAL ALGA COKLAT *Sargassum  
cristaeifolium* KERING**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

Oleh:

**BIAS NUR ELMIRA  
NIM. 105080301111046**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2014**

**STUDI KANDUNGAN MINERAL ALGA COKLAT *Sargassum  
cristaeifolium* KERING**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh:**

**BIAS NUR ELMIRA  
NIM. 105080301111046**



**TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2014**

ii

SKRIPSI  
STUDI KANDUNGAN MINERAL ALGA COKLAT (*Sargassum cristaefolium*)  
KERING

Oleh :  
BIAS NUR ELMIRA  
NIM. 105080301111046

Telah dipertahankan didepan penguji  
Pada tanggal 06 Agustus 2014  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
SK Dekan No. : \_\_\_\_\_  
Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)  
NIP. 19600322 198601 1 001  
Tanggal :

Dosen Penguji II

(Dr. Ir. Yahya, MP)  
NIP. 19630706 199003 1 003  
Tanggal :

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS)  
NIP. 19640726 198903 2 004  
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Dwi Setijawati, M. Kes)  
NIP. 19611022 198802 2 001  
Tanggal :

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS.)  
NIP. 19620805 1986803 2 001  
Tanggal :

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi saya yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah tertulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Agustus 2014

Mahasiswa,

Bias Nur Elmira

105080301111046

## UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkah, rahmat-Nya, penulis bisa menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kesehatan, kelancaran serta kesabaran dalam pembuatan laporan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS dan Ibu Dr. Ir. Dwi Setijawati, M.Kes selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan sejak pembuatan usulan skripsi sampai terselesaikannya laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Happy Nursyam, MS dan Bapak Ir. yahya selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
4. Orang Tua tercinta yaitu Ibu Kusmiyati dan Bapak Dasi SP., MM. Kakak tersayang Ariskha Oktavia Pinastie, Dodit, Andik E.S. serta segenap anggota keluarga yang selalu memberi dorongan semangat dan doa.
5. Teman – teman dari Tim Bunda Hartati dan sahabat - sahabat seperjuangan tim mineral yaitu rani dan elda yang telah membantu dengan sepenuh hati, memberi semangat, berbagi informasi dan berjuang bersama dalam suka dan duka, serta sahabat terdekat Harmanto Widodo, Anggraini Matiinu Rakhmah, Nandarningtiyas Laras P., Desi Puspitasari, Masrukhin, Adiwira S., Susiana, Trah Indri yang setia menemani selama 4 tahun masa perkuliahan dan Arik marfu'ah yang membantu menjadikan moderatornya, serta Isnatya R., Nurina Y., dan Ditta Arvima N. yang menemani dalam suka dan duka menjalani arti persahabatan dari SMA sampai sekarang.
6. Sahabat- sahabat seatap kosan Riza, Indah, Mila, Nisa, Fitri, dan Amei yang selalu menghibur disaat jenuh dengan laporan skripsi dan bisa bersama selama 4 tahun ini.

- repository.ub.ac.id
7. Pihak dibalik layar, Bapak Iman dan Tahta yang telah menerima saya untuk penelitian uji mineral di Jasa Tirta Malang dan Bapak Tohir yang menyediakan rumput laut coklat (*Sargassum cristaefolium*).
  8. Segenap keluarga besar THP 2010 tercinta yang selalu kompak dan menjadi motivator dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Laporan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap Laporan skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2014

Penulis



## RINGKASAN

**BIAS NUR ELMIRA.** Studi Kandungan Mineral Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering (di bawah bimbingan **Dr.Ir. HARTATI KARTIKANINGSIH, MS** dan **Dr. Ir. DWI SETIJAWATI, M.Kes**)

---

*Sargassum cristaefolium* merupakan tumbuhan yang digunakan sebagai bahan biosorpsi logam berat, karena dinding selnya berfungsi sebagai penukar ion, dapat juga digunakan sebagai indikator pencemaran mineral (logam berat) Cadmium, Cu, dan Pb. Tidak menutup kemungkinan bahwa rumput laut coklat yang akan digunakan sebagai produk konsumsi memiliki kandungan senyawa berbahaya yang tidak baik bagi kesehatan. Hal tersebut dapat menyebabkan kualitas dari produk yang dihasilkan rumput laut coklat itu menurun. Alga coklat *Sargassum sp.* merupakan bioabsorpsi yang baik bagi logam berat. Dinding sel mereka berisi asam alginat dan polisakarida sulfat yang memiliki konsentrasi tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa itu semua merupakan fungsi dari polisakarida, yang tidak dimiliki oleh tumbuhan darat. Karena itu, memungkinkan alga tersebut dijadikan penyerap ion metalik dengan menggunakan semacam larutan garam melalui ion exchange

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh kandungan mineral dari alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering. Penelitian ini dilaksanakan pada Maret-Mei 2014. Penelitian bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Kualitas Air di Jasa Tirta Malang, dan Laboratorium bersama Universitas Negeri Malang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksploratif deskriptif. Metode pengujian mineral yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*), sedangkan metode pengujian fikokoloidnya menggunakan metode ekstraksi untuk menentukan rendemen dari karaginan, agar, dan alginat.

Hasil penelitian menunjukkan *Phycocolloids* sebagai pengikat logam pada daun dan batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering didominasi karaginan (69,78 % : 42 %), agar (14,76 : 14,89 %), serta alginat (12,28 % : 13,02 %). *Sargassum cristaefolium* kering memiliki kandungan mineral paling banyak terdapat pada daun. Mineral *Sargassum cristaefolium* kering pada daun terdeteksi mineral yang memiliki ion bermuatan positif (kation) yaitu Na (24.19 %) yang didominasi pada batang, Zn (6.45 %) dan Cd (0.29 %), sedangkan mineral yang memiliki ion bermuatan negative (anion) yaitu Pb (0.19 %), I (5.1 %), S (0.013 %), dan Cl (42.15 %).

Dari penelitian ini disarankan walaupun pada *Sargassum cristaefolium* kering terdeteksi logam berat namun kadarnya masih rendah dibawah standar, *Sargassum cristaefolium* kering masih bisa dijadikan bahan baku pembuatan obat-obatan. Serta, dilakukannya penelitian lanjutan untuk melihat jaringan *phycocolloids* dengan menggunakan alat kovokalaser.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan laporan skripsi yang berjudul Profil Mineral Alga Coklat (*Sargassum cristaefolium*) Kering. Tulisan ini menyajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi kandungan *phycocolloids* dan kandungan mineral. Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2014

Penyusun



DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>v</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Kegunaan.....	5
1.5. Tempat dan Waktu.....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Alga Coklat.....	6
2.2. <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	8
2.3. Pengeringan.....	14
2.4. Pengujian Mineral .....	15
2.5. Biosorpsi Mineral .....	19
2.6. Fikokoloid .....	22
2.5.1 Agar- agar.....	23
2.5.2 Karaginan .....	25
2.5.3 Alginat.....	26
<b>3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
3.1. Waktu dan Tempat.....	29
3.2. Bahan dan Alat .....	29
3.3. Metode Penelitian .....	30
3.4. Prosedur Analisis .....	31
3.4.1. Pengambilan Sampel Rumput Laut.....	31
3.4.2. Proses Pencucian Sampel Rumput Laut.....	31
3.4.3. Proses Sampel Rumput Laut.....	32
3.4.4. Prosedur Analisis .....	32
3.5. Parameter Uji .....	33
3.5.1. Pengujian Fikokoloid .....	33
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>36</b>
4.1. Pengujian FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> ) .....	36
4.2. Perhitungan Rendemen.....	46

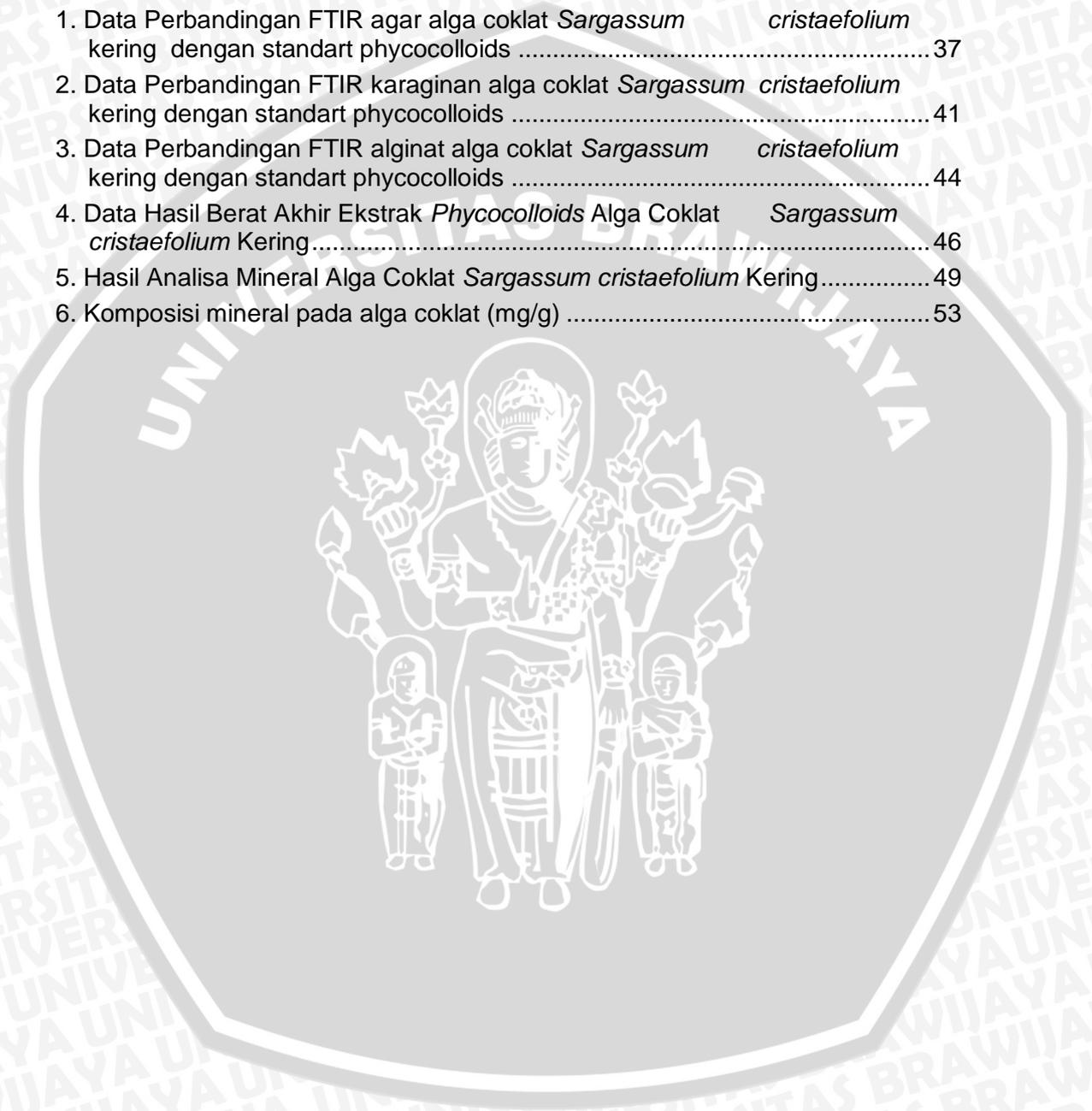


4.3. Pengujian Mineral .....	49
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>63</b>



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Perbandingan FTIR agar alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> kering dengan standart phycocolloids .....	37
2. Data Perbandingan FTIR karaginan alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> kering dengan standart phycocolloids .....	41
3. Data Perbandingan FTIR alginat alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> kering dengan standart phycocolloids .....	44
4. Data Hasil Berat Akhir Ekstrak <i>Phycocolloids</i> Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> Kering .....	46
5. Hasil Analisa Mineral Alga Coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> Kering .....	49
6. Komposisi mineral pada alga coklat (mg/g) .....	53

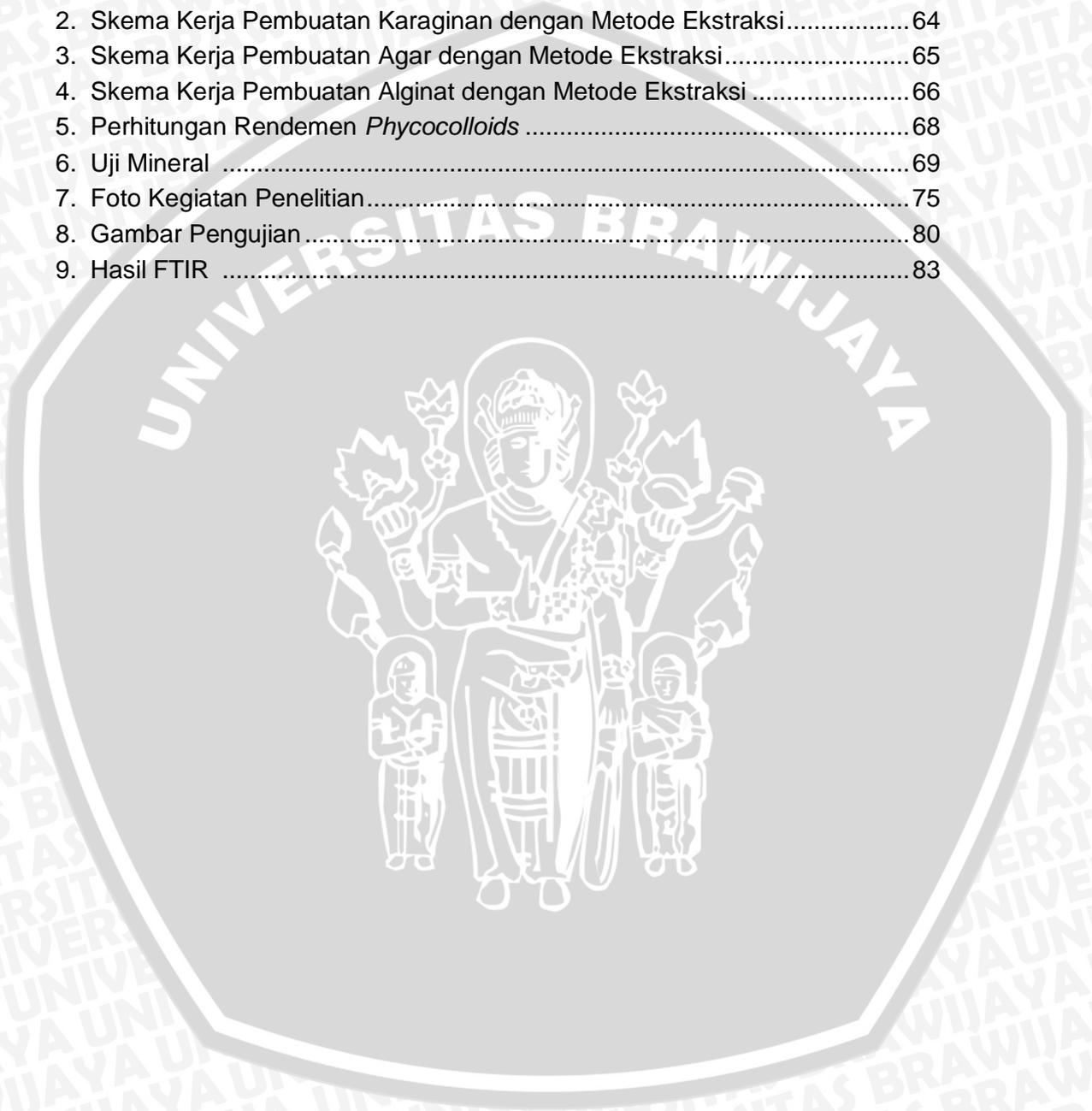


## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	9
2. <i>Sargassum sp.</i> .....	11
3. <i>Sargassum sp.</i> usia muda .....	11
4. Struktur bagian <i>Sargassum cristaefolium</i> .....	11
5. Tipe daur hidup reproduksi seksual Haplobiontik Diploid. ....	12
6. Tipe daur hidup reproduksi seksual Diplobiontik. ....	13
7. Struktur dinding sel alga coklat.....	14
8. Ilustrasi biosorpsi <i>metal ion</i> pada <i>Sargassum sp.</i> ....	21
9. Struktur Agar. ....	24
10. Struktur Karaginan .....	26
11. Struktur Alginat.....	28
12. Skema kerja prosedur penelitian.....	33
13. FTIR agar dari batang, daun alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> kering dan struktur agar .....	37
14. FTIR karaginan dari batang, daun alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> kering dan struktur karaginan .....	40
15. FTIR alginat dari batang, daun alga coklat <i>Sargassum cristaefolium</i> kering dan struktur alginat .....	44
17. <i>Ion exchange</i> .....	50
18. Sel pada alga coklat.....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Pengujian Mineral dengan Metode AAS .....	63
2. Skema Kerja Pembuatan Karaginan dengan Metode Ekstraksi.....	64
3. Skema Kerja Pembuatan Agar dengan Metode Ekstraksi.....	65
4. Skema Kerja Pembuatan Alginat dengan Metode Ekstraksi .....	66
5. Perhitungan Rendemen <i>Phycocolloids</i> .....	68
6. Uji Mineral .....	69
7. Foto Kegiatan Penelitian.....	75
8. Gambar Pengujian.....	80
9. Hasil FTIR .....	83



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Salah satu kekayaan hayati laut di Indonesia adalah rumput laut. Rumput laut merupakan komoditas ekspor yang banyak diminati oleh negara-negara maju karena manfaatnya bagi kesehatan. Penggunaan rumput laut selama ini masih terbatas untuk makanan dan obat. Usaha pengembangan pembuatan produk lain yang memiliki nilai ekonomis lebih tinggi belum ada peningkatan (Irwan, 2003).

Manfaat rumput laut sebagai bahan pangan sudah lama diketahui. Salah satu rumput laut yang dapat dimanfaatkan adalah *Sargassum* yang merupakan golongan ganggang coklat (*Phaeophyta*) terbesar di laut tropis. Rumput laut ini mempunyai jumlah dan sebaran yang sangat tinggi, terdapat hampir di seluruh wilayah laut Indonesia. Secara umum, rumput laut ini belum banyak dikenal dan dimanfaatkan. Padahal dari beberapa penelitian, dilaporkan bahwa rumput laut mempunyai kandungan nutrisi/zat gizi cukup tinggi, seperti protein dan beberapa mineral esensial, hanya saja analisis komposisi nutrisinya masih belum lengkap. (Setyawan *et al.*, 2004).

Alga coklat (*Sargassum sp.*) juga mengandung berbagai komponen dengan komposisi yang bergantung pada jenis, masa perkembangan, dan kondisi tempat tumbuhnya. Komponen tersebut adalah asam alginat, karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, vitamin, dan pigmen. Jenis karbohidrat di dalam alga coklat adalah laminarin ( $C_5H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> yang merupakan 25% berat alga coklat kering. Fukoidin merupakan senyawa garam kalsium dari karbohidrat yang secara umum mengandung ± 56% fukosa dan 38% sulfat. Senyawa lain adalah manitol yang merupakan senyawa gula alkohol dan fenol. Di dalam alga coklat



terdapat pula pigmen. Dari berbagai macam pigmen yang terkandung di dalam alga coklat, terdapat pigmen fukosantin yang menutupi pigmen lainnya. Di luar komponen-komponen tersebut, terdapat alginat yang merupakan komponen terbanyak. Alga coklat memiliki senyawa bioaktif seperti alginat, alginat tersebut terakumulasi setelah bercampur dengan mineral dari laut, seperti Na, Cl, Fe, K, Mg, Si, P, Ca, Y, dan Br. Di dalam alga coklat terdapat pula pigmen. Dari berbagai macam pigmen yang terkandung di dalam alga coklat, terdapat pigmen fukosantin yang menutupi pigmen lainnya. Di luar komponen-komponen tersebut, terdapat alginat yang merupakan komponen terbanyak (Indriani, 2012).

Menurut Sedjati (1999), Lingkungan rumput laut *Sargassum* dipengaruhi oleh salinitas air laut yang berkisar antara 25 % sampai 30 % karena mempengaruhi metabolisme perkembangan alga itu sendiri. Rumput laut juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya dapat mempengaruhi perbedaan ukuran thalus dan morfologinya. Temperatur lingkungan tumbuh juga mempengaruhi fotosintesa alga tersebut karena tingkat fotosintesa naik dua kali lipat dengan kenaikan suhu 10° C. Arus air berkaitan dengan respirasi dan pertumbuhan alga, karena pertumbuhan alga tersebut akan terhambat dalam air yang “stagnan” (tenang). Alga membutuhkan berbagai mineral dan vitamin-vitamin untuk pertumbuhan dan fotosintesa, serta respirasi.

Jenis-jenis alga coklat yang banyak dan tumbuh subur di Indonesia antara lain *Sargassum sp.* *Sargassum* di Indonesia juga banyak yang telah teridentifikasi diantaranya adalah *Sargassum cristaefolium*, *Sargassum duplicatum*, *S. polycystum*, *S. binder*, *S. crassifolium*, *S. echinocarpum*, *S. mollerii*, *S. gracillimum*, *S. sinereum*, *S. hystri*, *S. siliquosum*, *S. fenitan*, *S. filipendula*, *S. polyceratium*, dan *S. vulgare* yang dapat dibedakan dari bentuk morfologi dengan kadar kandungan bahan utama yang berbeda seperti protein,

vitamin C, tannin, iodine, dan phaenol. Masing-masing jenis *Sargassum* tersebut tentunya memiliki manfaat dan nilai ekonomis tinggi setelah diolah sedemikian rupa. Lingkungan tempat tumbuh alga *Sargassum* terutama di daerah perairan yang jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang, karang mati, batuan vulkanik dan benda-benda yang bersifat massive yang berada di dasar perairan. Alga *Sargassum* tumbuh dari daerah intertidal, subtidal sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus deras. Kedalaman untuk pertumbuhan dari 0,5 - 10 m. Marga *Sargassum* termasuk dalam kelas *Phaeophyceae* tumbuh subur pada daerah tropis, suhu perairan 27,25 - 29,30 °C dan salinitas 32 - 33,5 %. Kebutuhan intensitas cahaya matahari marga *Sargassum* lebih tinggi dari pada marga alga merah (Kadi, 2005).

*Sargassum cristaefolium* merupakan *Sargassum* yang belum banyak dimanfaatkan bahkan seringkali dianggap sebagai sampah yang berserakan dan pengganggu bagi pelayaran kapal nelayan meskipun dapat dimanfaatkan sebagai sumber alginat maupun produk minuman kesehatan karena kandungan komponen bioaktifnya yang cukup tinggi (Septiana dan Asnani, 2012). Menurut Widyastuti (2009), biasanya alga coklat ini digunakan sebagai minuman atau ramuan, alga ini juga dapat dipasarkan dalam bentuk basah, namun setelah dikeringkan harganya meningkat tajam. Pengeringan tersebut untuk mengurangi kadar air yang terkandung. Hal ini dilakukan untuk memaksimalkan penggunaan komponen-komponen mineral yang dibutuhkan oleh konsumen dan dapat mempertahankan daya simpan. Selain itu, rumput laut coklat akan layu setelah diangkat dari habitatnya, jika sudah dimasukkan di air tawar maka daya awetnya atau kesegarannya berkurang.

Menurut Wakhidatur (2011) *Sargassum cristaefolium* adalah jenis alga coklat yang dapat menghasilkan senyawa bioaktif sebagai metabolit

sekundernya. Senyawa bioaktif yang dihasilkan telah banyak diketahui manfaatnya antara lain sebagai antioksidan, antibakteri, antitumor, dan menghambat aktivitas enzim. Senyawa bioaktif yang terdapat di dalamnya dapat diperoleh dengan cara ekstraksi. Menurut Sumarsih (2013), alga coklat merupakan tumbuhan yang digunakan sebagai bahan biosorpsi logam berat, karena dinding selnya berfungsi sebagai penukar ion, dapat juga digunakan sebagai indikator pencemaran mineral (logam berat) Cadmium, Cu, dan Pb. Tidak menutup kemungkinan bahwa rumput laut coklat yang akan digunakan sebagai produk konsumsi memiliki kandungan senyawa berbahaya yang tidak baik bagi kesehatan. Hal tersebut dapat menyebabkan kualitas dari produk yang dihasilkan rumput laut coklat itu menurun.

Alga coklat *Sargassum sp.* merupakan bioabsorpsi yang baik bagi logam berat. Dinding sel mereka berisi asam alginat dan polisakarida sulfat yang memiliki konsentrasi tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa itu semua merupakan fungsi dari polisakarida, yang tidak dimiliki oleh tumbuhan darat. Karena itu, memungkinkan alga tersebut dijadikan penyerap ion metalik dengan menggunakan semacam larutan garam melalui ion exchange (Saravanan *et al.*, 2011).

Banyak penelitian tentang penyerapan logam pada alga coklat, tetapi selama ini masih belum banyak data tentang kandungan mineral yang ada pada alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi kandungan mineral apa saja yang masih terkandung pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering.

## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah apa saja kandungan dari mineral alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering ?

## 1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh kandungan mineral dari alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering.

## 1.4. Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai informasi mengenai alga coklat *Sargassum cristaefolium*, kandungan mineral (logam), serta referensi baru untuk mahasiswa, dosen, dan masyarakat.

## 1.5. Tempat, Waktu / Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2014. Penelitian bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang untuk pembuatan alga coklat *Sargassum cristaefolium*, serta Laboratorium Kualitas Air di Jasa Tirta untuk pengujian mineral pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering, Laboratorium bersama Universitas Negeri Malang untuk pengujian FTIR.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Alga Coklat

Di perairan Indonesia terdapat sekitar kurang lebih 28 spesies rumput laut coklat yang berasal dari enam genus diantaranya yaitu *Dyctyota*, *Padine*, *Hormophysa*, *Sargassum*, *Turbinaria* dan *Hydroclathrus*. Spesies rumput laut tersebut memiliki beberapa spesies lagi dan telah diidentifikasi antara lain *Sargassum sp.* sebanyak 14 spesies, *Turbinaria* sebanyak 4 spesies, *Hormophysa* baru teridentifikasi 1 spesies, *Padina* 4 spesies, *Dyctyota* 5 spesies dan *Hydroclathrus* 1 spesies. Jenis-jenis rumput laut tersebut tersebar pada beberapa daerah di Indonesia (Maharani dan Widyayanti, 2013).

Alga coklat juga termasuk salah satu sumberdaya hayati laut yang banyak ditemukan tumbuh tidak hanya di luar negeri tetapi juga terdapat di perairan pantai Indonesia. Salah satu jenis alga coklat yang banyak tumbuh di Indonesia adalah *Sargassum echinocarphum*. Seperti alga coklat lainnya, *Sargassum echinocarphum* juga dapat ditemukan tumbuh melimpah pada bulan Agustus – Oktober (Rasyid, 2009).

Rumput laut coklat merupakan kelompok alga yang secara umum berwarna coklat atau pirang. Warna tersebut tidak akan berubah walaupun mati atau kekeringan. Namun, pada beberapa jenis alga seperti pada *Sargassum*, warnanya akan sedikit berubah menjadi hijau kebiru-biruan apabila mati kekeringan. Alga coklat memiliki *thalli* yang bervariasi dan dapat mencapai ukuran relatif besar. Ukuran *thalli* beberapa jenis dari alga coklat dapat lebih tinggi dari jenis-jenis alga merah dan alga hijau (Atmadja 1996).

Terdapat sekitar delapan marga alga cokelat atau rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) di perairan Indonesia. Enam jenis di antaranya telah

dimanfaatkan oleh penduduk Indonesia untuk konsumsi langsung dan obat. Kelompok alga laut atau rumput laut coklat juga dimanfaatkan sebagai penghasil algin (alginofit), terutama jenis *Sargassum* sp, *Cystoseira* sp, dan *Turbinaria* sp. Marga *Sargassum* termasuk tumbuhan cosmopolitan yang hidup pada terumbu karang sampai daerah tubir. Alga ini tumbuh dengan baik pada terumbu karang karena alga ini suka melekat pada substrat keras (Ghufran, 2012).

Jenis - jenis rumput laut coklat yang banyak tersebar di beberapa daerah di Indonesia sangat mudah di temui di bagian utara pulau Jawa. Rumput laut coklat terutama penghasil alginat banyak ditemukan di pesisir pantai utara pulau Jawa, antara lain rumput laut yang terdapat di pesisir pantai Rembang dan Jepara. Umumnya, rumput laut coklat di daerah tersebut tumbuh secara liar dan belum dimanfaatkan dengan intensif. Pemanfaatan rumput laut coklat yang potensial antara lain digunakan sebagai sumber penghasil alginat. Rumput laut coklat yang digunakan diantaranya adalah jenis *Makrocystis*, *Turbinaria*, *Padina* dan *sargassum* sp. Kandungan alginat pada rumput laut coklat tergantung pada musim, tempat tumbuh, umur panen dan jenis rumput laut (Maharani dan Widyayanti, 2013).

Rumput laut coklat (*Sargassum* sp.) merupakan salah satu jenis rumput laut coklat yang potensial untuk dikembangkan. Rumput laut coklat ini dikenal sebagai penghasil algin dan iodine. Kandungan *thalli* yang terdapat pada rumput laut coklat ini lebih didominasi oleh pigmen dengan khlorofil a, c, beta karoten, violassantin dan fucosantin. Persediaan makanan dalam *thalli* pada alga coklat berupa laminarin (beta 1-3 ikatan glucan). Dinding selnya mengandung asam alginik dan garam alginat. Kandungan koloid yang paling utama pada alga coklat adalah algin yang diekstrak dari marga *Sargassum*, *Turbinaria* dan *Macrocystis*. Kandungan yang terdapat dalam koloid algin dimanfaatkan oleh industri kosmetik

untuk membuat bahan baku sabun, fomade, cream, body lution, sampo dan cat rambut. Di bidang industri farmasi, koloid algin digunakan untuk bahan pembuat kapsul obat, tablet, salep, emulsifier, suspensi dan stabilizer. Di bidang pertanian digunakan sebagai bahan campuran insektisida dan pelindung kayu, sedangkan di bidang industri makanan digunakan sebagai bahan saus, dan campuran mentega. Manfaat lainnya digunakan dalam industri fotografi, kertas, tekstil dan keramik. Di bidang kesehatan iodine yang terkandung di dalam rumput laut coklat "alginofit" digunakan sebagai obat pencegah penyakit gondok (Kadi, 2004).

Alga coklat umumnya memiliki *thallus* yang berwarna coklat kekuningan, dan dilengkapi dengan gelembung udara yang berfungsi sebagai pelampung, sehingga memungkinkan alga coklat tersebut dapat terapung. *Thallus* alga coklat dikenal mengandung kapur, sehingga tekstur *thallus* alga ini umumnya lebih keras dari *thallus* alga merah dan alga hijau (Widyastuti, 2009).

## 2.2. *Sargassum cristaefolium*

Di perairan Indonesia terdapat 28 spesies rumput laut coklat yang berasal dari 6 genus yaitu : *Dictyota*, *Padina*, *Hormophysa*, *Sargassum*, *Turbinaria*, dan *Hydroclathrus*. Spesies rumput laut coklat yang telah diidentifikasi yaitu *Sargassum* sp. sebanyak 14 spesies salah satunya yaitu *Sargassum cristaefolium*, *Turbinaria* sebanyak 4 spesies, *Hormophysa* 1 spesies, *Padina* 4 spesies, *Dictyota* 5 spesies, dan *Hydroclathrus* 1 spesies (Yunizal 2004).

*Sargassum* sp adalah salah satu jenis rumput laut yang bernilai ekonomis, tersebar luas di perairan Indonesia, tumbuh di perairan yang terlindung dan berombak besar pada habitat batu. *Sargassum* sp sangat potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai sumber alginat yang banyak dibutuhkan dalam industri makanan maupun non pangan (Bahar, 2012).

Menurut Kementerian Perdagangan Indonesia tahun 2013, *Sargassum sp* termasuk dalam kelas *Phaeophyceae*. Habitat dan sebarannya terdapat di perairan yang tenang maupun berombak besar pada habitat batu. Faktor alam yang banyak mempengaruhi pertumbuhannya adalah jenis substrat, cahaya matahari, kadar garam, dan lain-lain. Substrat dasar tempat melekatnya adalah berupa batu karang, abut, lumpur, pasir, kulit kerang, dan kayu. *Sargassum sp* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2, serta memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Divisop	: Thallophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Bangsa	: Fucales
Suku	: Sargassaceae
Marga	: Sargassum
Jenis	: Sargassum cristaefolium



**Gambar 1. *Sargassum cristaefolium*.  
Sumber: (Wardani, 2008).**

*Sargassum* berwarna pirang (coklat) atau coklat kehijau-hijauan sampai coklat tua dan kadang-kadang kuning keemasan. Kromatofornya mengandung klorofil A, xantofil, dan fikosantin. Fikosantin ini menutupi warna lainnya, sehingga ganggang ini berwarna pirang. Ganggang ini termasuk ganggang terapung yang melekat pada batu karang dan mempunyai gelembung udara yang terletak di ketiak daun yang digunakan sebagai alat pengapung. *Sargassum* memiliki bentuk yang mirip dengan bentuk tumbuhan darat, dengan akar, batang,

dan daun-daunnya. Disamping itu masih dilengkapi dengan gelembung-gelembung udara yaitu alat untuk mengapung. Pada umumnya ganggang ini melekat pada sebuah benda keras, misalnya karang mati. Abu dari *Sargassum* ini mengandung banyak kalium karbonat dan karbonat dari soda (Wardani, 2008).

*Sargassum* dari segi morfologi menyerupai tumbuhan tingkat tinggi karena thallusnya dapat dibedakan akar, batang, dan daunnya. Spesies itu juga memiliki holdfast berbentuk cakram, sebagai alat untuk melekat pada substrat. Terdapat cabang yang pada ujungnya terdapat gelembung udara, gelembung udara yang berukuran kecil, bulat, berdiameter antara 1,5 – 2 mm, bagian tersebut berfungsi sebagai alat pengapung di permukaan air jika holdfast terlepas dari substrat (Haryza *et al.*, 2006).

Ciri-ciri umum dari rumput laut coklat (*Sargassum cristaefolium*) adalah bentuk *thallus* yang umumnya silindris atau gepeng, cabangnya rimbun menyerupai pohon di darat, bentuk daun melebar, lonjong, atau seperti pedang, mempunyai gelembung udara (*bladder*) yang umumnya soliter, panjang umumnya mencapai 7 meter (di Indonesia terdapat 3 spesies yang panjangnya 3 meter), warna pada *thallus* tersebut umumnya adalah coklat. Di Kepulauan Seribu (Jakarta) alga ini biasa disebut *oseng*. Zat yang dapat diekstraksi dari alga ini berupa alginat yaitu suatu garam dari asam alginik yang mengandung ion sodium, kalsium dan barium (Aslan, 1999). *Sargassum* usia muda dan struktur bagian *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



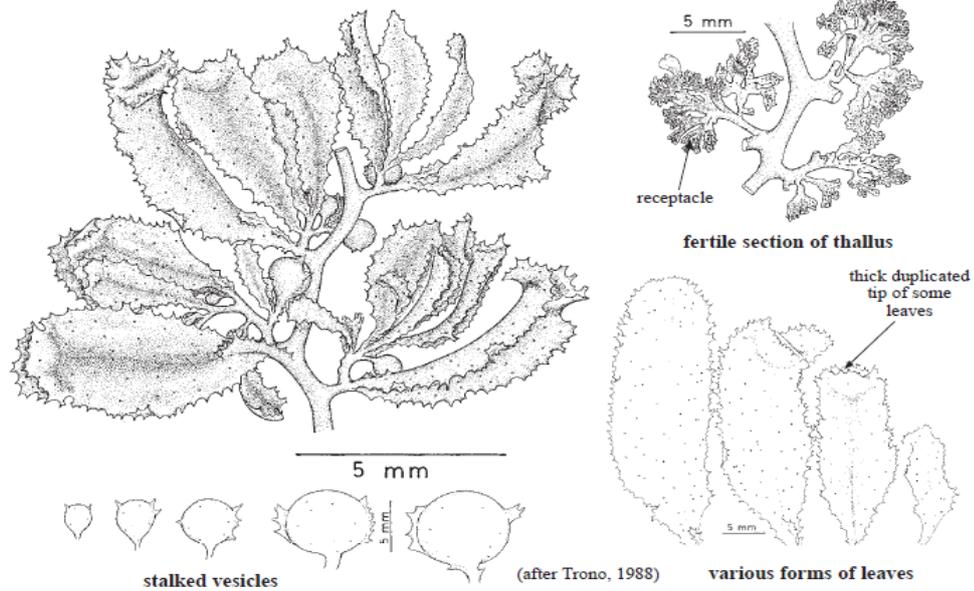
Gambar 2. *Sargassum* sp.  
Sumber: (Santi *et al.*, 2010).



Gambar 3. *Sargassum* sp. usia muda.  
Sumber: (Wulanningrum *et al.*, 2012).

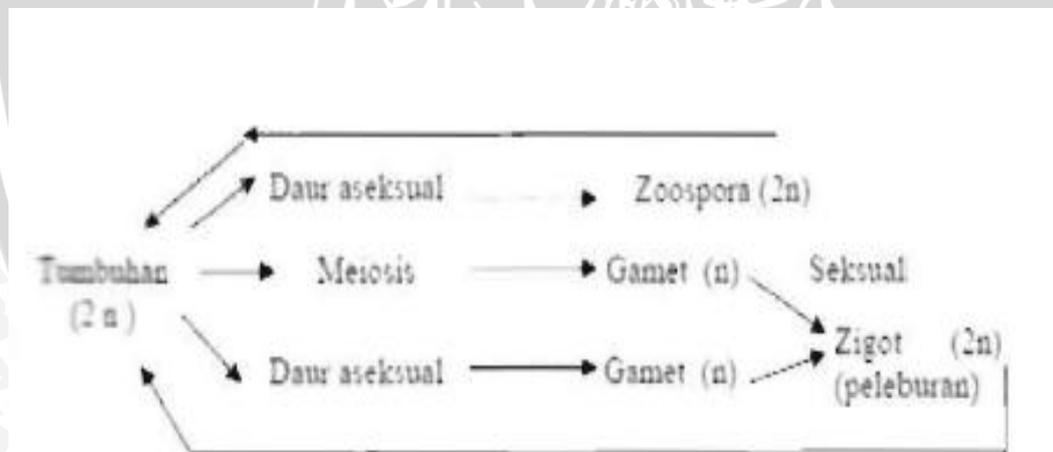
*Sargassum cristaefolium* C. Agardh, 1820

FAO names: En - Double-bladed sargassum.

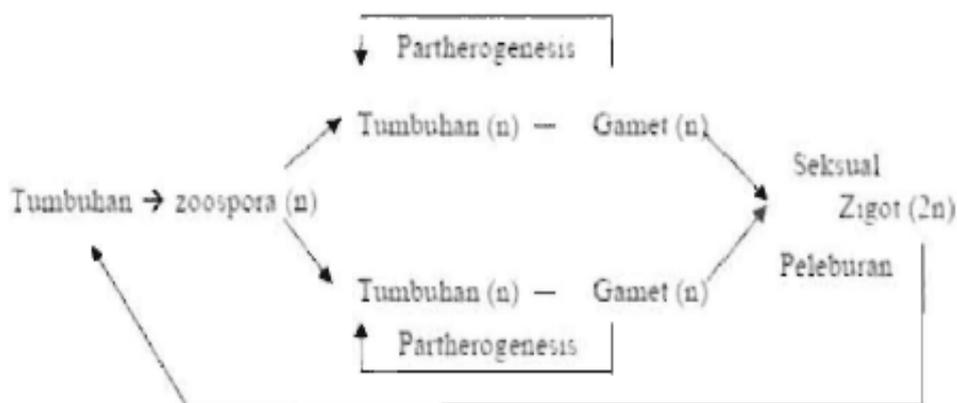


Gambar 4. Struktur bagian *Sargassum cristaefolium*.  
Sumber: (Trono, 1988).

Menurut Yulianto (2010), *Sargassum* banyak dijumpai di daerah perairan tropis, subtropis dan daerah bermusim dingin. Habitat alga sargassum tumbuh di perairan pada kedalaman 0,5 – 10 meter ada arus dan ombak. Pertumbuhan alga ini sebagai makro alga bentik melekat pada substrat dasar perairan. Di daerah tubir tumbuh membentuk rumpun besar, panjang thalli utama mencapai 0,5 – 3 meter dengan untaian cabang thalli terdapat kantong udara (bladder), selalu muncul di permukaan air. Perkembangbiakannya dapat terjadi melalui dua cara, yaitu secara vegetative melalui thallus dan secara generative melalui thallus diploid (tipe daur hidup haplobiontik diploid dan diplobiontik) yang menghasilkan spora dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Perbanyakan secara vegetative dikembangkan dengan cara stek, yaitu potongan *thallus* yang kemudian tumbuh menjadi tanaman baru. Sementara, perbanyakan secara generative dikembangkan melalui spora, baik secara alamiah maupun budidaya.



Gambar 5. Tipe daur hidup reproduksi seksual Haplobiontik Diploid.



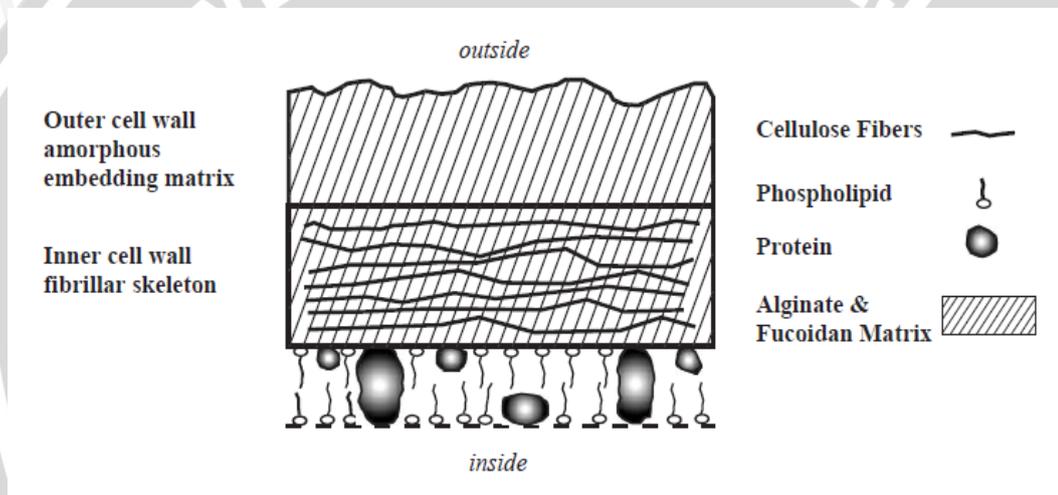
**Gambar 6. Tipe daur hidup reproduksi seksual Diplobiontik.**

Metabolit alga diklasifikasikan menjadi 2 yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer dibentuk dalam jumlah terbatas dan digunakan untuk pertumbuhan. Metabolit primer adalah senyawa polisakarida hidrokoloid seperti karaginan, agar dan alginat. Senyawa hidrokoloid tersebut telah digunakan dalam berbagai industri, terutama industri makanan, kosmetik dan obat-obatan. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan oleh organisme sebagai proteksi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim atau dari ancaman predator. Metabolit sekunder tidak digunakan untuk pertumbuhan dan dibentuk dari metabolit primer pada kondisi stress. Metabolit sekunder biasanya dalam bentuk senyawa bioaktif (Putranti, 2013).

Pada umumnya *Sargassum* tumbuh di daerah terumbu karang (*coral reef*) terutama di daerah rata-rata pasir (*sand flat*). Daerah ini akan kering pada saat surut rendah, mempunyai dasar berpasir, secara sporadic terdapat pula pada karang hidup atau mati. Pada batu-batu ini tumbuh dan melekat rumput laut coklat. Komponen utama dari alga adalah karbohidrat (*sugars or vegetable gums*), sedangkan komponen lainnya yaitu protein, lemak, abu (sodium dan potasium) dan air 80 - 90 %. Komposisi kimia rumput laut sangat dipengaruhi

oleh jenis spesies, habitat, tingkat kematangan, dan kondisi lingkungan sekitarnya. Selain itu, Komposisi rumput laut juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti temperatur, salinitas, cahaya, dan nutrisi (Putri, 2011).

Komposisi kimiawi rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) menurut Yunizal (2004) yaitu untuk kandungan karbohidratnya sebesar 19,06 %; kandungan proteinnya sebesar 5,53 %; kandungan lemaknya sebesar 0,74 %; kadar airnya sebesar 11,71 %; kandungan abunya sebesar 34,57 %; dan kandungan serat kasarnya sebesar 28,39 %. Struktur dinding sel alga coklat dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7: Struktur dinding sel alga coklat.**  
Sumber: (Davis *et al.*, 2003).

### 2.3. Pengeringan

Pengeringan adalah suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan cara menggunakan energi panas. Biasanya kandungan air bahan dikurangi sampai batas tertentu dimana mikroba tidak dapat tumbuh lagi pada bahan tersebut. Keuntungan pengeringan adalah bahan menjadi tahan lama disimpan dan volume bahan menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan pengepakan.

Selain itu, banyak bahan pangan yang hanya dapat dikonsumsi setelah dikeringkan, misalnya kopi dan teh. Proses pengeringan juga mempunyai beberapa kerugian, yaitu sifat bahan asal yang dikeringkan berubah, misal bentuk dan penampaknya, serta sifat mutu. Berbagai cara pengeringan telah banyak dilakukan dalam proses pengolahan hasil pertanian dan bahan pangan. Mulai dari pengeringan energi surya, pengeringan dengan energi panas, pengeringan tanpa energi panas (pengaruh tekanan), hingga pengeringan dengan menggunakan prinsip perbedaan sifat sorpsi-desorpsi isotermik. Pengeringan dengan sinar matahari sudah banyak dilakukan orang. Cara ini sangat sederhana sehingga setiap orang bisa mengerjakannya, bahkan tanpa alat sekalipun (Putri, 2011).

Faktor – faktor yang berpengaruh dalam pengeringan yaitu sifat fisik-kimia produk, media perantara panas atau wadah, sifat fisik alat pengeringan dan karakteristik alat pengering. Produk makanan mengalami periode kecepatan pengeringan konstan dengan awal yang cepat diikuti oleh periode kecepatan pengeringan menurun yang lebih lambat. Selama periode konstan, air menguap dari permukaan dengan kecepatan yang tergantung pada kondisi pengeringan. Tetapi setelah keadaan kritis tercapai, air yang menguap akan berdifusi dari bahan pangan (Haerunnisa, 2008).

#### **2.4. Pengujian Mineral**

Rumput laut mempunyai kadar abu (mineral) yang tinggi, hal ini diduga berhubungan dengan cara penyerapan hara mineralnya, disamping sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan perairan laut yang mengandung berbagai mineral dengan konsentrasi tinggi. Penyerapan hara mineral pada rumput laut coklat tersebut dilakukan melalui seluruh permukaan *thallus*, tidak

melalui akar, sehingga penyerapan hara mineral lebih efektif. Banyaknya hara mineral yang diserap mempengaruhi kadar abu pada jaringan rumput laut, sehingga kadar abu rumput laut ini tinggi (Setyawan *et al.*, 2004).

Rumput laut ("seaweed") *phaeophyta* atau makroalga coklat diketahui selain mengandung *phycocolloid* berupa senyawa polisakarida yaitu alginat, juga mengandung protein, lemak, dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalium. Makroalga coklat mengandung berbagai mineral penting seperti K, N, P, S, Fe, Mg, Na yang relative lebih tinggi dibandingkan dengan makroalga lainnya. Makroalga pada umumnya dapat ditemukan di perairan pantai yang mempunyai paparan terumbu (Soedjiarti *et al.*, 2010).

Rumput laut coklat diketahui mengandung polisakarida alginat, laminarin, fukoidin, selulosa, manitol. Selain itu, rumput laut coklat juga mengandung senyawa antioksidan (polifenol), vitamin C, dan mineral (Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, Mn, I, dan mineral lainnya). Alginat merupakan fikokoloid berupa polisakarida yang diekstrak dari rumput laut coklat (Murdinah, 2010). Alga coklat (*Sargassum* sp.) mengandung kandungan bahan kimia utama sebagai sumber alginat dan mengandung protein, vitamin C, mineral seperti Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, dan Mn, tanin, iodin, auxin dan fenol (Bactiar *et al.*, 2012).

Pertumbuhan dan biokimia alga membutuhkan adanya 15 – 20 elemen. Elemen tersebut antara lain *micronutrient* dan *macronutrient* yang memiliki fungsi berbeda. *Macronutrient* secara umum digunakan sebagai pembangun material utama, sedangkan *micronutrient* biasanya konstitusi logam pada enzim yang masuk pada reaksi biologi. *Macronutrient* yang digunakan alga antara lain C, H, O, N, P, S, K, Mg, Ca, Na. *micronutrient* pada alga antara lain Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, V, B, Cl, Co, dan Si (Jackson, 1964).

Alat yang digunakan untuk mengetahui kandungan logam dalam sampel bergantung pada jenis logam yang diperiksa dan tingkat sensitivitas pengukuran yang diperlukan. Umumnya logam diukur dengan sistem atomisasi dan kalorimetri. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan salah satu teknik analisis untuk mengukur jumlah unsur berdasarkan jumlah energi cahaya yang diserap oleh unsur tersebut dari sumber cahaya yang dipancarkan. Prinsip kerja alat ini berdasarkan penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*) yang mengandung unsur yang akan dianalisis. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logam (Arifin, 2008).

Spektrofotometer inframerah digunakan untuk penentuan struktur, khususnya senyawa organik. Sumber radiasi yang umum digunakan Neslert atau lampu glower dan menggunakan detektor termal. Radiasi inframerah hanya terbatas pada perubahan energi tingkat molekul, yang terjadi perbedaan dalam keadaan vibrasi. Syarat terbentuknya vibrasi pada molekul harus memiliki perubahan momen dipol (Rohmawati, 2008).

Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri ialah Spektrometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Anshori, 2005).

Menurut Susanna (2012), alat uji F-AAS merupakan salah satu alat uji pendukung akreditasi laboratorium, maka unjuk kerja alat uji dan metode uji yang digunakan perlu divalidasi dengan cara menentukan harga presisi, akurasi, bias dan verifikasi masing-masing unsur yang akan dianalisis, sehingga jaminan mutu metode uji dengan nyala (F-AAS) dapat tercapai sesuai yang dipersyaratkan. Dalam penelitian ini untuk membuat peta kendali digunakan data uji recovery hasil analisis unsur-unsur Ca dan Mg dalam sampel ATR. Untuk memperoleh hasil recovery yaitu dengan cara menambahkan standar Ca 2 ppm dan Mg 1 ppm ke dalam sampel ATR yang sudah dipekatkan 10 kali. Hasil analisis dengan metode F-AAS untuk konsentrasi standar Ca dan Mg yang diperoleh dibandingkan dengan konsentrasi standar Ca dan Mg yang ditambahkan ke dalam sampel akan diperoleh % recovery. Rumus perhitungan uji recovery adalah :  $\% \text{ Recovery} = \{(C1 - C2) / C3\} \times 100 \%$  (1), dimana C1 adalah konsentrasi unsur dalam sampel dan standar, C2 merupakan konsentrasi unsur dalam sampel, C3 merupakan konsentrasi unsur dalam standar.

Untuk pengujian mineral itu sendiri, dilakukan dengan menggunakan metode AAS yang memiliki beberapa keunggulan antara lain mempunyai kepekaan, ketepatan dan ketelitian yang tinggi serta bisa untuk menganalisis dalam orde ultra mikro (ppt). Pada metode ini dapat diujikan pada sampel logam contohnya Hg yang telah dipreparasi terlebih dahulu dan kandungan Hg tersebut ditentukan dengan atomisasi. Untuk memperoleh ketepatan hasil analisis perlu diperhatikan beberapa parameter yang berpengaruh pada metode AAS antara lain waktu pengadukan, waktu tunda, waktu pemanasan dan waktu pendinginan. Parameter - parameter yang berpengaruh pada metode AAS menurut simbolnya adalah sebagai berikut : waktu pengadukan (T1) = 70 detik, waktu pengadukan merupakan waktu yang diperlukan untuk mereduksi senyawa sampel. Waktu

tunda (T2) = 15 detik, waktu tunda merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyempurnakan proses reduksi sampel. Waktu pemanasan (T3) = 13 detik, waktu pemanasan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menguraikan kembali senyawa sampel yang tidak murni dan diuapkan kembali menjadi sampel lebih murni. Waktu pendinginan (T4) = 25 detik, waktu pendinginan adalah waktu yang diperlukan untuk mendinginkan kembali elektrode emas dengan menghembuskan udara dari kompresor secara mendadak dan cepat untuk menghindari kerusakan (Susanna, 2007).

Elemen mineral dianalisis dengan menggunakan *Atomic Absorbtion Spectrofotometer* (AAS), menurut Setyawan *et al.*, (2004) dengan urutan kerja sebagai berikut: rumput laut kering ditambah dengan 10 ml asam nitrat pekat dan dibiarkan selama semalam. Lalu dipanaskan hingga volume cairannya menjadi # 3 ml. Larutan ditambah dengan 2 ml larutan asam perklorat pekat, dan dipanaskan hingga larutan menjadi putih jernih. Kemudian diencerkan dengan aquades sampai 100 ml. Larutan yang diperoleh sebagai larutan induk. Larutan siap diukur kadar mineralnya dengan AAS.

## 2.5. Biosorpsi Mineral

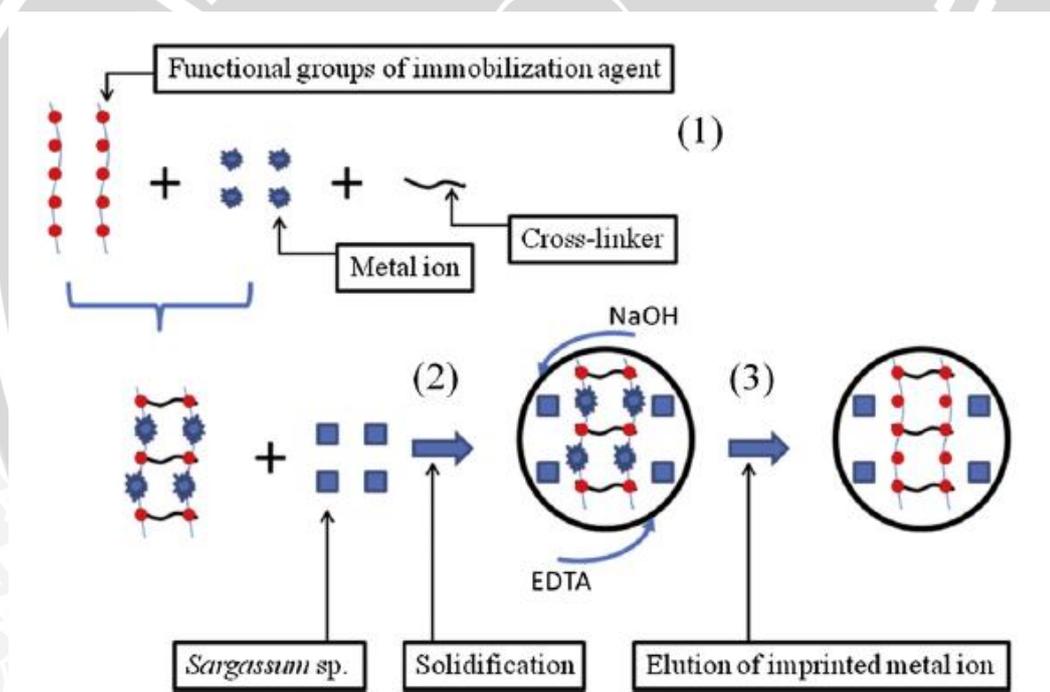
Biosorpsi dapat diartikan sebagai kemampuan dari materi biologis yang dapat mengakumulasi logam-logam berat dari air yang tercemar melalui media metabolisme atau pengambilan melalui jalan kimia-fisika. Biosorpsi dapat juga dikatakan sebagai sebuah kemampuan dari biomassa mikro yang inaktif/mati untuk mengikat dan menghimpun logam berat walaupun dari larutan yang sangat encer. Biosorpsi ion logam dengan menggunakan materi biologi yaitu alga, bakteri, jamur dan yeast mendapat perhatian besar atas kemajuan teknologi yang tidak biasa. Biomassa seperti alga, bakteri, jamur dan yeast menarik ion

logam dari perairan. Proses biosorpsi melibatkan beberapa mekanisme seperti ion-exchange, absorpsi fisik, kompleks dan endapan (Yahaya, 2008).

Menurut Haryza *et al.*, (2006) mengemukakan bahwa rumput laut mengandung zat pengatur tumbuh tanaman sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pertanian. Selain itu rumput laut juga mengandung gel yang mempunyai kemampuan menyerap air sehingga dapat menambah kelembaban apabila digunakan sebagai pupuk organik kapasitas penyimpanan dan penyerapan sel alga dengan ukuran potongan tertentu sangat berperan penting apabila dihubungkan dengan aplikasinya di bidang pertanian. Spesies *Sargassum sp* merupakan salah satu rumput laut yang merupakan kekayaan hayati di Indonesia. *Sargassum sp* merupakan salah satu spesies yang tergolong ke dalam kelas *Phaeophyceae* yang mengandung auksin dan giberelin pada tiap gramnya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi (Weber, Sawyer dan McCarty) menurut Rohmawati (2008) antara lain: 1). Waktu kontak dan pengocokan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi, di mana jika fase cair yang berisi adsorben dalam keadaan diam diperlukan pengocokan untuk mempercepat adsorpsi, 2). Luas permukaan adsorben sangat berpengaruh terutama untuk tersedianya tempat adsorpsi (semakin besar maka semakin besar pula adsorpsi yang dilakukan), 3). kemurnian adsorben, 4). Ukuran molekul adsorbat yang menentukan batas kemampuannya melewati ukuran pori adsorben, 5). Temperatur yang lebih rendah kecepatan adsorpsi akan naik dan akan turun pada temperatur lebih tinggi, 6) pH larutan menyebabkan perubahan sifat permukaan adsorben, sifat molekul adsorbat dan perubahan komposisi larutan, 7). Konsentrasi adsorbat meningkat maka absorpsi meningkat juga.

Kapasitas adsorpsi ion oleh adsorben adalah jumlah gugus yang dapat dipertukarkan dalam adsorben. Kapasitas penukaran adsorpsi ion dari suatu adsorben ialah jumlah ion yang dapat ditukar untuk setiap 1 gram adsorben kering, atau jumlah ion yang dapat ditukar untuk setiap 1 mL adsorben basah. Kapasitas adsorpsi ion ini biasanya dinyatakan dalam mg ion per gram adsorben kering atau dalam mg ek ion per mL adsorben basah. Besarnya nilai kapasitas adsorpsi suatu adsorben bergantung dari jumlah gugus-gugus ion yang dapat ditukarkan yang terkandung dalam setiap gram adsorben tersebut. Semakin besar jumlah gugus-gugus tersebut semakin besar pula nilai kapasitas adsorpsinya (Khalifah, 2007).



**Gambar 8. Ilustrasi biosorpsi *metal ion* pada *Sargassum sp.*  
Sumber: (Liu *et al.*, 2011).**

Menurut Liu *et al.*, (2011) Gambar 8. menunjukkan *metal ion* menggunakan lokasi ion sebagai awal menempelnya beberapa kelompok fungsional (bagian penyerapan) pada agen gabungan yang digunakan untuk penyerapan metal yang ditunjukkan pada nomor (1). Agen gabungan dan

*Sargassum sp.* bersatu menjadi satu bagian yang ditunjukkan pada nomor (2). Akhirnya, agen elution (EDTA dan NaOH) digunakan untuk mengosongi tempat menempelnya *metal ion* dari agen gabungan, maka mereka menjadi bebas dari *metal*.

## 2.6. Fikokoloid

Jenis-jenis rumput laut dari golongan rumput laut hijau, merah, dan coklat mempunyai potensi ekonomis penting. Akhir-akhir ini banyak industri memproduksi berbagai bahan yang bahan mentahnya berasal dari rumput laut. Produk industri terpenting dari rumput laut adalah *phycocolloid* dari rumput laut merah dan rumput laut coklat. *Phycocolloid* dari kedua kelompok rumput laut tersebut sangat dibutuhkan industri sebagai larutan emulsi, *gelling*, stabilisator, suspensi dan bahan pembeku/perekat (Wardani, 2008).

Rumput laut sebagai salah satu sumber hayati laut dan apabila diproses akan menghasilkan produk dasar (hasil dari proses metabolit primer). Senyawa hidrokoloid yang berasal dari rumput laut disebut juga senyawa fikokoloid. Senyawa fikokoloid sangat diperlukan keberadaannya dalam suatu produk karena berfungsi sebagai pembentuk gel, pengikat, penstabil, pengemulsi, pensuspensi, dan pendispersi (Anggadiredja *et al.*, 2006). Senyawa hidrokoloid yang berasal dari rumput laut ini merupakan bahan dasar lebih dari 500 jenis produk komersial yang banyak digunakan di berbagai industri. Senyawa hidrokoloid yang berasal dari rumput laut komersial di Indonesia antara lain karaginan (dihasilkan dari jenis-jenis karaginofit), agar (dihasilkan dari jenis-jenis agarofit) dan alginat (dihasilkan dari jenis-jenis alginofit) (Murdinah, 2010).

Fikokoloid atau hidrokoloid adalah suatu komponen primer rumput laut. Fikokoloid menjadi peranan penting dalam industri pangan dan non pangan.

Fikokoloid ini dapat digunakan sebagai bahan penstabil es krim. Fikokoloid ini dapat memproduksi kappa karaginan, iota karaginan, alginat, dan agar dengan menggunakan metode tertentu (Syahrul, 2005).

Hidrokoloid (fikokoloid) adalah suatu koloid larut dalam air yang mampu mengentalkan larutan atau membentuk gel dari larutan tersebut. Akhir-akhir ini istilah hidrokoloid yang merupakan kependekan dari koloid hidrofilik menggantikan istilah gum karena dinilai istilah gum tersebut terlalu luas artinya. Hidrokoloid sangat penting sebagai pembentuk sistem tekstur di dalam bahan makanan. Sifat-sifat larutan yang diperoleh sangat tergantung molekulnya, karena masing-masing hidrokoloid mempunyai bentuk molekul yang beragam maka sifat-sifat larutannya juga sangat berbeda-beda. Gel mungkin mengandung 99,9% air tetapi mempunyai sifat lebih khas seperti padatan, khususnya sifat elastisitas (*elasticity*) dan kekakuan (*rigidity*). Gelasi atau pemebeentukan gel merupakan fenomena yang menarik dengan sifat yang kompleks. Gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jala atau jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air didalamnya (Yulianto, 2007).

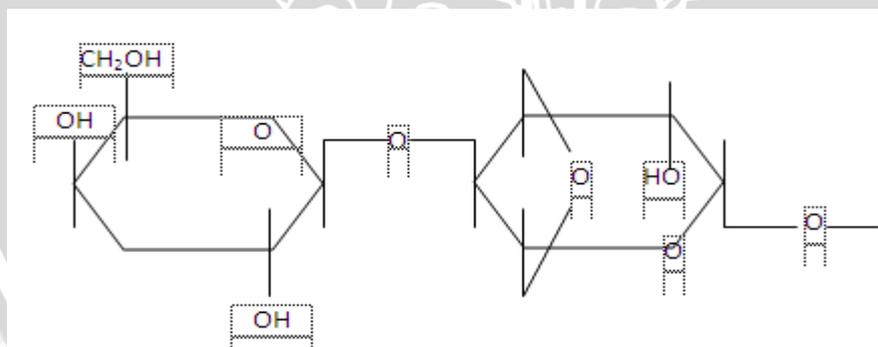
Gummi alami merupakan suatu polisakarida, dan secara umum polisakarida yang terdapat pada rumput laut disebut phycocolloid. Polisakarida terpenting pada rumput laut coklat adalah asam alginat dan turunannya seperti fukoidan, funoran dan laminaran yang merupakan komponen penyusun dinding sel seperti halnya selulosa dan pektin (Rija, 2009).

### 2.6.1. Agar-agar

Agar merupakan pikokoloid pertama yang digunakan sebagai bahan tambahan makanan sekitar kurang lebih 300 tahun yang lalu. Pikokoloid

merupakan produk gel yang diekstrak dari rumput laut tertentu dan digunakan pada bidang industri karena sifat koloid yang dimilikinya. Selain agar, koloid yang penting diproduksi oleh industri rumput laut adalah alginat dan karaginan yang digunakan sebagai pengental dan pembentuk gel pada makanan (Hasanah, 2007).

Menurut Poncomulyo *et al.*, (2006) agar agar adalah komoditas yang diekspor dan banyak diminati para pengusaha dalam skala industry. Di Indonesia agar - agar sudah mulai di produksi sejak tahun 1930 sampai sekarang. Menurut Loupatty (2010), molekul agar terdiri dari rantai linier galaktan. Galaktan adalah polimer dari galaktosa. Dalam menyusun senyawa agar – agar galaktosa dapat berupa rantai netral ataupun sudah tereduksi dengan metil atau asam sulfat. Galaktan yang sebagian monomer galaktosanya membentuk ester dengan metil disebut agarose. Sedangkan galaktan yang teresterkan dengan asam sulfat dikenal sebagai agaropektin. Struktur galaktan penyusun agar dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9. Struktur Agar.**  
**Sumber: (Loupatty, 2010).**

Menurut Widyastuti (2009), hasil penelitian sebelumnya agar dihasilkan oleh alga merah, namun dalam upaya pemanfaatan alga coklat yang memiliki keanekaragaman cukup tinggi, maka dilakukan penelitian ekstrak agar dari alga coklat. Bila dibandingkan sifat agar alga coklat dengan alga merah, maka sifat

agar yang dihasilkan oleh alga coklat tidak memiliki karakteristik kimiawi sebagai halnya agar pada umumnya. Sebagai contoh, agar yang dihasilkan oleh alga coklat tidak mampu membentuk gel pada suhu ruang. Berbeda dengan rendemen agar yang dihasilkan oleh alga merah, rendemen agar mampu membentuk gel dalam suhu ruang dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama, sedangkan rendemen agar alga coklat tetap dalam keadaan cair meskipun telah didiamkan selama tujuh jam di suhu ruang.

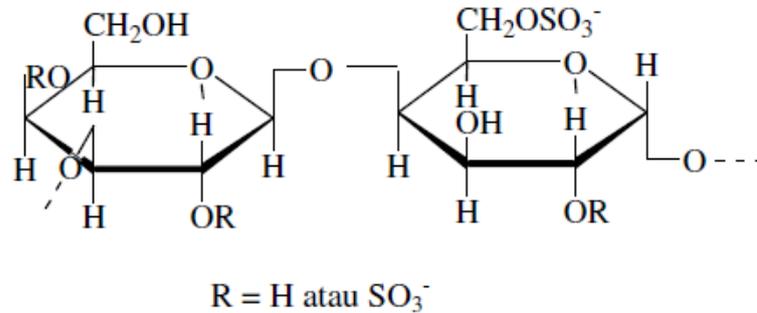
### 2.6.2. Karaginan

Karaginan dikenal memiliki 6 tipe yaitu kappa, iota, lambda, mu, nu, dan xi. Tipe yang paling komersial adalah kappa, iota, dan lambda (Murdinah, 2010). menurut metode ekstraksi karaginan Murdinah *et al.*, (2007) karaginan memiliki rendemen sebesar 26,72%. Analisis mutu karaginan dilakukan sesuai dengan persyaratan standart mutu ekspor. Analisis karaginan meliputi kadar air, kadar abu, kadar abu tak larut asam, pH dan kekuatan gel, viskositas.

Menurut Poncomulyo *et al.*, (2006), standar mutu karaginan yang ditetapkan FCC (Food Chemical Codex), FDA, dan FAO (Food and Agricultural organization) meliputi spesifikasikadar logam berat Pb, sulfat, air, abu, abu tak larut asam, bahan tak larut asam, dan viskositas larutan. Standar mutu Internasional berdasarkan ISO 9002 untuk produk karaginan pada.

Menurut Loupatty (2010), karaginan merupakan getah rumput laut yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali dari spesies tertentu. Karaginan merupakan polisakarida yang disusun dari sejumlah unit galaktosa dengan ikatan  $\alpha$  (1,3) D-galaktosa dan  $\beta$  (1,4) 3,6-anhidrogalaktosa secara bergantian, baik yang mengandung ester sulfat atau tanpa sulfat. Karaginan dibagi atas 3

kelompok utama yaitu Kappa, iota dan lambda karaginan, yang memiliki struktur dan bentuk seperti pada Gambar 10.



**Gambar 10. Struktur Karaginan.**

**Sumber: (Hijaz, 2009).**

### 2.6.3. Alginat

Algin merupakan salah satu dari bahan pikokoloid yang berfungsi sebagai bahan pengental, pengatur keseimbangan, pengemulsi dan pembentuk lapisan tipis tahan terhadap minyak. Oleh karena itu, algin banyak diperlukan tidak saja untuk industri tekstil tetapi juga untuk farmasi, pangan dan bahan kosmetik (Junianto, 2006). Menurut Tseng (1974), asam alginat tidak larut dalam air dingin dan hanya sedikit larut dalam air panas, akan tetapi tidak larut dalam alkohol, eter, dan gliserol. Garam-garam dari asam alginat seperti  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{NH}_4^+$  +  $\text{Ca}$ ,  $\text{Na}$  +  $\text{Ca}$ , dan propilen glikol.

Alginat adalah salah satu jenis polisakarida yang terdapat dalam dinding sel alga coklat dengan kadar mencapai 40% dari total berat kering dan memegang peranan penting dalam mempertahankan struktur jaringan sel alga. Asam alginat dari batang alga jenis *Laminaria* pada tanaman yang lebih tua relatif lebih stabil dibandingkan dengan yang masih muda. Kemungkinan perbedaan usia panen (waktu pengambilan) juga berpengaruh terhadap kadar natrium alginat *Sargassum echinocarphum*. Faktor lainnya adalah perbedaan

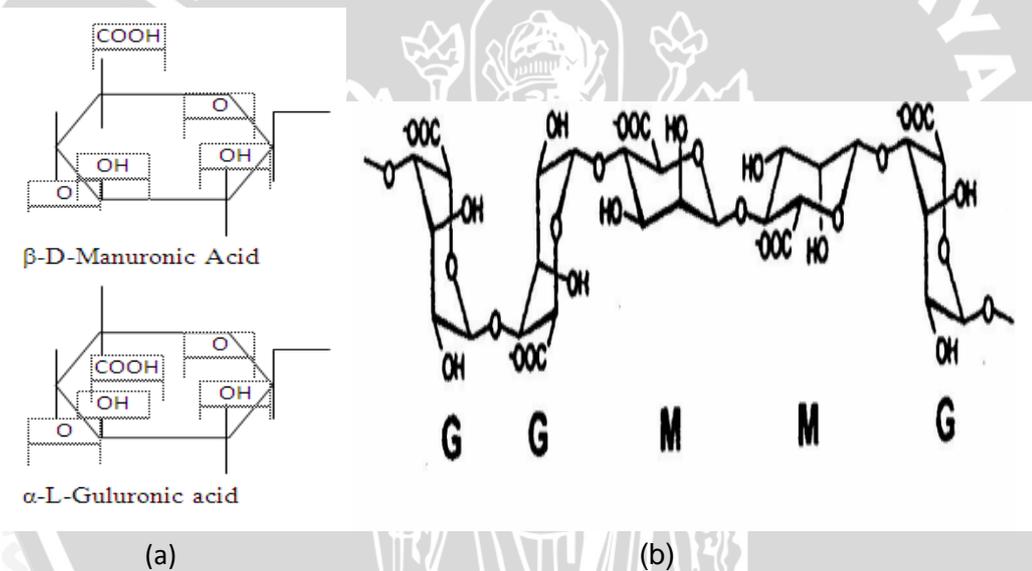
kondisi perairan pada waktu pengambilan sampel dilakukan. Alginat terdapat pada dinding sel alga coklat yang berperan memberikan sifat fleksibilitas (kelenturan) terhadap alga itu sendiri. Itulah sebabnya, alga coklat yang tumbuh di perairan yang beriak (turbulen) biasanya memiliki kandungan alginat yang lebih tinggi dibanding yang tumbuh di perairan yang relatif tenang (Rasyid, 2010).

Menurut Winarno (1996), larutan alginat tersebut dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia. Faktor fisik antara lain suhu, konsentrasi, ukuran, polimer, dan adanya pelarut dari air destilasi. Adapun faktor kimia antara lain pH, adanya sequestran, garam monovalen dan kation polivalen. Algin merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang, yang pada umumnya terdapat pada susunan dinding sel ganggang coklat. Ada dua bentuk algin yang umum dihasilkan untuk pengolahan lebih lanjut, yaitu asam alginat yang tidak larut dalam air dan natrium alginat yang larut dalam air. Asam alginat adalah karbohidrat yang membentuk koloid hidrofilik yang diekstraksi dengan garam alkali. Sedangkan natrium alginat adalah produk dari karbohidrat yang telah dipurifikasi dan diekstraksi dari alga laut coklat dengan garam alkali dengan rumus molekul  $(C_6H_7O_6Na)_n$ . Dalam industri makanan algin dimanfaatkan untuk pembuatan es krim, susu es, roti, kue, permen, mentega, saus pengalengan daging, selai, sirup dan pudding instant. Adapun pada minuman digunakan untuk menambah busa dalam beer. Untuk bidang farmasi algin digunakan sebagai pembentuk tablet, salep, kapsul, plester, filter, dan sebagai media pencetak gigi. Pada kosmetik untuk cream, lotion, sampo, dan cat rambut. Selain itu algin digunakan pula dalam industri kertas, tekstil, fotografi, keramik, bahan pengawet kayu, insektisida dan peptisida.

Menurut Poncomulyo *et al.*, (2006) natrium alginat merupakan *food grade* yang harus bebas dari selulose dan warnanya sudah dilunturkan, sehingga

menjadi putih. Sedangkan untuk yang mutu industrial masih ada toleransi untuk warna dan beberapa bagian dari selulose dengan warna coklat sampai mengarah ke putih dengan kisaran pH 3.5 – 10, viskositas larutan 1% alginat, kadar air 5 - 20% dengan ukuran partikel 10 - 200 standar mesh.

Menurut Loupatty (2010), Alginat merupakan senyawa hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut coklat (*Phaeophyceae*), terutama dari genus *Sargassum*, *Turbinaria*, *Laminaria*, dll. Alginat merupakan polimer linier yang disusun oleh dua unit monomerik, yaitu  $\beta$  - D manuronie acid dan unit monomerik asam alginat yang dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. (a) Struktur Alginat (Loupatty, 2010); (b) Struktur Alginat (Wardani, 2008).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2014. Sampel alga coklat *Sargassum cristaefolium* diambil dari perairan Talango, Kabupaten Sumeneb, Madura. Penelitian untuk pembuatan alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Pengujian FTIR dilakukan di Laboraturium Bersama, Universitas Negeri Malang. Serta, untuk pengujian mineral pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Jasa Tirta Malang.

#### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan utama dari penelitian ini adalah alga coklat. Alga coklat yang digunakan ialah alga coklat *Sargassum cristaefolium* yang diperoleh dari Desa Cabiya, Kecamatan Talango, Kabupaten, Sumeneb, Madura, Jawa Timur. sedangkan bahan yang lain adalah bahan untuk proses pengujian FTIR dan pengujian mineral (Cl, Na, K, Ca, Mg, Zn, SO<sub>4</sub>, I, Pb, Hg dan Cd).

Bahan yang digunakan untuk proses pembuatan alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering yang dikeringkan dengan sinar matahari (2 x 24 jam adalah air tawar dan koran, serta alat yang digunakan adalah naman, *coolbox*, gunting, pisau, serbet, sikat, baskom, timbangan digital, blender *miyako*, dan ember besar.

Bahan yang digunakan untuk pengujian mineral yaitu aquadest, kertas label, nitrat pekat dan perklorat pekat. Peralatan yang digunakan untuk pengujian

mineral yaitu alat *atomic absorption spectrometry* (AAS) tipe AA-6800 merk Shimadzu, *beaker glass* 50 ml, spatula, labu ukur 10 ml, vial polietilen ukuran 5 ml, mikro pipet, dan timbangan analitik yang diperoleh dari Laboraturim Kualitas Air, Jasa Tirta Malang.

Bahan yang digunakan untuk pengujian fikokoloid (agar, karaginan, dan alginat) yaitu alga coklat kering, aquadest pH netral, KOH, dan asam asetat glacial, KCl, CaCl<sub>2</sub>, HCl, pH paper, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, serta alkohol. Peralatan yang digunakan antara lain *beaker glass* 1000 ml merk *pyrex* dan *herma*, gelas ukur 100 ml merk *pyrex*, spatula, *waterbath*, cawan petri, nampan, pisau dan blender *miyako* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Bahan yang digunakan untuk pengujian FTIR yaitu bahan fikokoloid halus yang sudah diayak, plastik klip, tissue, KBr (Kalium Bromida), serta kertas label. Peralatan yang digunakan yaitu ayakan 100 mesh, blender, sendok bahan, alat Uji FTIR adalah IRPrestige-21 yang diperoleh dari Laboratorium bersama, Universitas Negeri Malang, Malang.

### 3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis metode eksploratif deskriptif. Menurut Syahza (2014), metode eksploratif deskriptif ini merupakan metode penelitian studi kasus (mempelajari) tanpa memakai hipotesis dan mendiskripsikannya sesuai keadaan sekarang. Metode ini dilakukan untuk mencapai tujuan utama yaitu mengetahui profil mineral pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering dan kandungan fikokoloid dari alga coklat tersebut. Alga coklat *Sargassum cristaefolium* ini akan diberi perlakuan

kering dengan cara rumput laut dikeringkan dengan sinar matahari selama 2 x 24 jam).

Metode pengujian mineral yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*), sedangkan metode pengujian fikokoloidnya menggunakan metode ekstraksi untuk menentukan rendemen dari karaginan, agar, dan alginat.

### **3.4. Prosedur Analisis**

#### **3.4.1. Pengambilan Sampel Rumput Laut**

Sampel rumput laut coklat (*Sargassum cristaefolium*) yang sudah dipanen dari perairan Talango, Kabupaten Sumeneb, Madura. Rumput laut ini diambil pada saat laut sedang surut dan diambil pada sore hari. Rumput laut yang sudah dipanen langsung dibersihkan dari benda asing dan dibasuh menggunakan air laut. Setelah rumput laut bersih dimasukkan dalam wadah plastik (kantong plastik) dan ditambahkan sedikit air laut agar dapat mempertahankan keadaan sesuai dengan kondisi lingkungannya yang awal. Kantong plastik yang sudah siap kemas kemudian dimasukkan dalam *cool-box* yang sudah terisi es batu secukupnya, hal ini dilakukan untuk mempertahankan kesegaran rumput laut coklat itu sendiri selama pengangkutan.

#### **3.4.2. Proses Pencucian Sampel Rumput Laut**

Setelah sampai di Laboratorium sampel terlebih dahulu dibersihkan dari batu kerkil dan kotoran yang menempel. Kemudian dicuci dengan air mengalir atau air tawar (air kran) untuk menghilangkan pasir-pasir yang menempel pada rumput laut coklat. Setelah dicuci sampai bersih, rumput laut di pisahkan antara

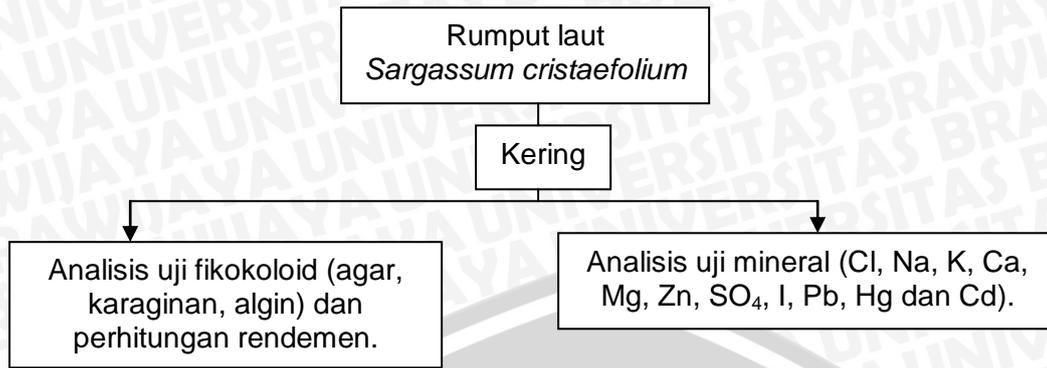
daun dan batang. Daun dan batang tersebut dibersihkan lagi menggunakan air mengalir sampai benar-benar bersih.

#### 3.4.3. Proses Pengeringan Sampel Rumput Laut

Pembuatan sampel kering yang akan digunakan terlebih dahulu dicuci bersih dan dipisahkan antara batang dan daun, rumput laut yang sudah bersih dan terpisah antara batang dan daun dikeringkan di bawah terik matahari selama 2 hari (2 x 24 jam). Pengeringan adalah suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan cara menggunakan energi panas. Biasanya kandungan air bahan dikurangi sampai batas tertentu dimana mikroba tidak dapat tumbuh lagi pada bahan tersebut. Keuntungan pengeringan adalah bahan menjadi tahan lama disimpan dan volume bahan menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan pengepakan. Untuk mempermudah proses selanjutnya sampel rumput laut kering dihaluskan dengan blender. Setelah halus ditimbang dengan timbangan digital untuk mengetahui berat rumput laut, lalu dimasukkan dalam kantong plastik klip yang telah diberi label dan disimpan dalam kondisi kering.

#### 3.4.4. Prosedur Analisis

Analisis dilakukan terhadap sampel dengan perlakuan kering pada batang dan daun alga coklat *Sargassum cristaefolium*. Rumput laut yang sudah diberi perlakuan kering di analisis mineral dan analisis fikokoloid. Gambaran prosedur penelitiannya dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Skema kerja prosedur penelitian.**

### 3.5. Parameter Uji

#### 3.5.1. Pengujian Fikokoloid

Senyawa fikokoloid sangat diperlukan keberadaannya dalam suatu produk karena berfungsi sebagai pembentuk gel, pengikat, penstabil, pengemulsi, pensuspensi, dan pendispersi. Rumput laut coklat diketahui mengandung polisakarida alginat, laminarin, fukoidin, selulosa, manitol, selain itu mengandung senyawa antioksidan (polifenol), vitamin C dan mineral (Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, Mn, I, dan mineral lainnya) (Murdinah, 2010).

Untuk melakukan ekstraksi rumput laut untuk menghasilkan fikokoloid (agar, karaginan, dan alginat) pertama-tama persiapan sampel yang akan diekstraksi. Untuk pembuatan agar-agar (Widyastuti, 2009) diperlukan sampel sebanyak 50 gram rumput laut kering. Sampel tersebut dipanaskan dalam 1000 ml KOH 3% dengan suhu 80° - 95° C selama 1 jam. Setelah dipanaskan 1 jam, sampel disaring dengan kain blacu untuk mendapatkan residu. Residu tersebut dibilas dengan air mengalir, kemudian ditimbang beratnya. Sampel yang sudah ditimbang ditambahkan air sebanyak 2 kali berat residu dengan penambahan asam asetat glacial 0,5 % (sampai pH 6-7). Setelah pH mencapai 6 - 7 diekstraksi dengan cara direbus pada suhu 80°-95° C selama 1 jam dan diaduk

secara periodik. Sampel yang sudah direbus selama 1 jam, dihaluskan dengan blender dan direbus lagi selama 3 jam. Setelah 3 jam dilakukan penyaringan kedua untuk memperoleh filtrat. Filtrate dicetak dalam loyang, serta dikeringkan dengan oven pada suhu  $60^{\circ}$  -  $65^{\circ}$  C selama 24 jam.

Menurut Distantina (2010), pembuatan karaginan diperlukan 25 gram rumput laut kering. 25 gram sampel direndam aquades (1:25) selama 24 jam. Sampel yang direndam selama 24 jam dipanaskan 30 menit pada suhu  $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$  C. Untuk mempercepat reaksi maka sampel dihaluskan dengan blender. Sampel yang sudah halus ditambahkan dengan KOH 6% dan direbus dengan suhu  $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$  C selama 2 jam. Sampel ditambahkan KCl 1,5 % pada 30 menit terakhir. Sampel yang sudah direbus disaring dengan kain saring untuk memperoleh residu. Residu yang diperoleh dicuci dengan larutan KCl 15 % sebanyak 2 kali. Setelah pencucian, sampel di masukkan dalam nampan dan dikeringkan dengan oven pada suhu  $50^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  C selama 24 jam.

Menurut Wardani (2008), pembuatan alginat diperlukan 25 gram rumput laut kering. Sampel rumput laut kering direndam larutan CaCl 1% 200 ml selama 2 jam. Sampel yang sudah direndam selama 2 jam dicuci sampai bersih dengan air mengalir. Sampel bersih direndam dalam larutan HCl 2% 200 ml selama 30 menit. Sampel yang sudah direndam 30 menit dicuci bersih sampai pH netral (pH 7), serta di haluskan dengan blender sambil ditambahkan dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  4% 200 ml sampai menjadi bubur rumput laut. Bubur rumput laut dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu  $90^{\circ}$  C selama 2 jam dan diaduk secara periodik. Setelah itu, dilakukan pengenceran dengan menambahkan aquades dengan perbandingan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  4% : aquades adalah 3 : 7. Kemudian larutan yang dihasilkan disaring menggunakan kain saring sehingga diperoleh filtrat. Filtrat tersebut dipanaskan hingga  $40^{\circ}$  C kemudian digumpalkan menggunakan larutan

CaCl<sub>2</sub> 10% dengan perbandingan CaCl<sub>2</sub> 10% : filtrate = 1 : 5 dan diaduk selama 15 menit hingga diperoleh gumpalan kalsium alginat. Filtrat sisa digumpalkan dengan larutan CaCl<sub>2</sub> 5% dengan perbandingan CaCl<sub>2</sub> 5% : filtrat = 1 : 5 hingga diperoleh gumpalan kalsium alginat. Kemudian kalsium alginat yang diperoleh diasamkan dengan HCl 5% sedikit demi sedikit hingga diperoleh pH kalsium alginat 2-3 dan kemudian dicuci dengan alkohol 95% dengan perbandingan alkohol 95% : kalsium alginat = 1 : 1, dengan cara direndam sambil diaduk secara periodik selama 20 menit dan disaring. Setelah itu dilakukan *incorporation* Na menggunakan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% dengan perbandingan kalsium alginat : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% adalah 1 : 1,5 selama 1 jam sambil diaduk secara periodik. Kemudian dilakukan pencucian kembali menggunakan alkohol 95% sebanyak 2 kali. Tahap terakhir dengan pengeringan dalam oven pada suhu 70°-75° C selama 8 jam.

Setelah semua sampel kering dari proses pengeringan dihitung berat rendemennya. Rendemen merupakan persentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dapat dimanfaatkan dengan berat total bahan. Nilai rendemen ini berguna untuk mengetahui nilai ekonomis suatu produk atau bahan. Apabila nilai rendemen suatu produk atau bahan semakin tinggi, maka nilai ekonomisnya juga semakin tinggi sehingga pemanfaatannya dapat menjadi lebih efektif (Putri, 2011).

Menurut Falaah *et al.*, (2014) perhitungan yield yang dihitung berdasarkan rasio antara berat hasil sampel yang dihasilkan dengan berat rumput laut kering yang digunakan. Dengan persamaan :

$$\text{Yield (\%)} = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = berat hasil sampel yang dihasilkan (gram)

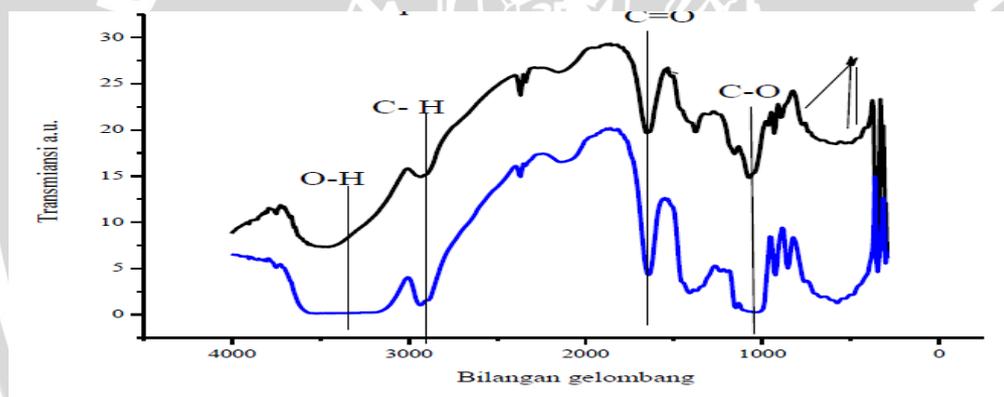
B = berat rumput laut kering yang digunakan (gram).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

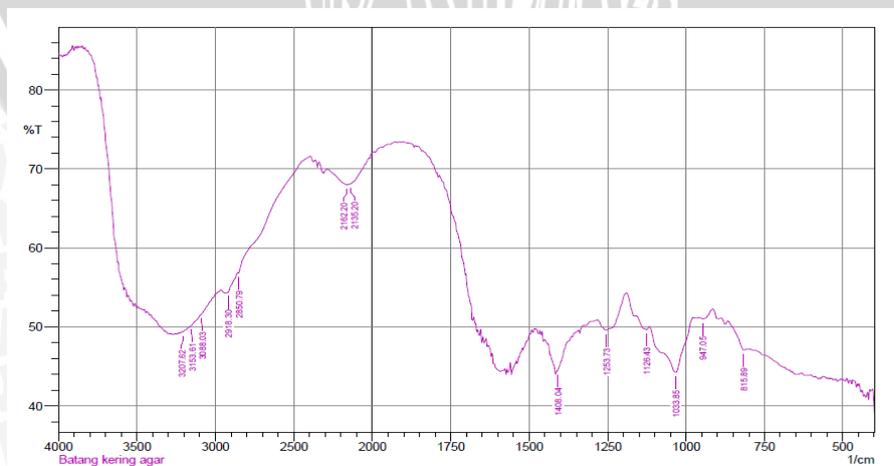
Hasil penelitian terhadap alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering meliputi beberapa parameter antara lain perhitungan rendemen, pengujian FTIR, dan pengujian mineral (Cl, Na, K, Ca, Mg, Zn, SO<sub>4</sub>, I, Pb, Hg dan Cd).

##### 4.1. Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

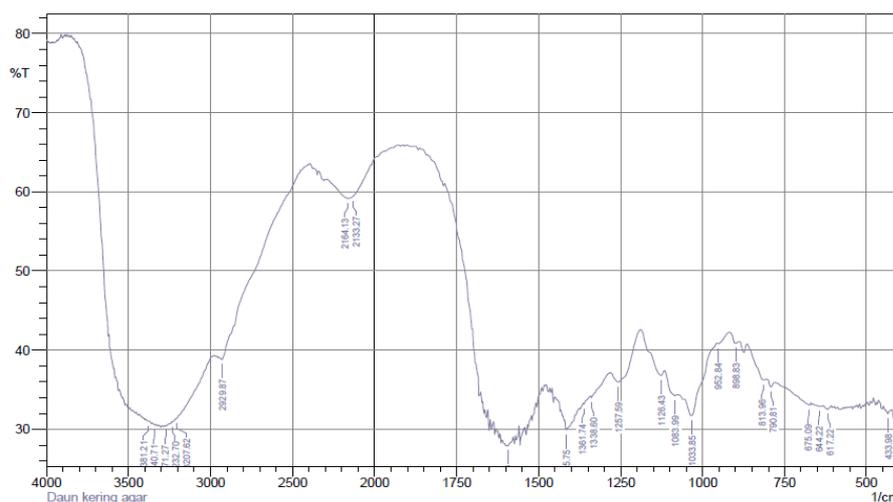
Pengujian gugus fungsional ini dilakukan dengan spektrofotometer Infra Merah (FTIR). Analisis FTIR ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari suatu bahan atau matriks yang dihasilkan. Identifikasi gugus fungsi dalam sampel pada analisis FTIR dapat dilihat pada Gambar 13 sampai Gambar 15.



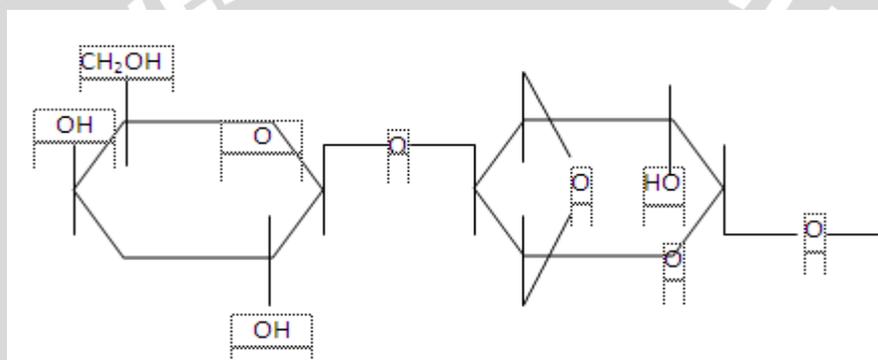
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 13. (a) FTIR agar (Kasfillah, 2013); (b) FTIR agar dari batang alga coklat *Sargassum cristaefolium*; (c) FTIR agar dari batang alga coklat *Sargassum cristaefolium*; (d) Struktur agar (Loupatty, 2010).

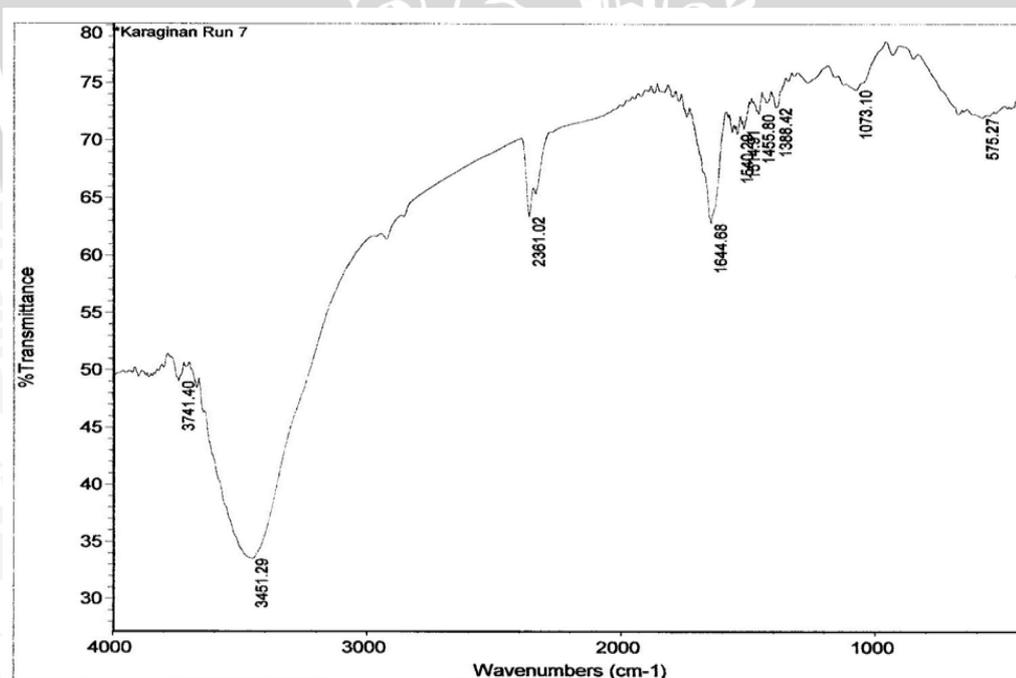
Tabel 1. Data Perbandingan FTIR agar alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan standart *phycocolloids*

GUGUS FUNGSI	BILANGAN GELOMBANG		
	BATANG (cm <sup>-1</sup> )	DAUN (cm <sup>-1</sup> )	STANDART (cm <sup>-1</sup> ) (Kasfillah, 2013)
O-H	3500 - 3200	3500 - 3200	3330-3500
C-H	2850 - 2970 & 1340 - 1470	2850 - 2970 & 1340-1470	2840-3000
C≡C	2100 - 2260	2100 - 2260	-
C-O	1050 - 1300	1050 - 1300	1000 - 1300
C-H alkena	675 - 995	675 - 995	-
NO <sub>2</sub>	-	1300 - 1570	-
C-N	-	1180 - 1360	-
C-H cincin aromatik	690 - 900	690 - 900	-

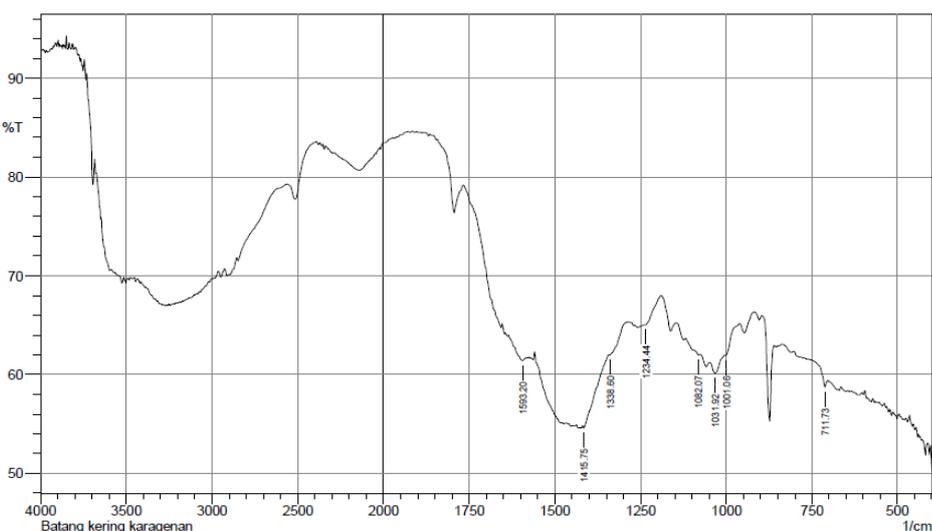
Tabel 1. menjelaskan gugus fungsi pada agar batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* memiliki panjang gelombang pada daerah sekitar 3500 - 3200  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Bilangan gelombang 2850 – 2970 dan 1340 – 1470  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H. pada bilangan gelombang 2100 – 2260  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{C}\equiv\text{C}$ . Angka gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alkohol / eter / asam karboksilat / ester. Angka gelombang 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena, dan angka gelombang 690 – 900  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik. Sedangkan, daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki panjang gelombang pada daerah sekitar 3500 - 3200  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Bilangan gelombang 2850 – 2970 dan 1340 – 1470  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H. pada bilangan gelombang 2100 – 2260  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{C}\equiv\text{C}$ . Pada angka gelombang 1300 – 1570  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Angka gelombang 1180 – 1360  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida. Angka gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alkohol / eter/ asam karboksilat / ester. Angka gelombang 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena, sedangkan angka gelombang 690 – 900  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik. Perbandingan yang dapat dilihat dari standart yaitu adanya gugus O-H pada panjang gelombang 3330 - 3500  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H pada panjang gelombang 2840 - 3000  $\text{cm}^{-1}$ , serta gugus C-O pada panjang gelombang 1000 – 1300  $\text{cm}^{-1}$ .

Menurut Pereira *et al.*, (2003) hasil perbandingan FT-Raman dan FTIR ekstrak agar dari *G. gracilis* terdapat panjang gelombang 740 – 770  $\text{cm}^{-1}$ , FT-Raman menunjukkan gelombang yang kuat dan FTIR lemah. Pada gelombang

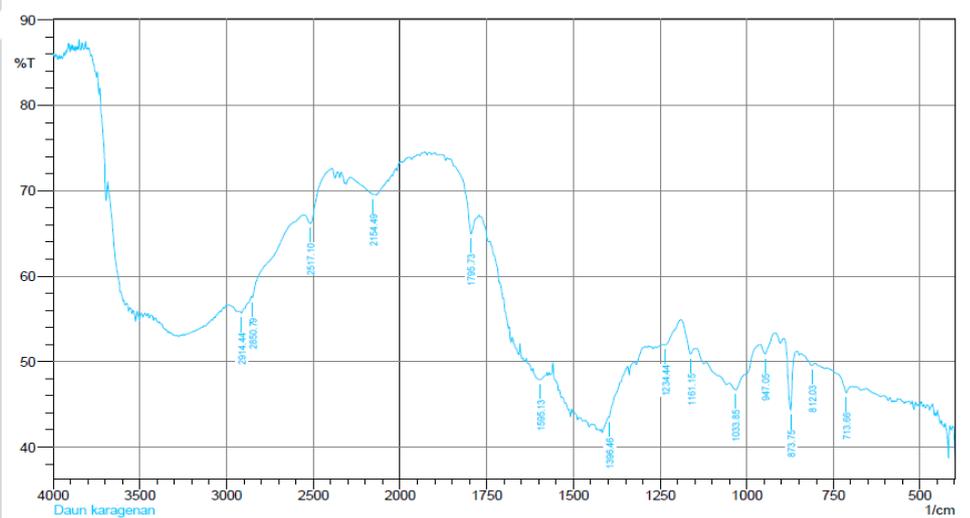
ini menunjukkan adanya cicin galaktosa. FT-Raman menunjukkan spectrum yang kuat pada gelombang  $837\text{ cm}^{-1}$ , sedangkan pada FTIR tidak ada. Gelombang tersebut menunjukkan gugus CH yang berpasangan dengan C-OH. Spectrum gelombang  $890\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gelombang istimewa yang merupakan spectrum agar yang kuat dan utama yaitu C-H. Gelombang spectrum agar yang paling mencolok dari FT-Raman adalah gelombang  $1079\text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus C-O dan C-H yang renggang berubah bentuk menjadi C-C-O dan C-O-H. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian pada Tabel 2. terdapat sedikit perbedaan diantara gelombang yang dihasilkan. Namun, gugus fungsi yang dimiliki *Sargassum cristaefolium* kering pada batang dan daun memiliki gugus fungsi C-H. Gugus fungsi C-H ini merupakan karakteristik terpenting dari agar. *Peak* yang berbeda dengan standart tersebut dikarenakan perbedaan jenis alga dan habitatnya. Jika dikaitkan dengan hasil akhir ekstraksi agar antara daun dan batang hasilnya tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan kandungan *phycocolloids* agar di daun dan batang memiliki jumlah yang hampir sama.



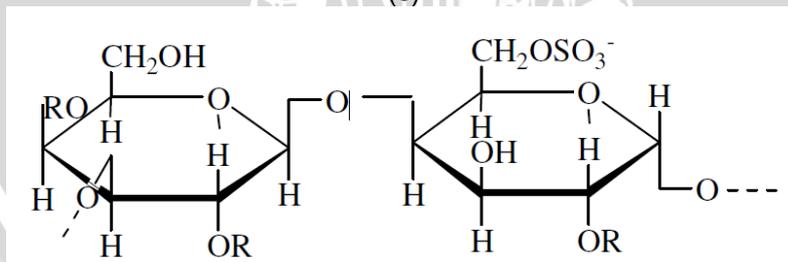
(a)



(b)



(c)



R = H atau SO<sub>3</sub><sup>-</sup>

(d)

Gambar 14. (a) Karaginan standart (Falaah *et al.*, 2014); (b) FTIR karaginan dari batang alga coklat *Sargassum cristaefolium*; (c) FTIR karaginan dari batang alga coklat *Sargassum cristaefolium*; (d) Struktur dasar karaginan (Hijaz, 2009).

Tabel 2. Data Perbandingan FTIR karaginan alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan standart *phycocolloids*

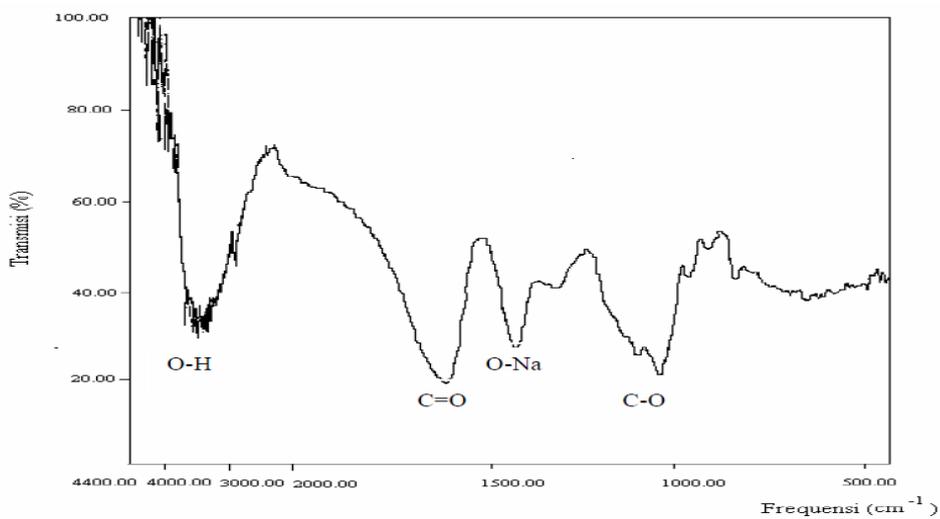
GUGUS FUNGSI	PANJANG GELOMBANG		
	BATANG (cm <sup>-1</sup> )	DAUN (cm <sup>-1</sup> )	STANDART (cm <sup>-1</sup> ) (Falaah <i>et al.</i> , 2014)
O-H	-	-	3451 - 3741
C-H	1340 - 1470	2850 - 2970 & 1340- 1470	1388 - 2361
C≡C	-	2100 – 2260	-
S-O	-	-	1210 - 1260
C-O	1050 – 1300	-	1073 - 1080
C-H alkena	675 – 995	675 – 995	575 - 995
NO <sub>2</sub>	1300 – 1570	1300 – 1570	-
C-N	1180 – 1360	1180 – 1360	-
C-H cincin aromatik	-	-	-

Tabel 2. menjelaskan gugus fungsi pada FTIR karaginan batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki panjang gelombang pada daerah sekitar 1300 – 1570 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus NO<sub>2</sub> senyawa-senyawa nitro. Bilangan gelombang 2850 – 2970 dan 1340 – 1470 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-H. Angka gelombang 1180 – 1360 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida. Angka gelombang 1050 – 1300 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-O alkohol / eter/ asam karboksilat / ester. Angka gelombang 675 – 995 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-H alkena. Sedangkan pada karaginan daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki panjang gelombang pada bilangan 2850 – 2970 dan 1340 – 1470 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-H (alkana). Pada bilangan gelombang 2100 – 2260 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C≡C (alkuna). Pada angka gelombang 1300 – 1570 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus NO<sub>2</sub> senyawa-senyawa nitro. Angka gelombang 1180 – 1360 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida, sedangkan angka gelombang 675 – 995 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-H alkena. Perbandingan yang dapat dilihat dari standart yaitu adanya gugus O-H dengan panjang gelombang

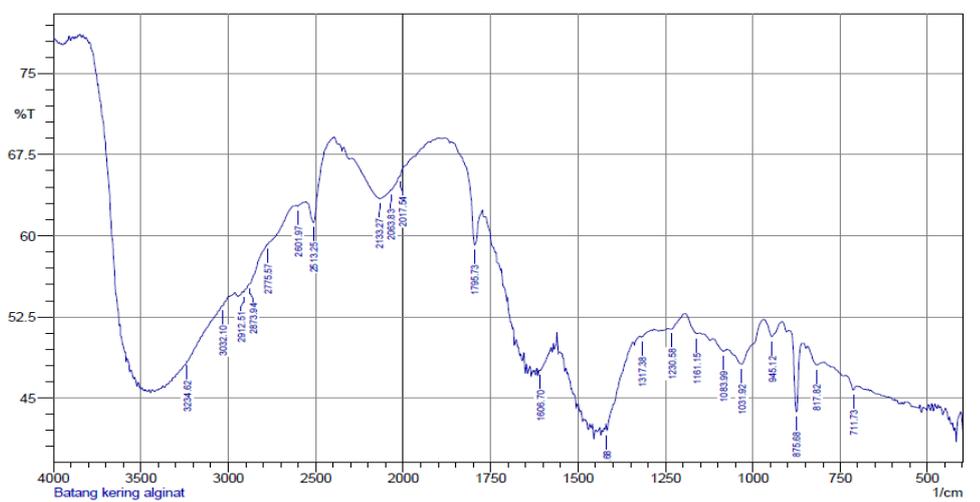
3451 – 3741  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H pada panjang gelombang 1388 - 2361  $\text{cm}^{-1}$ , gugus S-O pada panjang gelombang 1210 – 1260  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-O pada panjang gelombang 1073 - 1080  $\text{cm}^{-1}$ , serta gugus C-H alkena pada panjang gelombang 575 – 995  $\text{cm}^{-1}$ .

Menurut Pereira *et al.*, (2003) FTIR dan FT-Raman spectrum karaginan pada *M. stellatus*, *C. crispus*, *C. jubata*, dan *C. acicularis* menunjukkan penyerapan gelombang pada daerah 1210 – 1260  $\text{cm}^{-1}$  (S=O sulfat ester) dan pada daerah 1010 – 1080  $\text{cm}^{-1}$  semuanya merupakan tipe karaginan. Kelompok karakter kimia yang menunjukkan karaginan ialah: 3,6-anhydro-D-galaktosa pada 925 – 935  $\text{cm}^{-1}$ , D-galaktosa-4-sulfat pada 840 – 850  $\text{cm}^{-1}$ , D-galaktosa-2-sulfat pada 820 – 830  $\text{cm}^{-1}$ , D-galaktosa-6-sulfat pada 800 -805  $\text{cm}^{-1}$ . Jika dibandingkan dengan hasil penelitian, terdapat beberapa gelombang yang bergeser namun memiliki gugus fungsi yang sama.

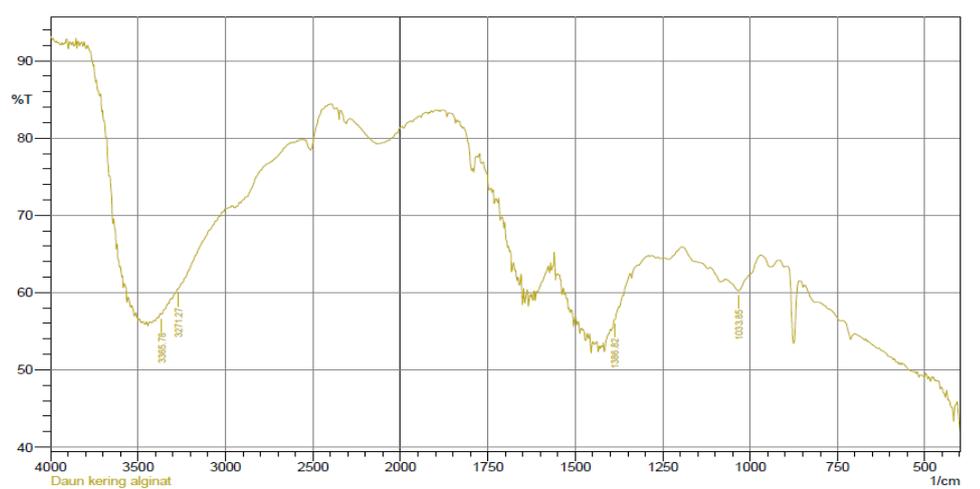
Dari Tabel 3. dapat dilihat beberapa *peak* yang tidak sama, namun memiliki grafik yang hampir sama. *Peak* yang berbeda dengan standart tersebut dikarenakan perbedaan jenis alga dan habitatnya. Jika dikaitkan dengan berat akhir karaginan dari *Sargassum cristaefolium* yang lebih tinggi dibandingkan dengan agar dan alginat, terdapat beberapa *peak-peak* lain yang muncul dalam grafik yang diduga dapat mempengaruhi berat akhirnya. Sementara itu pada *peak* yang terdeteksi dari batang mendekati pada standart.



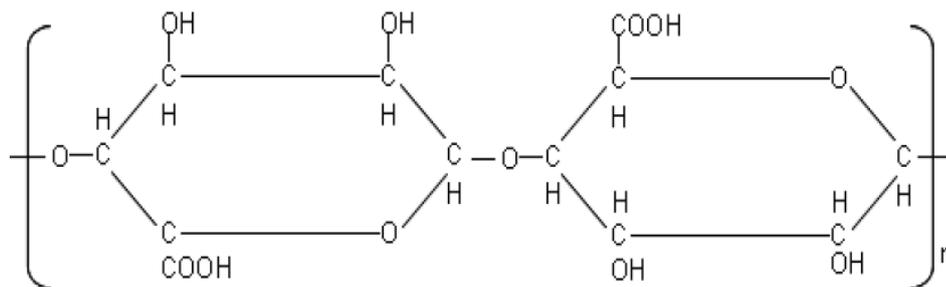
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 15. (a) FTIR Natrium Alginat (Yulianto, 2007) ;(b) FTIR Alginat dari batang alga coklat *Sargassum cristaefolium*; (c) FTIR Alginat dari batang alga coklat *Sargassum cristaefolium*; (d) Struktur kimia asam alginat (Purwanti, 2013).

Tabel 3. Data Perbandingan FTIR alginat alga coklat *Sargassum cristaefolium* dengan standart *phycocolloids*

GUGUS FUNGSI	PANJANG GELOMBANG		
	BATANG (cm <sup>-1</sup> )	DAUN (cm <sup>-1</sup> )	STANDART (cm <sup>-1</sup> )
O-H	3500 - 3200	3500 - 3200	3500 - 3200
C-H	2850 - 2970 & 1340 - 1470	-	-
C≡C	2100 - 2260	-	-
C=C	1610 - 1680	-	1600-1680
O-Na	-	-	1614 - 1431
C-O	1050 - 1300	1050 - 1300	1050 - 1300
C-H alkena	675 - 995	-	-
NO <sub>2</sub>	1300 - 1570	1300 - 1570	-
C-N	1180 - 1360	-	-
C-H cincin aromatik	690 - 900	-	-

Tabel 3. menjelaskan gugus fungsi pada FTIR alginat batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki panjang gelombang pada daerah sekitar 3500 - 3200 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Bilangan gelombang 2850 - 2970 dan 1340 - 1470 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-H (alkana). Pada bilangan gelombang 2100 - 2260 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C≡C (alkuna). Angka gelombang 1610 - 1680 menunjukkan adanya gugus C=C (alkena). Pada angka gelombang 1300 - 1570

$\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Angka gelombang 1180 – 1360  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida. Angka gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alcohol / eter/ asam karboksilat / ester. Angka gelombang 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena, sedangkan angka gelombang 690 – 900  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik. Sedangkan pada alginat daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki panjang gelombang pada daerah sekitar 3500 - 3200  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Pada angka gelombang 1300 – 1570  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Muncul puncak yang mendekati angka gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alcohol / eter/ asam karboksilat / ester. Perbandingan yang dapat dilihat dari standart yaitu adanya gugus O-H pada panjang gelombang 3500-3200  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C=C pada panjang gelombang 1600-1680  $\text{cm}^{-1}$ , gugus O-Na pada panjang gelombang 1614-1431  $\text{cm}^{-1}$ , serta gugus C-O pada panjang gelombang 1050-1300  $\text{cm}^{-1}$ .

Menurut Yulianto (2007), spektrum FTIR natrium alginat ( $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}$ )<sub>n</sub> ditunjukkan oleh puncak-puncak serapan pada frekuensi 3420, 1618, 1420, 1026 dan 820  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak serapan 3.500  $\text{cm}^{-1}$ - 3200  $\text{cm}^{-1}$  adalah spesifik untuk kelompok hidroksil (O-H), puncak serapan 1600  $\text{cm}^{-1}$  – 1680  $\text{cm}^{-1}$  untuk kelompok karbonil (C=O) dan puncak serapan antara 1000 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  untuk kelompok karboksil (C-O). Sedangkan natrium dalam isomer alginat terletak pada puncak serapan 1614  $\text{cm}^{-1}$  dan 1431  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan puncak-puncak serapan yang diperoleh menunjukkan bahwa bahan koloid yang diekstrak dari *Sargassum duplicatum* adalah koloid alginat. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang diperoleh pada Tabel 4. dapat dilihat beberapa *peak* yang tidak sama, namun memiliki gugus fungsi yang sama-sama O-H yang merupakan ciri spesifik alginat.

Peak yang berbeda dengan standart tersebut dikarenakan perbedaan jenis alga dan habitatnya. Jika dikaitkan dengan hasil akhir ekstraksi agar antara daun dan batang hasilnya lebih banyak terdapat pada batang, hal ini diduga karena munculnya peak lain dalam gugus fungsinya.

Gambar 2. FTIR agar, Gambar 3. FTIR karaginan sampai dengan Gambar 4. FTIR alginat dapat dilihat bahwa grafik FTIR dari perbandingan sumber lain memiliki persamaan struktur grafik dan gugus fungsi. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan *phycocolloids* yang terdapat pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* adalah agar, karaginan, dan alginat yang terdapat pada dinding selnya, walaupun tidak menutup kemungkinan jumlah yang terkandung dapat berkurang karena adanya perlakuan atau proses.

#### 4.2. Perhitungan Rendemen

Perhitungan rendemen yang dilakukan untuk mengetahui hasil akhir ekstrak agar, karaginan, dan alginat yang terdapat pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering. Perhitungan rendemen dapat dihitung dengan cara membuat agar, karaginan, dan alginat dengan metode ekstraksi pada bagian batang dan daun dari alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering. Perhitungan hasil akhir ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data Hasil Berat Akhir Ekstrak *Phycocolloids* Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering**

PHYCOCOLLOIDS	DAUN (gram)	BATANG (gram)
Agar	7,38	7,45
Karaginan	-	-
Alginat	3,07	3,26

Dari Tabel 4. memperlihatkan bahwa kandungan *phycocolloids* yang terdapat di daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki berat akhir

*phycocolloids* antara lain agar yang diekstrak memperoleh berat akhir 7,38 gram dan alginat yang diekstrak memperoleh berat akhir sebanyak 3,07 gram. *Phycocolloids* yang terdapat di batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering memiliki berat akhir *phycocolloids* antara lain agar yang diekstrak memperoleh berat akhir 7,45 gram dan alginat yang diekstrak memperoleh berat akhir sebanyak 3,26 gram. Karaginan dalam alga coklat *Sargassum cristaefolium* ini diduga tidak ada karena ketika uji FTIR tidak didapatkan gugus fungsi ester sulfat yang merupakan gugus karakteristik dari karaginan. Tidak ditemukannya gugus fungsi ester sulfat ini dikarenakan pada filtrate ekstraksi yang akan dikeringkan, hasil yang didapatkan tidak dapat mengering dan mencair lagi pada suhu ruang. *Phycocolloids* yang terdapat pada batang lebih sedikit dibandingkan dengan *phycocolloids* pada daun, hal tersebut memiliki pengaruh terhadap daya serap mineral-mineral di lingkungan alga tersebut.

Nilai berat akhir alginate yang diperoleh dari penelitian ini relatif rendah. Hal tersebut diduga karena pada saat pencucian asam alginat banyak yang terbuang dan pada saat pemurnian dengan menggunakan bahan kimia tidak merata, akibatnya masih ada bagian-bagian yang belum terdehidrasi dan masih dalam bentuk lendir (pemurnian yang baik hasilnya berbentuk serabut). Dampaknya pada waktu dipres banyak natrium alginat bentuk lendir yang terbuang (Yulianto, 2007). Hilang atau terbuangnya natrium alginat tentunya berpengaruh pada bobot hasil akhir ekstraksi, sehingga pada saat dihitung nilai berat akhirnya menjadi rendah. Rendemen *phycocolloids* alga coklat *Sargassum cristaefolium* dapat dilihat pada Lampiran 5.

Menurut Bahar (2012), proses ekstraksi alginat dapat mempengaruhi berat akhir, semakin tinggi konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang digunakan semakin tinggi pula berat akhir natrium alginat yang dihasilkan, hal ini diduga disebabkan

dengan semakin banyaknya  $\text{Na}^+$  akan mempercepat pertukaran dengan  $\text{H}^+$  dari asam alginat untuk membentuk natrium alginat, dan bahkan menyebabkan adanya  $\text{Na}^+$  berlebih. Penggunaan NaOH pada tahap pra ekstraksi ditujukan untuk membuka permukaan dinding sel rumput laut sehingga permukaannya lebih luas dan lebih mudah melepaskan alginat. NaOH juga mendorong keluarnya alginat dari dinding sel rumput laut dan alginat ikut bersama larutan yang dipisahkan.

Kandungan asam alginat dari batang alga jenis *Laminaria* pada tanaman yang lebih tua relatif lebih stabil dibandingkan dengan yang masih muda. Kemungkinan perbedaan usia panen (waktu pengambilan) juga berpengaruh terhadap kadar natrium alginat *Sargassum sp.* Faktor lainnya adalah perbedaan kondisi perairan pada waktu pengambilan sampel dilakukan. Selain itu alginat yang terdapat pada dinding sel alga coklat yang berperan memberikan sifat fleksibilitas (kelenturan) terhadap alga itu sendiri. Itulah sebabnya, alga coklat yang tumbuh di perairan yang beriak (turbulen) biasanya memiliki kandungan alginat yang lebih tinggi dibanding yang tumbuh di perairan yang relatif tenang (Rasyid, 2010).

Alginat juga tidak stabil terhadap panas, oksigen, ion logam dan sebagainya. Dalam keadaan demikian, alginat akan mengalami degradasi. Selama penyimpanan alginat cepat mengalami degradasi dengan adanya oksigen terutama dengan naiknya kelembaban udara. Alginat komersial mudah terdegradasi oleh mikroorganisme yang terdapat diudara, karena bahan tersebut mengandung partikel alga dan zat bernitrogen. Semua larutan alginat akan mengalami depolimerisasi dengan kenaikan suhu (Zhanjiang, 1990). Oleh sebab itu, diduga dengan adanya perlakuan pengeringan dengan matahari selama 2 x

24 jam membuat jumlah alginat yang terdapat pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* rendah.

Menurut Widyastuti (2009), hasil penelitian sebelumnya agar dihasilkan oleh alga merah, namun dalam upaya pemanfaatan alga coklat yang memiliki keanekaragaman cukup tinggi, maka dilakukan penelitian ekstrak agar dari alga coklat. Bila dibandingkan sifat agar alga coklat dengan alga merah, maka sifat agar yang dihasilkan oleh alga coklat tidak memiliki karakteristik kimiawi sebagai halnya agar pada umumnya. Sebagai contoh, agar yang dihasilkan oleh alga coklat tidak mampu membentuk gel pada suhu ruang. Berbeda dengan rendemen agar yang dihasilkan oleh alga merah, rendemen agar mampu membentuk gel dalam suhu ruang dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama, sedangkan rendemen agar alga coklat tetap dalam keadaan cair meskipun telah didiamkan selama tujuh jam di suhu ruang.

#### 4.3. Pengujian Mineral

Pengujian mineral ini dilakukan dengan mengidentifikasi beberapa mineral yaitu Cl, Na, K, Ca, Mg, Zn, SO<sub>4</sub>, I, Pb, Hg dan Cd. Alat yang digunakan untuk mengetahui kandungan logam dalam *Sargassum cristaefolium* diukur dengan sistem atomisasi dan kalorimetri atau Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit, hasil uji dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Mineral Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering

No	Parameter	Daun (mg/g)	Batang (mg/g)	Metode Analisa	Daun (%)	Batang (%)	Ket
1.	Klorida	421,5x10 <sup>3</sup>	225x10 <sup>3</sup>	Titrimetri	42,15	22,5	-
2.	Natrium	241,9x10 <sup>3</sup>	327,5x10 <sup>3</sup>	AAS	24,19	32,74	-
3.	Kalium	tt*)	tt*)	AAS	tt*)	tt*)	MDL <0,0106
4.	Magnesium	tt*)	tt*)	AAS	tt*)	tt*)	MDL <0,0076
5.	Kalsium	tt*)	tt*)	AAS	tt*)	tt*)	MDL <0,210
6.	Kadmium	2870,3	0,465	AAS	0,29	4,65x10 <sup>-5</sup>	-
7.	Raksa	tt*)	tt*)	AAS	tt*)	tt*)	MDL <0,0003x10 <sup>-1</sup>
8.	Timbal	1985,2	0,4865	AAS	0,19	4,97x10 <sup>-5</sup>	-
9.	Seng	64455	5,5	AAS	6,45	5,5x10 <sup>-4</sup>	-
10.	Iodium	51x10 <sup>3</sup>	38,5x10 <sup>3</sup>	Titrimetri	5,1	3,9	-
11.	Sulfate	130,5	52,4	Spektrofotometri	0,013	0,005	-

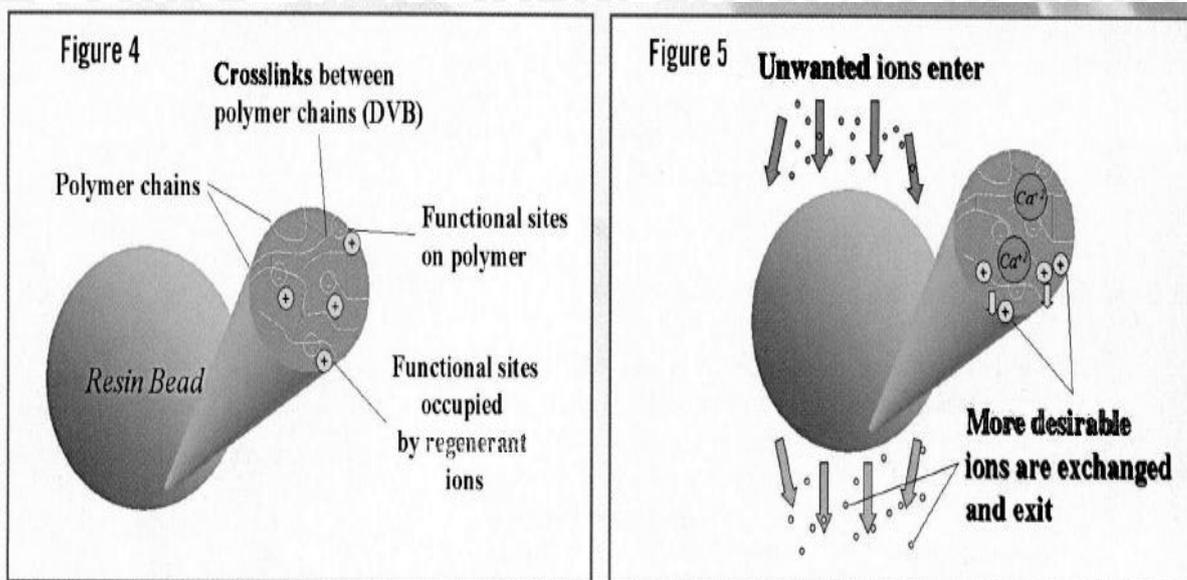
Keterangan: tt\*) = tidak terdeteksi  
 Klorida (25 gr dalam 500 ml)  
 Logam (1 gr dalam 100 ml)  
 AAS (*Atomic Absorbtion Spektrofotometri*)  
 MDL (*Method Detection Limit*)

Dari Tabel 5. dapat dilihat bahwa beberapa mineral yang dimiliki alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering, pada mineral hasil analisa daun kering yang memiliki ion positif yaitu Natrium (Na) dan Iodium (I). Sedangkan mineral hasil analisa daun kering yang memiliki ion negatif yaitu Klorida (Cl), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Sulfate (S) dan Seng (Zn). Mineral hasil analisa batang kering yang memiliki ion positif yaitu Natrium (Na) dan Iodium (I), Sedangkan mineral hasil analisa batang kering yang memiliki ion negatif yaitu Klorida (Cl), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Sulfate (S) dan Seng (Zn).

Ion berasal dari alam atau buatan (garam) atau mineral yang larut di air. *Ion exchange* dapat dibagi menjadi *cation exchange* dan *anion exchange*. Kimia sederhana untuk membedakannya, muatan positif (kation) umumnya berakhiran "ium" seperti, magnesium, sodium, kalsium, dan radium. Muatan negative (anion)

umumnya berakhiran “ate”, “ite”, dan “ide” seperti *sulfate*, *nitrite*, dan *chloride*.

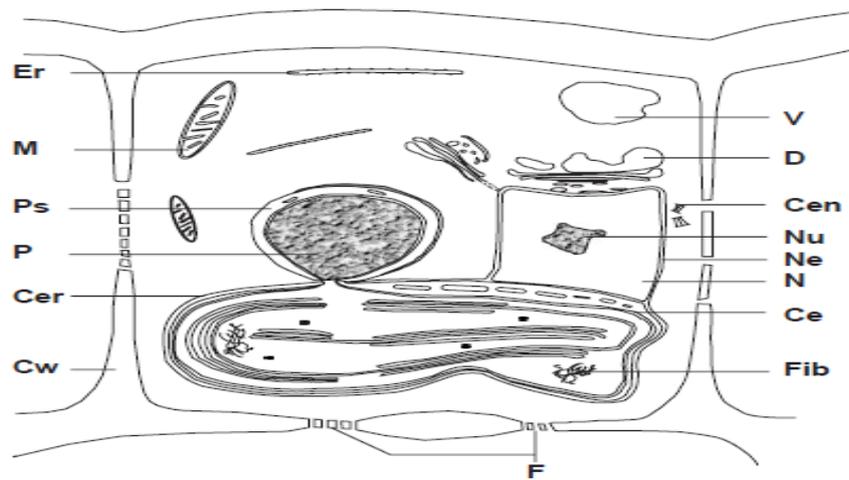
Gambar ion exchange dapat dilihat pada Gambar 16.



**Gambar 16. Ion exchange.**  
**Sumber: (Rowzee, 2005).**

Biosorpsi mineral itu tidak berdasarkan hanya pada satu mekanisme saja. Hal ini biasanya terdiri dari perbedaan kuantitatif dan kualitatif berdasarkan tipe dari biomasanya, yaitu sumber dan prosesnya. Mineral melibatkan mekanisme yang sangat kompleks, seperti *ion exchange*, daya serap, dan struktur polisakarida pada dinding sel (Davis, 2000).

Menurut Davis *et al.*, (2003), dinding alga coklat memiliki jumlah susunan polisakarida terbesar dapat dilihat pada Gambar 7. Hal ini yang menyebabkan alga coklat memiliki kemampuan untuk mengikat mineral, bahkan alga coklat sangat berpotensi sebagai biosorpsi logam berat. Struktur sel pada alga coklat dapat dilihat pada Gambar 17. Alginat merupakan polisakarida yang utama dan bertanggung jawab dalam proses ion exchange alami karena memiliki struktur makromolekul yang unik, dimana makromolekul tersebut selektif dalam mengikat logam.



**Gambar 17: Sel pada alga coklat.  
Sumber: (Davis et al., 2003).**

- Keterangan :
- Er = Retikulum endoplasma
  - M = Mitokondria
  - Ps = Kantong prenoid
  - P = Prenoid
  - Cer = Retikulum endoplasma pada kloroplast
  - Cw = Dinding sel
  - F = Plasmodema
  - Fib = DNA
  - Ce = Tempat kloroplast
  - N = Nukleus
  - Ne = Kantung/tempat nukleus
  - Nu = Nukelolus
  - Cen = Sentriol
  - D = Golgi
  - V = Vakuola

Dari Gambar 18. dapat dijelaskan masing-masing fungsinya mulai dari tempat kloroplas (Ce) berisi kloroplas yang memiliki 3 tilakoid (yang saling berhubungan) per pita. Struktur ini dikenal dengan plastid (biasanya disebut kloroplas) merupakan bahan makanan dan mengandung klorofil a, c1, dan c2. Selain itu, kloroplas dikelilingi oleh dua membrane yaitu reticulum endoplasma pada kloroplas (Cer). Membrane terluar yang membungkus membrane inti tidak terhubung dengan tempat nukleus pada fucales dan laminaria meskipun tampak menyatu. Meskipun sebagian besar fungsi sel alga dikodekan oleh DNA nuklir,

beberapa organel protein dapat dikodekan dari dalam kloroplas. DNA mikrofibril (Fib) terjadi di plastid. DNA tersebut dapat berupa linier atau berbentuk lingkaran yang melekat pada membrane tilakoid. Seperti eukariot, DNA merupakan rumah atau tempat bagi nucleolus (Nu) dari inti sel (N). Prenoid (P) bertanggung jawab untuk fiksasi CO<sub>2</sub> dan tempat penyimpanan produk. Tempat ini tertutup oleh kantong prenoid (Ps) dan melebar keluar dari retikulum endoplasma pada kloroplas. Produksi dan sekresi polisakarida berada di *dictyosome* (D) atau lebih dikenal sebagai badan golgi. Mitokondria (M) adalah bagian respirasi selular di mana ATP terbentuk. Setiap mitokondria dilapisi oleh membrane ganda yang terbentuk dari 2 bagian yang berbeda organel ("*organelle*" atau "*little organel*") yang menjelaskan berbagai struktur internal sel, masing-masing memiliki fungsi khusus yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup sel. Membrane dalam mitokondria tertutup kedap terhadap proton dan gradient proton yang dihasilkan fosforilasi ganda dengan oksidasi. Kombinasi ini dimaksud untuk produksi ATP dari ATP sintetase, yang akan digunakan untuk metabolisme sel. Fungsi utama dari vakuola (V) adalah penyimpanan dan transportasi berbagai makromolekul masuk dan keluar sel. Proporsi signifikan dari vakuola tersebut yaitu mengandung asam alginat dan terletak diluar sel. Kandungan tersebut berfungsi sebagai pelindung dari sinar cahaya. Selanjutnya, sel-sel yang ada saling terhubung dengan plasmodesmata (F). Plasmodesmata atau pori-pori ditemukan sebagian besar diantara sel. Pori-pori tersebut dibatasi oleh plasmalemma, dan protoplasma merupakan jalur sel menuju sel lain. Berbeda dengan *phaeophyceae* dimana plasmodesmata yang tersebar di dinding sel, laminaran dan fucales, serta pori-porinya berkelompok menjadi satu di daerah primer (Davis *et al.*, 2003).

Hasil penelitian Barrow dan Shahidi (2008), perbandingan variasi musim terhadap kandungan mineral alga dapat berpengaruh terhadap fungsi pola pertumbuhannya, dengan meningkatnya konsentrasi mineral pada musim dingin maka dapat memperlambat jaringan pertumbuhan dan menurunnya konsentrasi mineral selama musim panas maka dapat membuat jaringan pertumbuhan tumbuh dengan cepat. Kandungan mineral pada beberapa alga coklat yang dipanen pada bulan April sampai Oktober (musim panas) dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Komposisi Mineral Alga Coklat (mg/g).**

Alga	Na	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Cd	Mn	Pb	I
<i>Sargassum echinocarpum</i>	-	95.0	13.1	11.6	92	7	11	-	0.006	-	-
<i>S. obtusifolium</i>	-	79.0	15.0	9.3	129	16	9	0.015	-	-	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	-	-	-	-	-	14.0	2.16	3.30	-	0.2449	-
<i>Hijikia fusiformis</i>	-	-	-	-	30	4	0.9	-	5.77	-	0.436
<i>Laminaria spp.</i>	9-60	13-106	5.0-30	5.0-20	40-800	-	-	-	-	-	2.0-10.0
<i>Laminaria japonica</i>	-	-	-	-	80	13	0.5	-	6.79	-	2.11
<i>L. saccharina</i>	-	-	-	-	40	8.5	0.5	-	3.04	-	0,238
<i>Undaria pinnatifida</i>	-	-	-	-	40	13	1.1	-	6.46	-	0.102
<i>Eisenia bicyclis</i>	-	-	-	-	80	14	3.3	-	13.8	-	0.600

Sumber: Barrow dan Shahidi (2008).

Menurut Rasyid (2010), alginat adalah salah satu jenis polisakarida yang terdapat dalam dinding sel alga coklat dengan kadar mencapai 40% dari total berat kering dan memegang peranan penting dalam mempertahankan struktur jaringan sel alga. Pada Tabel 6. jika dibandingkan dengan Tabel 5. dapat dilihat beberapa kesamaan kandungan mineral yang tidak jauh berbeda, hal ini dikarenakan lingkungan dan jenis alga coklat yang berbeda memiliki kandungan mineral yang berbeda pula.

Dari data Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa kandungan natrium (Na) yang memiliki ion positif (kation) banyak terdapat pada batang, hal ini yang menyebabkan batang pada *Sargassum cristaefolium* susah untuk dipatahkan. Sedangkan mineral yang memiliki ion positif (kation) seperti Seng (Zn) dan cadmium (Cd), sedangkan mineral yang memiliki ion negative (anion) seperti klorida (Cl), timbal (Pb), Iodium (I), dan Sulfate (S) yang banyak terdapat di daun. Hal ini diduga karena daun merupakan tempat respirasi dan fotosintesis yang menunjang pertumbuhan alga. Seperti yang dikemukakan Arifin (2008) mineral sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja enzim atau pembentukan organ. Jika dibandingkan dengan Tabel. 6 banyak sekali perbedaan hasil mineral tiap alganya, hal ini dikarenakan jenis dan habitat yang berbeda sehingga mempengaruhi kadar mineralnya. Adanya logam berat pada alga coklat *Sargassum cristaefolium* yaitu timbal. Hal ini menunjukkan daerah asal sampel alga coklat *sargassum cristaefolium* tersebut yang berada di Perairan Talango sudah tercemar oleh aktivitas nelayan, namun kadar logam tersebut masih memenuhi standart. Menurut SNI 7387 (2009), batas maksimum timbal (Pb) untuk ikan dan hasil perairan, serta olahannya yaitu 0,3 sampai dengan 1,5 mg/kg. Alga coklat *Sargassum cristaefolium* juga menunjukkan bahwa dia merupakan salah satu biomassa yang efisien dalam biosorpsi mineral. Alga coklat memiliki banyak matris pada dinding sel nya yang berkaitan dengan adanya ion exchange. Salah satu peran dari polisakarida dalam alga coklat untuk mengikat logam dan penentu sejauh mana *phycocolloids* menyeleksi berbagai logam.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai profil mineral alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering diperoleh:

- *Phycocolloids* sebagai pengikat logam pada daun dan batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering terdapat alginat (12,28 % : 13,02 %).
- *Sargassum cristaefolium* kering memiliki kandungan mineral paling banyak terdapat pada daun. Mineral *Sargassum cristaefolium* kering pada daun terdeteksi mineral yang memiliki ion bermuatan positif (kation) yaitu Na (24.19 %) yang didominasi pada batang, Zn (6.45 %) dan Cd (0.29 %), sedangkan mineral yang memiliki ion bermuatan negative (anion) yaitu Pb (0.19 %), I (5.1 %), S (0.013 %), dan Cl (42.15 %).

### 5.2. Saran

Walaupun pada *Sargassum cristaefolium* kering terdeteksi logam berat, namun kadarnya masih rendah dibawah standar. *Sargassum cristaefolium* kering masih bisa dijadikan bahan baku pembuatan obat alami. Serta, dilakukannya penelitian lanjutan untuk melihat jaringan *phycocolloids* dengan menggunakan alat CLSM (*Confocal Later Scanning Mycroscop*) dan EDAX.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J.T., Zalnika, A., Purwoto, H., dan Istini, S. 2006. **Rumput Laut : Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial**. Penebar Swadaya.
- Anshori, Jamaludin Al. 2005. **Spektrometri Serapan Atom**. Pelatihan Instrumen Analisa Kimia. FMIPA Universitas Padjajaran: Bandung.
- Arifin, Zaenal. 2008. **Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro Dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya**. Jurnal Litbang Pertanian, 27(3), 2008. Balai Besar Penelitian Veteriner, Jalan R.E. Martadinata No.30, Bogor 16144.
- Aslan, LM. 1999. **Budidaya Rumput Laut**. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Atmadja WS. 1996. **Pengenalan Jenis Alga Coklat (*Phaeophyta*)**. Di dalam : *Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia*. Jakarta : Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Bachtiar, Subchan Yusuf; Wahyu Tjahjaningsih; dan Nanik Sianita. 2012. **Pengaruh Ekstrak Alga Cokelat (*Sargassum sp.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli***. Journal of Marine and Coastal Science, 1(1), 53-6-, 2012. FPIK UNAIR: Surabaya.
- Bahar, Rohani. 2012. **Ekstraksi Alginat Dari Rumput Laut *Sargassum sp.* Dan Aplikasinya Sebagai Pengawet Buah**. Vol. 13 No. 1, ISSN 1411-2132. Marina Chimica Acta, April 2012, hal 16-20. Program Buginesia.
- Barrow, Colin; dan Shahidi, Fereidoon. 2008. **Marine Nutraceuticals and Functional Foods. Nutraceutical Science and Tecknology**. CRC Press: New York.
- Davis, Thomas A.; Bohumil Volesky; dan Alfonso Mucci. 2003. **A Review Of The Biochemistry Of Heavy Metal Biosorption By Brown Alga**. Water Research 37 (2003) 4311-4330. Published By Elsevier Science Ltd: Canada.
- \_\_\_\_\_ ; R. H. S. F. Vieira. 2000. **Sargassum Seaweed As Biosorben For Heavy Metals**. PII: S0043-1354(00)00177-9. Wat Res. Vol. 34, No. 17, pp. 4270-4278. Elsevier Science Ltd. Printed in Great Britain.

Distantina, Sperisa; Devinta Rachmawati Anggraeni; dan Lidya Eka Fitri. 2008. **Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Larutan Perendaman Terhadap Kecepatan Ekstraksi dan Sifat Gel Agar-agar Dari Rumput Laut *Gracilaria verrucosa***. Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 1, 2008. UNS: Surakarta.

Ghufran, M.H. Kordi K. 2012. **Kiat Sukses Budi Daya Rumput Laut di Laut dan Tambak**. Lily Publisher: Yogyakarta.

Haerunnisa. 2008. **Analisa Kualitas dan Formulasi ALginat Hasil Ekstraksi *Sargassum filipendula* Untuk Pembuatan Minuman Suplemen Serat Dalam Bentuk *Effervescent***. Program Studi Kimia. UINSH: Jakarta.

Haryza, Yuvita Christovora; dan Rini Budi Hastuti. 2006. **Kapasitas Penyerapan dan Penyimpanan Air Pada Berbagai Ukuran Potongan Rumput Laut *Sargassum sp* sebagai Bahan Pupuk Organik**. FMIPA Universitas Diponegoro: Semarang.

Hasanah, Hani. 2007. **Nori Imitasi Dari Tepung Agar Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah Jenis *Gelidium sp***. IPB: Bogor.

Hijaz, Melka Nurul. 2009. **Uji Aktivitas Antioksidan Karaginan Dalam Alga Merah Jenis *E. spinosum* dan *Gracillaria verrucosa***. Jurusan Kimia UIN: Malang.

Indriani, Decky Jusiana. 2012. **Komposit Hidroksiapatit Kalsinasi Suhu Rendah Dengan Alginat *Sargassum duplicatum* atau *Sargassum Crassifolium* Sebagai Material *Scaffold* Untuk Pertumbuhan Sel Punca Mesenkimal**. FMIPA UI: Jakarta.

Irwan. 2003. **Menggali Manfaat Rumput Laut**. Riset Unggulan ITB. Bandung.

Jackson, Daniel F. 1964. **Alga And Man**. Based on lecture presented at the NATO Advanced Study Institute Louisville, Kentucky. Departement of Civil Engineering. New York: Plenum Press.

Junianto. 2006. **Rendemen dan Kualitas Algin Hasil Ekstraksi Alga (*Sargassum sp*) Dari Pantai Selatan Daerah Cidaun Barat**. Jurnal Bionatura, Vol.8, No.2, Juli 2006: 152-160. Jatinangor: Bandung.

Kadi, A. 2004. **Potensi Rumput Laut Dibeberapa Perairan Pantai Indonesia. Oseana**. Volume XXIX Nomor 4 Tahun 2004 : 25 – 36. ISSN 0216-1877. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta.

Kadi, A. 2005. **Beberapa Catatan Kehadiran Marga Sargassum di Perairan Indonesia**. Jakarta : Bidang Sumberdaya Laut, Puslitbang Oseanologi-LIPI.

Kasfillah. 2013. **Karakterisasi Edible Film Dari Pati Biji Nangka Dan Agar-agar Sebagai Pembungkus Jenang**. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmi Pengetahuan Alam. UNNES: Semarang.

Kementrian Perdagangan Republik Indonesia. 2013. **(Market Brief) Potensi Ekspor Produk Rumput Laut Di Pasar Thailand**. Office Of Commercial Attache. Embassy Of The Republic Of Indonesia For Kingdom Of Thailand, Bangkok.

Khalifah, Susi Nurul. 2007. **Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Yang Dlimobilisasi Pada Matriks Polisilikat**. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi UIN: Malang.

Liu, Huijuan; Fan Yang; Yuming Zheng; Jin Kang; Jiuhi Qu; dan J. Paul Chen. 2011. **Improvement of metal adsorption onto chitosan/Sargassum sp. composite sorbent by an innovative ion-imprint technology**. Water Research (2011) 145-154. Elsevier: China.

Loupatty, Voulda D. 2010. **Kajian Senyawa Metabolit Primer Dan Sekunder Dari Rumput Laut Sebagai Bahan Baku Industri**. Semnas Science Basic II. ISBN: 978-602-97522-0-5. Universitas Pattimura: Ambon.

Maharani, Marita Agusta; dan Widayanti, Rizki. 2013. **Pembuatan Alginat Dari Rumput Laut Untuk Menghasilkan Produk Dengan Rendemen Dan Viskositas Tinggi**. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro; Semarang.

Murdinah, R. Peranginangin, E. Sinurat, D. Fransiska, R. Kusumawati, Murniyati, dan Nurul Hak. 2007. **Riset Daya Simpan Produk Tepung Es Krim Dengan Substitusi Fikokoloid**. Laporan Teknis Riset Pengembangan Produk Baru Dari Rumput Laut. Balai Besar Riset Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan.

Murdinah. 2010. **Penelitian Pemanfaatan Rumput Laut dan Fikokoloid Untuk Produk Pangan Dalam Rangka Peningkatan Nilai Tambah dan Diversifikasi Pangan**. Balai Besar Riset Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan.

Pereira, Leonel; Ana Sousa; Helena Coelho; Ana M. Amado; dan Paulo J.A Ribeiro-Claro. 2003. **Use Of FTIR, FT-Raman and C-NMR**

**Spectroscopy For Identification Of Some Seaweed Phycocolloids.** Biomolecular Engineering 20 (2003) 223-228. Elsevier: Portugal.

Poncomulyo.T., Herti Maryani., Lusi Kristiani. 2006. **Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut.** Agro Media Pustaka; Surabaya.

Purwanti, Ani. 2013. **Optimasi Kondisi Proses Pengambilan Asam Alginat Dari Alga Coklat.** Jurnal Teknologi Technoscientia, Vol. 5 No. 2 Februari 2013. ISSN: 1979-8415. AKPRIND: Yogyakarta.

Putrantri, Ristyana Ika. 2013. **Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Sargassum duplicatum* dan *Turbinaria ornata* Dari Jepara.** FPIK Universitas Diponegoro: Semarang.

Putri, Kartika Hstarina. 2011. **Pemanfaatan Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp.*) Sebagai Serbuk Minuman Pelangsing Tubuh.** IPB:Bogor.

Rasyid, Abdullah. 2009. **Perbandingan Kualitas Natrium Alginat Beberapa Jenis Alga Coklat.** Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (2009) 35 (1): 57-64. ISSN 0125-9830. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI: Jakarta.

\_\_\_\_\_. 2010. **Ekstraksi Natrium Alginat Dari Alga Coklat *Sargassum echinocarpium*.** Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (2010) 36(3): 393-400. ISSN 0125-9830. Pusat Penelitian Oseanografi: LIPI.

Rija, Shofia N. 2009. **Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Natrium Alginat (Na-Alginat) Dari Rumput Laut Coklat (Phaeophyceae) Dengan Proses Ekstraksi.** Fakultas Teknik USU: Sumatera Utara.

Rohmawati, Lilik. 2008. **Studi Kinetika Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*).** Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN: Malang.

Rowzee, Mark V. 2005. **Understanding Ion Exchange Processes.** Supply House Times; Jul 2005; 48, 5; ABI/INFORM Complete pg 46. Rowzee On Water Quality.

Sarvanan, A.; V. Brindha; and Soundarajan Krishnan. 2011. **Studies On The Structural Changes Of The Biomass *Sargassum sp* On Metal Adsorption.** Journal Of Advanced Bioinformatics Applications and Research ISSN 0976-2604. Vol 2, Issue 3, 2011, pp 193-196. Taylors University: Malaysia.

Sedjati, Sri. 1999. **Kadar Proksimat Rumput Laut *Caulerpa racemosa* Dan *C. serrulata* di Perairan Teluk Awur Jepara.** FPIK Universitas Diponegoro: Semarang.

Septiana, Aisyah Tri; dan Ari Asnani. 2012. **Kajian Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum Duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut Dan Metode Ekstraksi.** AGROINTEK Volume 6, No. 1 Maret 2012. Universitas Jenderal Soedirman: Purwokerto.

Setyawan, Ahmad Dwi; Sutarno; dan Tri Handayani. 2004. **Analisis Komposisi Rumput Laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh.** Biofarmasi 2 (2): 45-52, Agustus 2004, ISSN: 1693-2242. Jurusan Biologi FMIPA UNS; Surakarta.

SNI 7387. 2009. **Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan.** ICS 67.220.20. Badan Standardisasi Nasional (BSNi).

Soedjiarto, Titi dan Ardi Suryo Anggoro. 2010. **The Contains Mineral (N, P, K) And Efectiveness Op *Sargassum* As Organic Fertilizer.** Department of Biology. Universitas Jenderal Soedirman.

Sumarsih, Sri. 2013. **Penanganan Bahan Pencemar Anorganik.** MKA Biologi Tanah: Yogyakarta.

Susanna, T.S. dan Samin. 2007. **Unjuk Kerja Metode Uji Total Merkuri (Hg) Dalam Contoh Bahan Biologis Menggunakan Alat CV-AAS.** ISSN 0216-3128. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan; Batan.

\_\_\_\_\_. 2012. **Pengendalian Mutu Hasil Uji Unsur-unsur Cad an Mg Dalam Air Tangki Reaktor Dengan Metode AAS.** Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan. ISSN 0216-3128.

Syahrul. 2005. **Penggunaan Fikokoloid Hasil Ekstraksi Rumput Laut Sebagai Substitusi Gelatin Pada Es Krim.** Program Studi Teknologi Pasca Panen. IPB: Bogor.

Syahza, Almasdi. 2014. **Definisi, Ruang Lingkup, dan Jenis Penelitian.** Peneliti Senior Universitas Riau; Riau.

Tambunan, Ayu Putrision Malona; Rudiyanayah; Harlia. 2013. **Pengaruh Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Terhadap Rendemen Natrium Alginat Dari *Sargassum cristaefolium* Asal Perairan Lemukutan.** JKK, tahun 2013, volume 2(2), halaman 112-117. ISSN 2303-1077: Pontianak.

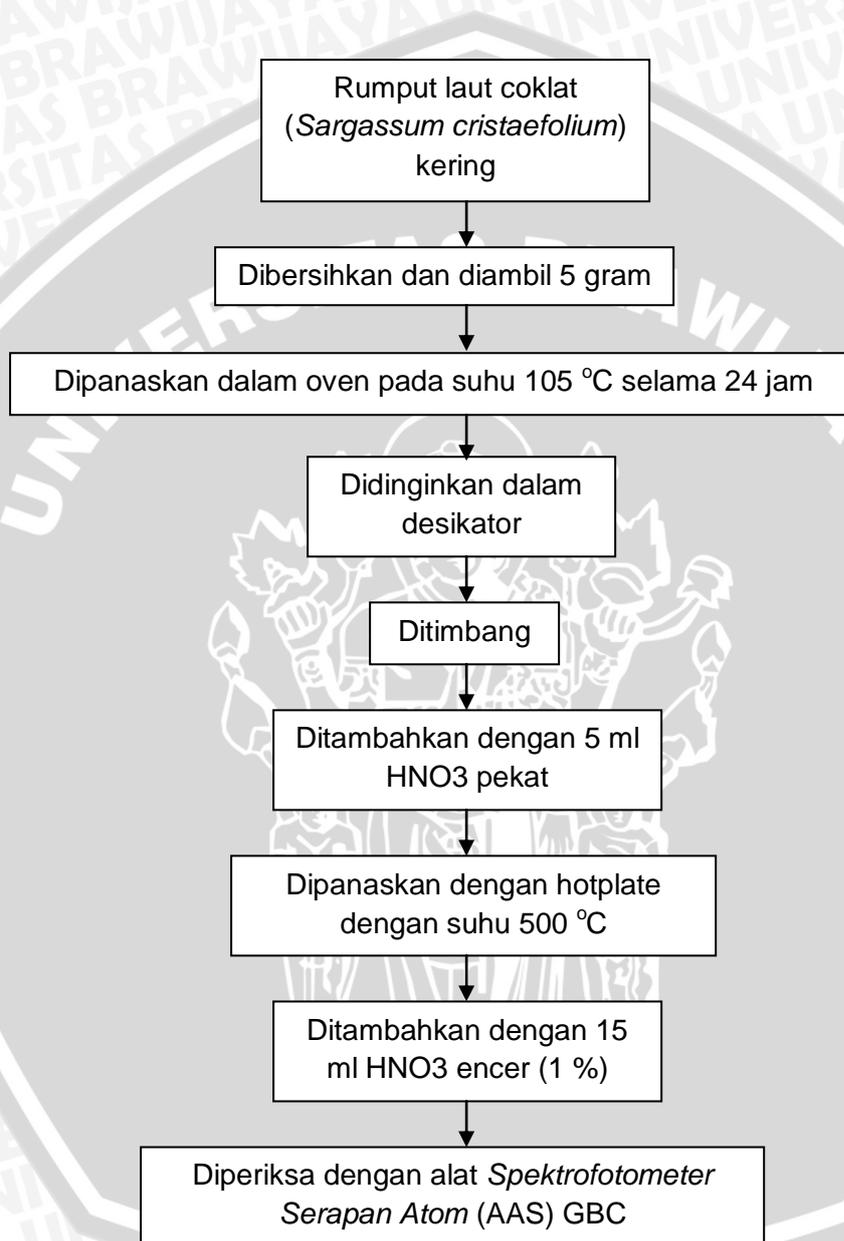
Trono, g.c.jr; and E.T.G Fortes. 1998. **Philippine Seaweeds.** National Book Store, inc: 199-225. Publishers: Metro Manila Philippines.

Tseng, OK. 1974. **Phycocolloid Useful of Seaweeds Polysacharida.** Reinhold, New York.

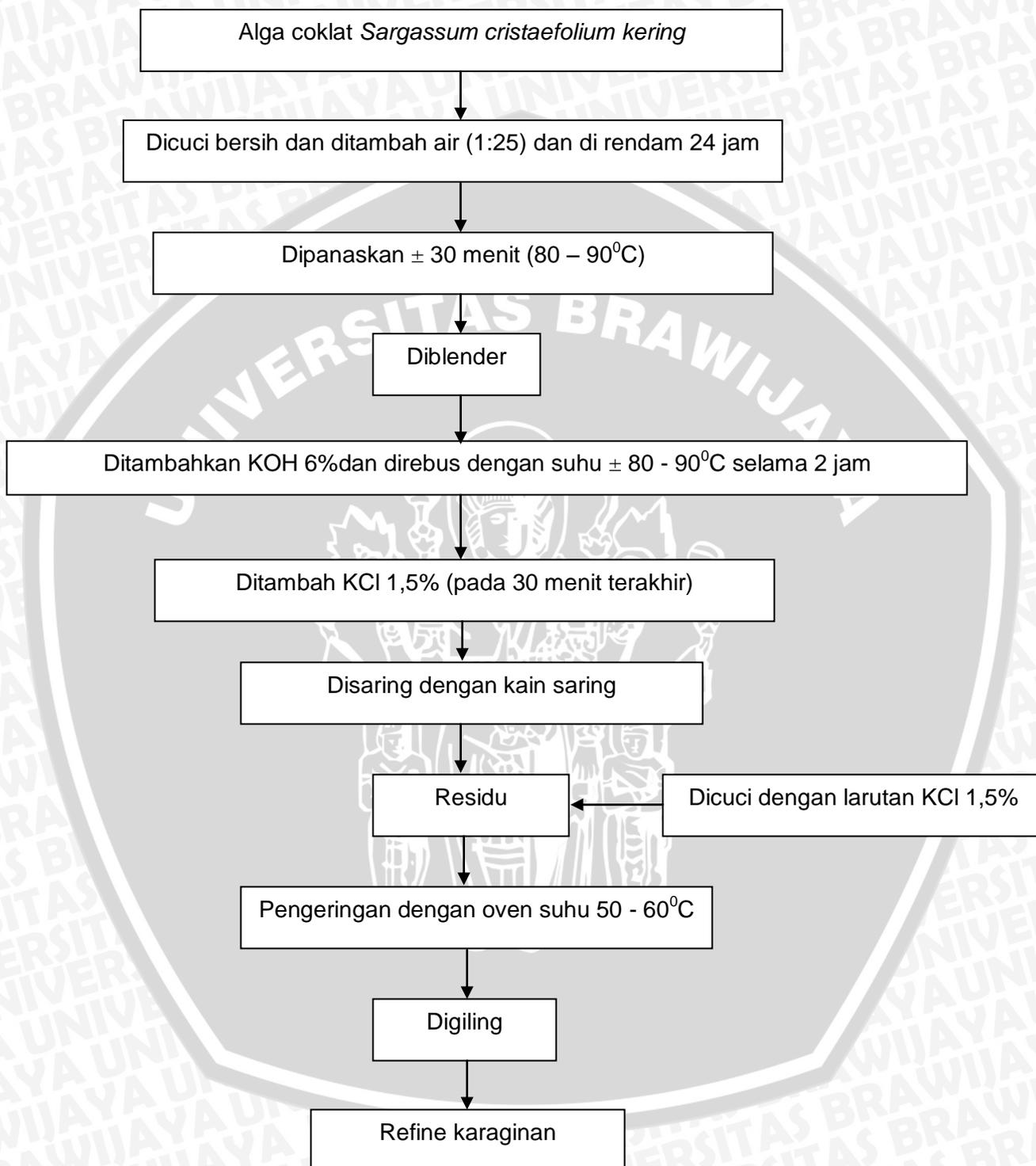
- Wakhidatur, R. 2011. **Daya Antibakteri Ekstrak Sargassum cristaefolium Dengan Berbagai Pelarut Terhadap Escherichia coli dan Vibrio parahaemolyticus**. Universitas Brawijaya. Thesis. Unpublished.
- Wardani, Wiwin Dwi. 2008. **Isolasi dan Karakterisasi Natrium Alginat Dari Rumput Laut Sargassum sp Untuk Pembuatan Bakso Ikan Tenggiri (Scomberomus commerson)**. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Widyastuti, Sri. 2009. **Pengolahan Agar-agar Dari Alga Coklat Strain Lokal Lombok Menggunakan Dua Metode Ekstraksi**. Agroteksos, Vol. 19 No. 1-2, Agustus 2009. Universitas Mataram: Lombok.
- Winarno, FG. 1996. **Teknologi Pengolahan Rumput Laut**. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Wulanningrum, Resty; dan Aeri Rachmad. 2012. **Pengenalan Rumput Laut Menggunakan Euclidean Distance Berbasis Ekstraksi Fitur**. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012 (SNATI 2012). Universitas Nusantara PGRI: Kediri.
- Yahaya, Yus Azila Binti. 2008. **Biosorption Of Selected Heavy Metal By Free And Immobilized Pycnopus Sanguineus: Batch And Column Studies**. September 2008: Malaysia.
- Yulianto, Kresno. 2007. **Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida Terhadap Viskositas Natrium Alginat Yang Diekstrak Dari Sargassum duplicatum J.G. Agard (Phaeophyta)**. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (2007) 33:295-306. ISSN 0125-9830. Vol. 33 (2) 2007. UPT Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi Pulau Pari: LIPI.
- \_\_\_\_\_. 2010. **Sistem Produksi Alginat: Percobaan Produksi Alginat Berbagai 'Grade' Pada Skala Semi Pilot Dengan Teknologi 'Meshsize Filtration' Dan Potensi Bahan Baku Sargassum Duplicatum C. Agardh Serta Usaha Budidayanya**. Laporan Akhir Program Intensif Peneliti Dan Perekyasa LIPI Tahun 2010: Jakarta.
- Yunizal. 2004. **Teknik Pengolahan Alginat**. Jakarta : Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- Zhanjiang, F. 1990. **Training Manual of Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China**. Regional Seafarming Development and Demonstration Project China.

## 6. LAMPIRAN

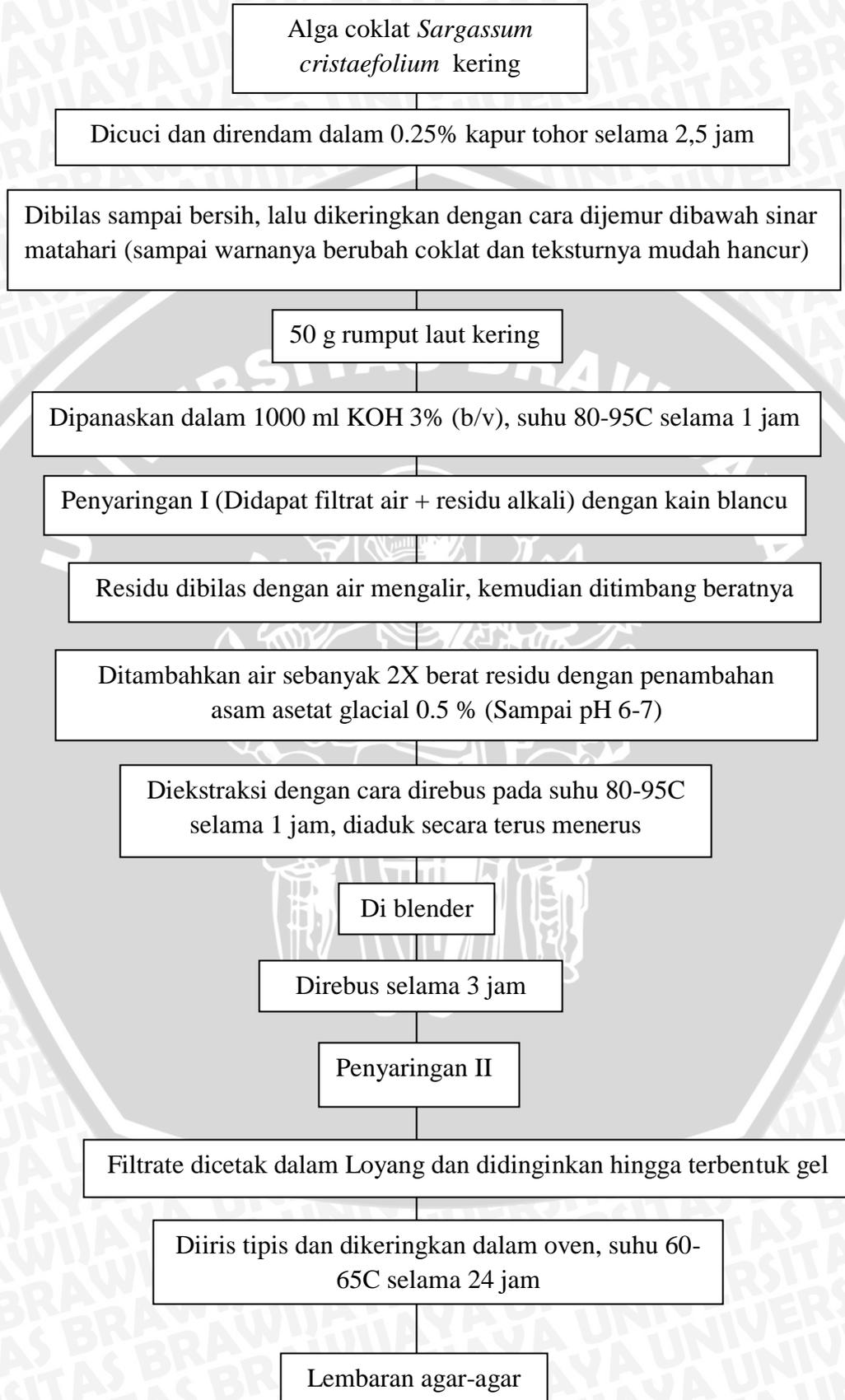
### 1. Lampiran Skema Kerja Pengujian Mineral dengan Metode AAS (Inswiasri, 1997).



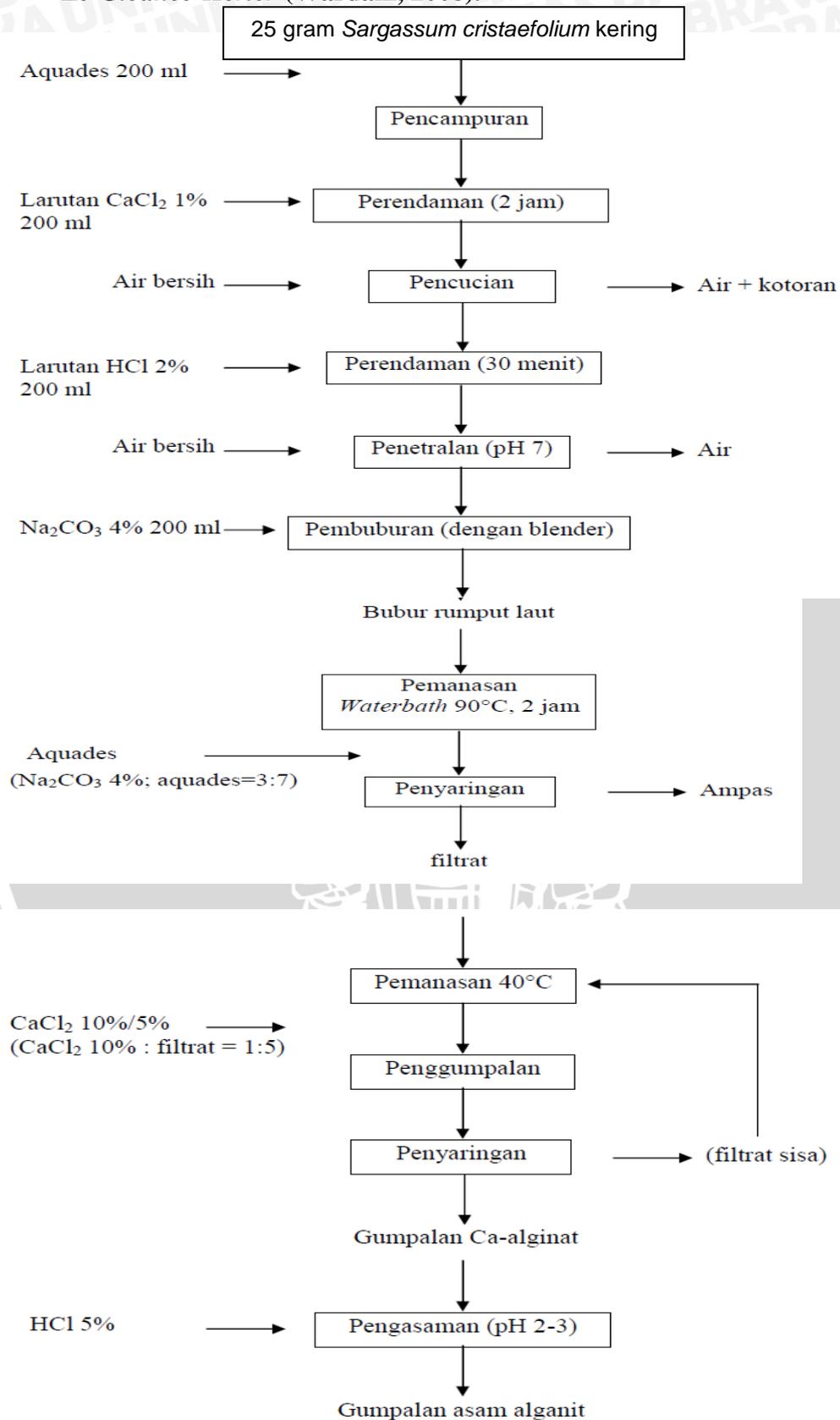
2. Lampiran Skema Kerja Pembuatan Karaginan dengan Metode Ekstraksi (Distantina, 2010).

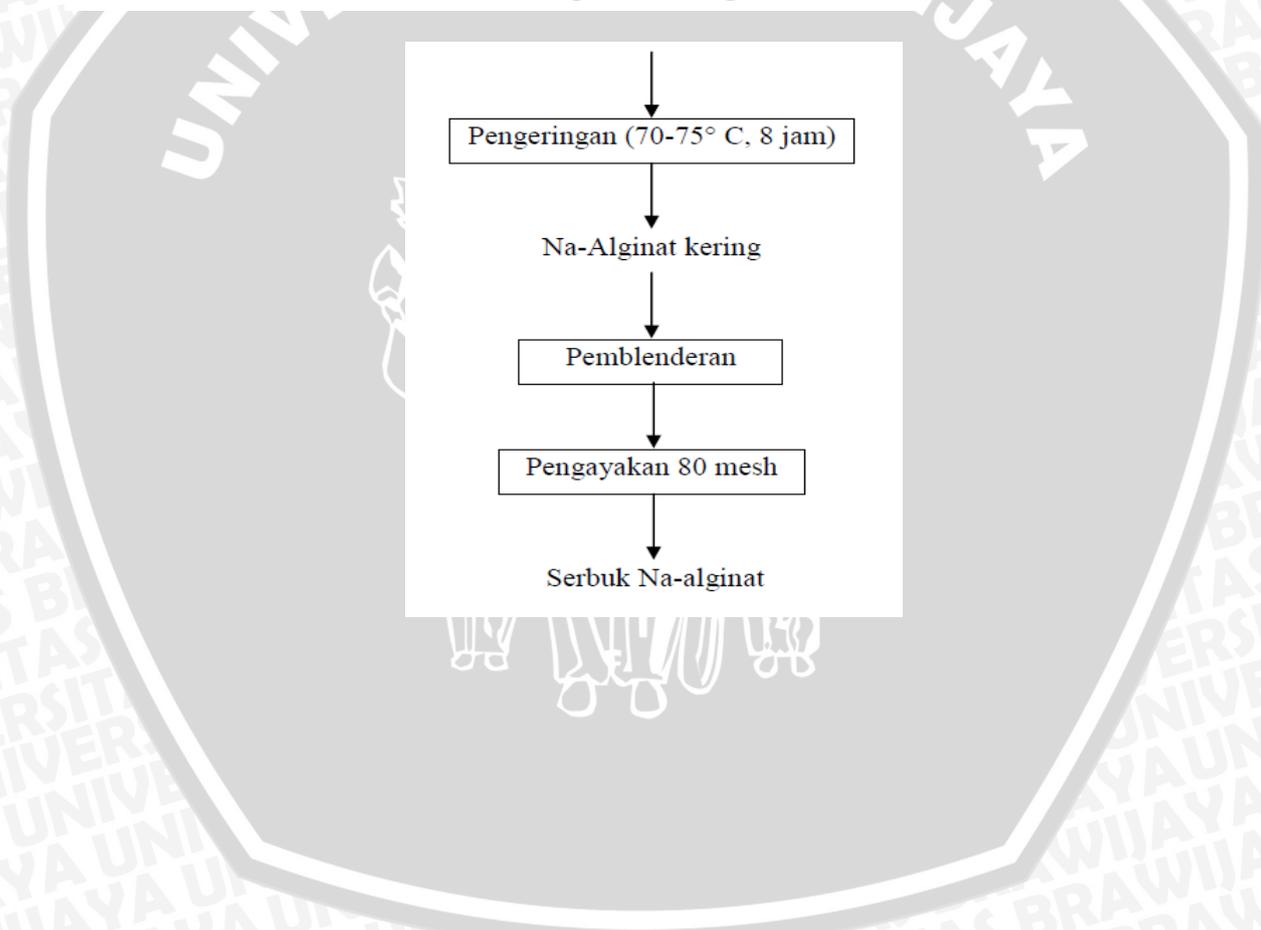
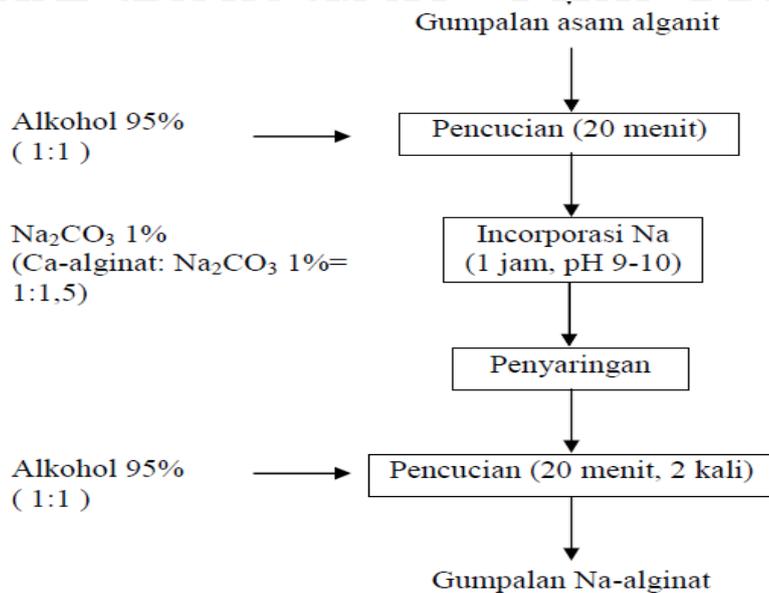


3. **Lampiran Skema Kerja Pembuatan Agar dengan Metode Ekstraksi (Widyastuti, 2009)**



4. Lampiran Skema Kerja Pembuatan Alginat dengan Metode Ekstraksi *Le-Gloahec-Herter* (Wardani, 2008).





5. Lampiran Perhitungan Rendemen *Phycocolloids*

Phycocolloids	Ulangan	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Rendemen (%)	Rata-rata berat akhir	Rata-rata rendemen
AGAR	I	50 gr	7,84 gr	$\frac{7,84}{50} \times 100\% = 15,68 \%$	7,38 gr	14,76 %
	II	50 gr	6,92 gr	$\frac{6,92}{50} \times 100\% = 13,84 \%$		
KARAGINAN	I	25 gr	19,98 gr	$\frac{19,98}{25} \times 100\% = 79,92 \%$	17,45 gr	69,78 %
	II	25 gr	14,91 gr	$\frac{14,91}{25} \times 100\% = 59,64 \%$		
ALGINAT	I	25 gr	2,50 gr	$\frac{2,50}{25} \times 100\% = 10 \%$	3,07 gr	12,28 %
	II	25 gr	3,64 gr	$\frac{3,64}{25} \times 100\% = 14,56 \%$		

Data Hasil Perhitungan Rendemen Daun Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering

Phycocolloids	Ulangan	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Rendemen (%)	Rata-rata berat akhir	Rata-rata rendemen
AGAR	I	50 gr	5,62 gr	$\frac{5,62}{50} \times 100\% = 11,24 \%$	7,45 gr	14,89 %
	II	50 gr	9,27 gr	$\frac{9,27}{50} \times 100\% = 18,54 \%$		
KARAGINAN	I	25 gr	10,08 gr	$\frac{10,08}{25} \times 100\% = 40,32 \%$	10,5 gr	42 %
	II	25 gr	10,92 gr	$\frac{10,92}{25} \times 100\% = 43,68 \%$		
ALGINAT	I	25 gr	2,73 gr	$\frac{2,73}{25} \times 100\% = 10,92 \%$	3,26 gr	13,02 %
	II	25 gr	3,78 gr	$\frac{3,78}{25} \times 100\% = 15,12 \%$		

Data Hasil Perhitungan Rendemen Batang Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering

6. Lampiran Uji Mineral

6.1. Daun Kering



## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

### SERTIFIKAT CERTIFICATE

Nomor : 2017 S/LKA MLG/V/2014

**IDENTITAS PEMILIK**

Owner Identity

Nama : **Rani Anggraini Matiinu**

Name

Alamat : **Jl. Watumujur 2 no. 26 Lowokwaru - Malang**

Address

**IDENTITAS CONTOH UJI**

Sample Identity

Kode Contoh Uji : **Ext. 166 /PC/V/2014/ 198**

Sample Code

Jenis Contoh Uji : **Teh Rumput Laut**

Type Sample

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : **Daun Kering**

Sampling Location

Petugas Pengambilan Contoh Uji : **-**

Sampling Done By

Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : **-**

Date Time of Sampling

Tgl/Jam Penerimaan Contoh Uji : **09 Mei 2014 Jam 09:45 WIB**

Date Time of Sample Received in Laboratory

Kondisi Contoh uji : **Belum dilakukan pengawetan**

Sample Condition (s)

**HASIL ANALISA**

Result of Analysis

Terlampir

Enclosed

Diterbitkan Di/Tanggal :

**Malang, 23 Mei 2014**

Place / Date of Issue



Laboratorium Kualitas Air  
Perum Jasa Tirta I

**Imam Buchori, ST, M.Sc**  
Manajer Laboratorium  
Manager of Laboratory

Contoh uji diambil oleh Rani Anggraini  
Matiinu. Tanggal, 09 Mei 2014

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari  
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from  
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation



## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

No : 2017 S/LKA MLGN/2014

Halaman 2 dari 2  
 Page 2 of 2

Kode Contoh Uji / Sample Code : Ext. 166 /PC/V/2014/ 198  
 Metode Pengambilan Contoh Uji / Sampling Method : -  
 Tempat Analisa / Place of Analysis : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
 Tanggal Analisa / Testing Date(s) : 09 Mei - 22 Mei 2014

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Metode Analisa	Keterangan
<b>Daun Kering</b>						
1	Klorida	%	43.7	40.6	Titrimetri	-
2	Natrium	%	0.005	48.37	Atomic Absorption Spektrofotometer	-
3	Kalium (K)	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,0106
4	Magnesium (Mg )	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,0076
5	Kalsium / Calsium (Ca )	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,210
6	Kadmium	%	5,73 x 10 <sup>-5</sup>	0.574	Atomic Absorption Spektrofotometer	-
7	Raksa	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,0003 x 10 <sup>-1</sup>
8	Timbal	%	3,91 x 10 <sup>-5</sup>	0.397	Atomic Absorption Spektrofotometer	-
9	Seng	%	0.001	12.89	Atomic Absorption Spektrofotometer	-

Keterangan :  
 \*)tt = Tidak terdeteksi  
 Klorida (16,8 gr dalam 500ml)  
 Logam (1 gr dalam 100ml)

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation  
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation



### SERTIFIKAT CERTIFICATE

**Nomor : 2608 S/LKA MLG/VII/2014**

#### IDENTITAS PEMILIK

Owner Identity

Nama : **Rani Anggraini Matiinu**  
Name

Alamat : **Jl. Watumujur 2 no. 26 Lowokwaru - Malang**  
Address

#### IDENTITAS CONTOH UJI

Sample Identity

Kode Contoh Uji : **Ext. 355 - 360 /PC/VI/2014/ 400 - 405**  
Sample Code

Jenis Contoh Uji : **Teh Rumput Laut**  
Type Sample

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : **Terlampir**  
Sampling Location

Petugas Pengambilan Contoh Uji : -  
Sampling Done By

Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : -  
Date Time of Sampling

Tgl/Jam Penerimaan Contoh Uji : **16 Juni 2014 Jam 15:30 WIB**  
Date Time of Sample Received in Laboratory

Kondisi Contoh uji : **Belum dilakukan pengawetan**  
Sample Condition (s)

HASIL ANALISA  
Result of Analysis

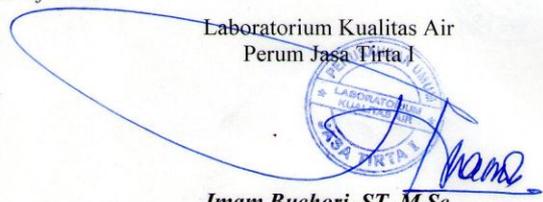
Terlampir  
Endclosed

Diterbitkan Di/Tanggal : **Malang, 23 Mei 2014**  
Place / Date of Issue



Contoh uji diambil oleh Rani Anggraini  
Matiinu. Tanggal, 16 Juni 2014

Laboratorium Kualitas Air  
Perum Jasa Tirta I



**Imam Buchori, ST, M.Sc**  
Manajer Laboratorium  
Manager of Laboratory

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari  
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

**Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I**

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from  
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

**This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation**



JASA TIRTA I

## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

No : 2608 S/LKA MLG/VII/2014

Halaman 2 dari 2  
 Page 2 of 2

Kode Contoh Uji / Sample Code : Ext. 355 - 360 /PC/VI/2014/ 400 - 405  
 Metode Pengambilan Contoh Uji / Sampling Method : -  
 Tempat Analisa / Place of Analysis : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
 Tanggal Analisa / Testing Date(s) : 16 Juni - 27 Juni 2014

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Metode Analisa	Keterangan
<b>Daun Kering</b>						
1	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	130,5	130,5	Spektrofotometri	-
2	Iodium	%	5,1	5,1	Titrimetri	-
<b>Batang Kering</b>						
1	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	52,5	52,4	Spektrofotometri	-
2	Iodium	%	3,8	3,9	Titrimetri	-
<b>Daun Basah Kering</b>						
1	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	60,8	60,8	Spektrofotometri	-
2	Iodium	%	4,8	4,8	Titrimetri	-
<b>Batang Basah Kering</b>						
1	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	35,0	35,0	Spektrofotometri	-
2	Iodium	%	3,2	3,1	Titrimetri	-
<b>Daun Segar</b>						
1	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	208,1	208	Spektrofotometri	-
2	Iodium	%	4,5	4,3	Titrimetri	-
<b>Batang Segar</b>						
1	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	13,6	13,6	Spektrofotometri	-
2	Iodium	%	3,5	3,5	Titrimetri	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation



## 6.2. Batang Kering



### LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkung Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

### SERTIFIKAT CERTIFICATE

Nomor : 2018 S/LKA MLG/V/2014

#### IDENTITAS PEMILIK

Owner Identity

Nama : Rani Anggraini Matinu  
Name

Alamat : Jl. Watumujur 2 no. 26 Lowokwaru - Malang  
Address

#### IDENTITAS CONTOH UJI

Sample Identity

Kode Contoh Uji : Ext. 167 /PC/V/2014/ 199  
Sample Code

Jenis Contoh Uji : Teh Rumput Laut  
Type Sample

Lokasi Pengambilan Contoh Uji : Batang Kering  
Sampling Location

Petugas Pengambilan Contoh Uji : -  
Sampling Done By

Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : -  
Date Time of Sampling

Tgl/Jam Penerimaan Contoh Uji : 09 Mei 2014 Jam 09:45 WIB  
Date Time of Sample Received in Laboratory

Kondisi Contoh uji : Belum dilakukan pengawetan  
Sample Condition (s)

#### HASIL ANALISA

Result of Analysis

Terlampir  
Enclosed

Diterbitkan Di/Tanggal : Malang, 23 Mei 2014  
Place / Date of Issue



Imam Buchori, ST, M.Sc  
Manajer Laboratorium  
Manager of Laboratory

Contoh uji diambil oleh Rani Anggraini  
Matinu. Tanggal, 09 Mei 2014

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari  
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from  
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation



## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

No : 2018 S/LKA MLGN/2014

Halaman 2 dari 2  
 Page 2 of 2

Kode Contoh Uji  
 Sample Code

Ext. 167 /PC/V/2014/ 199

Metode Pengambilan Contoh Uji  
 Sampling Method

:-

Tempat Analisa  
 Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa  
 Testing Date(s)

: 09 Mei - 22 Mei 2014

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Metode Analisa	Keterangan
<b>Batang Kering</b>						
1	Klorida	%	22.5	22.5	Titrimetri	-
2	Natrium	%	0.007	65.49	Atomic Absorption Spektrofotometer	-
3	Kalium (K)	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,0106
4	Magnesium (Mg )	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,0076
5	Kalsium / Calsium (Ca )	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,210
6	Kadmium	%	$3.91 \times 10^{-5}$	$5.39 \times 10^{-5}$	Atomic Absorption Spektrofotometer	-
7	Raksa	%	tt*)	tt*)	Atomic Absorption Spektrofotometer	MDL <0,0003 x 10 <sup>-1</sup>
8	Timbal	%	$4.88 \times 10^{-5}$	$4.85 \times 10^{-5}$	Atomic Absorption Spektrofotometer	-
9	Seng	%	$5.5 \times 10^{-4}$	$5.5 \times 10^{-4}$	Atomic Absorption Spektrofotometer	-

Keterangan :

\*)tt = Tidak terdeteksi  
 Klorida (25 gr dalam 500ml)  
 Logam (1 gr dalam 100ml)

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari  
 Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from  
 Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation



7. Lampiran Foto Kegiatan Penelitian

7.1. Proses Pengeringan Rumput laut



Alga coklat  
Sargassum  
cristaefolium

Pencucian

Penyortiran daun  
dan batang



Pengeringan  
dibawah matahari  
2 x 24 jam



Hasil pengeringan



## 7.2. Pembuatan Ekstrak Agar



(Alga coklat  
Sargassum  
cristaefolium  
kering)



Ditimbang beratnya  
25 gr X 2 (50 gram)



Dipanaskan dalam  
1000 ml KOH pada  
suhu 80-95 °C  
selama 1 jam



Diblender dan  
direbus  
kembali selama  
3 jam sambil  
diaduk



Direbus pada  
suhu 80-95 °C  
selama 1 jam



Ditambahkan air  
sebanyak 2X berat  
residu dan  
ditambahkan asam  
asetat glacial 0,5 %  
(pH 6-7)



Setelah dibilas  
dengan air  
mengalir,  
ditimbang berat  
residu



Hasil setelah  
direbus selama  
3 jam



Hasil rebusan disaring  
dan di cetak, serta di  
oven pada suhu 60-65  
°C selama 24 jam



Lembaran agar  
yang kering

### 7.3. Pembuatan Ekstrak Karaginan



Sampel ditambahkan air (1:25) dan direndam selama 24 jam



Dipanaskan selama 30 menit pada suhu 80-90 °C



Diblender



Dicuci dengan KCl 1,5 % tahap 2



Disaring dengan kain saring dan dicuci dengan KCl 1,5 % tahap 1



Ditambahkan KOH 6% dan dipanaskan selama 2 jam pada suhu 80-90 °C, serta ditambahkan KCl 1,5% (30 menit terakhir)



Dikeringkan dengan oven pada suhu 50-60 °C selama 24 jam



HASIL

#### 7.4. Pembuatan Ekstrak Alginat



Sampel direndam CaCl 1% 200 ml selama 2 jam



Setelah direndam selama 2 jam, dilakukan pencucian dengan air mengalir



Setelah dicuci, sampel direndam lagi dengan HCl 2% 200 ml (30 menit)



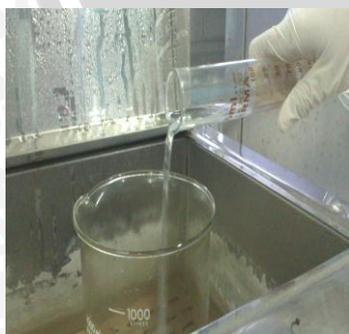
Ditambahkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : Aquades (3:7), kemudian disaring untuk mendapat filtrat



Pemanasan di waterbath 90 °C selama 2 jam



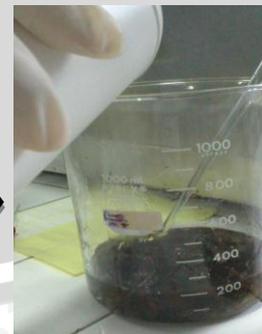
Pembuburan dengan blender



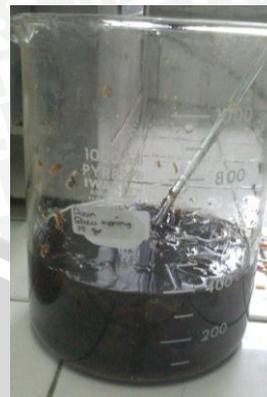
Ditambahkan CaCl<sub>2</sub> 10% : filtrate (1:5) dengan pemanasan 40 °C sehingga mengalami penggumpalan



Setelah menggumpal disaring dengan kain saring dan diasamkan dengan HCl 5% sampai pH 2-3



Pencucian dengan alkohol 95% (1:1) selama 20 menit



Pencucian kembali dengan alkohol 95% selama 20 menit sebanyak 2X, dan dikeringkan dengan oven pada suhu 70-75 °C selama 24 jam

Hasil Incorporasi Na selama 1 jam

Ditambahkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% (1:1,5) sampai pH 9-10. Dan diaduk secara periodik selama 1 jam



Hasil alginat kering



8. Lampiran Gambar Pengujian

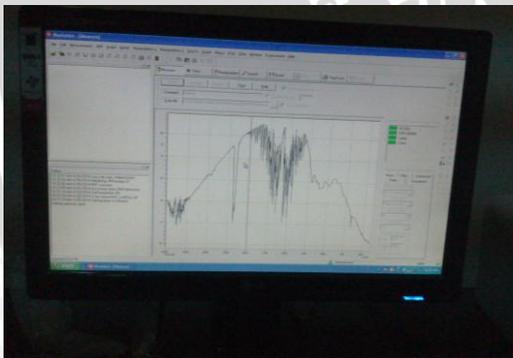
8.1. Alat Pengujian FTIR



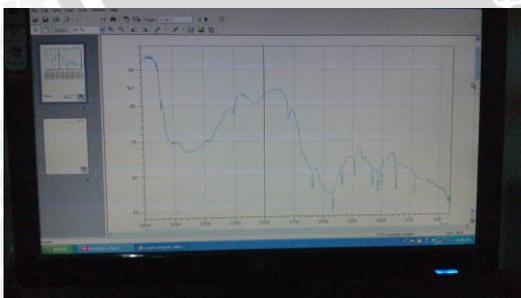
Alat pengujian FTIR :  
IRPrestige-21 tampak  
dari luar



Alat pengujian FTIR :  
IRPrestige-21 tampak  
dari dalam



Hasil deteksi Alat  
pengujian FTIR  
IRPrestige-21 masuk  
dalam database  
komputer



Hasil grafik yang sudah  
rapi dari komputer

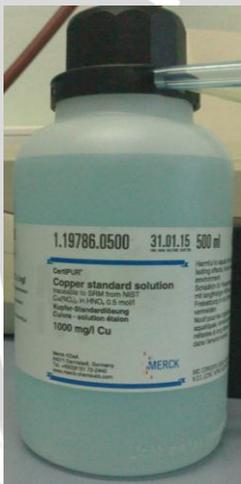
## 8.2. Alat Pengujian Mineral



Alat pengujian AAS :  
AA-6800 Shimadzu



Alat pengujian AAS :  
AA-6800 Shimadzu  
tampak keseluruhan



Cairan standart yang  
digunakan sebagai  
standarisasi sebelum  
digunakan uji



Alat pengatur gas  
Asetilin dan pengatur  
udara



Reagen – reagen yang digunakan dalam pengujian mineral



Tempat sampel yang akan diuji



Nebulaser digunakan untuk mengubah cairan sampel menjadi gas



Lampu katoda untuk membaca absorbansi



PC untuk memasukkan hasil yang telah terdeteksi dan pembentukan kurva



## 9. Lampiran Hasil FTIR

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	815.89	47.082	0.911	868.04	802.39	19.95	0.183
2	947.05	51.005	0.408	954.76	916.19	11.143	0.11
3	1033.85	44.243	4.299	1072.42	979.84	30.61	1.851
4	1126.43	49.668	0.605	1159.22	1118.71	12.109	0.152
5	1253.73	49.573	0.174	1255.68	1190.08	18.98	0.355
6	1408.04	44.376	0.19	1409.98	1365.6	14.584	0.001
7	2135.2	68.123	0.056	2137.13	2087.69	11.236	0.057
8	2182.2	67.993	0.172	2287.58	2154.49	21.55	0.101
9	2850.79	56.832	0.194	2854.65	2395.59	85.767	0.009
10	2918.3	54.389	0.087	2920.23	2856.58	16.18	0.012
11	3088.03	51.576	0.057	3089.98	3018.6	19.89	0.014
12	3153.61	50.177	0.041	3155.54	3111.18	13.113	0.011
13	3207.62	49.374	0.061	3209.55	3172.9	11.15	0.014

**Tabel. Spectrum dan peak FTIR Agar dari Batang Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering.**

Pola spectrum pada FTIR Agar batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering pada gambar di atas memiliki puncak-puncak pada daerah sekitar 3500 - 3200  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Bilangan gelombang 2850 – 2970 dan 1340 – 1470  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H. pada bilangan gelombang 2100 – 2260  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{C}\equiv\text{C}$ . Angka gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alkohol / eter / asam karboksilat / ester. Angka gelombang 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena, sedangkan angka gelombang 690 – 900  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik.

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	433.98	31.95	0.754	447.49	422.41	12.302	0.131
2	617.22	32.487	0.487	630.72	607.58	11.236	0.084
3	644.22	32.896	0.077	661.58	640.37	10.218	0.013
4	675.09	33.074	0.405	750.31	669.3	37.854	0.221
5	790.81	35.323	0.787	802.39	779.24	10.344	0.1
6	813.96	36.212	0.835	864.11	804.32	25.16	0.32
7	898.83	40.856	0.61	918.12	889.18	11.1	0.09
8	952.84	40.798	0.137	954.76	920.05	13.277	0.052
9	1033.85	31.69	3.644	1055.06	956.69	43.771	1.65
10	1083.99	34.217	0.874	1114.86	1074.35	18.453	0.373
11	1126.43	36.786	1.347	1188.15	1116.78	29.218	0.722
12	1257.59	35.951	2.583	1280.73	1190.08	38.01	1.778
13	1338.6	33.977	0.315	1340.53	1282.66	25.94	0.071
14	1361.74	33.171	0.212	1363.67	1342.46	10.015	0.016
15	1415.75	29.914	1.156	1419.61	1400.32	10.011	0.191
16	1593.2	27.924	0.256	1597.06	1577.77	10.574	0.072
17	2133.27	59.318	0.07	2135.2	2021.4	24.273	0.144
18	2164.13	59.15	0.181	2289.5	2156.42	29.317	0.135
19	2929.87	38.804	1.097	2947.23	2428.38	149.606	0.28
20	3207.62	31.342	0.086	3209.55	2981.95	103.672	0.479
21	3232.7	30.911	0.085	3236.55	3209.55	13.693	0.019
22	3271.27	30.458	0.063	3275.13	3250.05	12.904	0.014
23	3340.71	30.537	0.129	3354.21	3334.92	9.912	0.018
24	3381.21	30.982	0.148	3396.64	3375.43	10.767	0.025

**Tabel. Spectrum dan peak FTIR Agar dari Daun Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering.**

Pola spectrum pada FTIR agar daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering pada gambar di atas memiliki puncak-puncak pada daerah sekitar 3500 - 3200  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Bilangan gelombang 2850 – 2970 dan 1340 – 1470  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H. pada bilangan gelombang 2100 – 2260  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{C}\equiv\text{C}$ . Pada angka gelombang 1300 – 1570  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Angka gelombang 1180 – 1360  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida. Angka gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alcohol / eter/ asam karboksilat / ester. Angka gelombang 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena, sedangkan angka gelombang 690 – 900  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik.

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	711.73	58.724	1.035	750.31	704.02	10.144	0.063
2	1001.06	61.939	0.31	1004.91	962.48	8.279	0.025
3	1031.92	60.124	1.37	1047.35	1004.91	9.124	0.198
4	1082.07	62.003	0.268	1116.78	1076.28	8.246	0.064
5	1234.44	65.037	0.248	1238.3	1190.08	8.553	0.04
6	1338.6	61.974	0.289	1342.46	1292.31	9.896	0.087
7	1415.75	54.6	0.589	1419.61	1344.38	17.667	0.114
8	1593.2	61.417	0.746	1633.71	1583.56	10.322	0.193

**Tabel. Spectrum dan peak FTIR Karaginan dari Batang Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering.**

Pola spectrum pada FTIR karaginan batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering pada gambar di atas memiliki puncak-puncak pada daerah sekitar  $1300 - 1570 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Bilangan gelombang  $2850 - 2970$  dan  $1340 - 1470 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H. Angka gelombang  $1180 - 1360 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida. Angka gelombang  $1050 - 1300 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alcohol / eter/ asam karboksilat / ester. Angka gelombang  $675 - 995 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena.

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	713.66	46.334	1.214	736.81	702.09	11.279	0.137
2	812.03	49.561	0.448	842.89	804.32	11.564	0.061
3	873.75	44.271	7.623	893.04	856.39	11.322	0.881
4	947.05	50.887	1.559	960.55	918.12	12.045	0.248
5	1033.85	46.67	1.621	1049.28	962.48	26.958	0.668
6	1161.15	50.902	1.776	1188.15	1147.65	11.4	0.277
7	1234.44	51.944	0.404	1240.23	1190.08	13.711	0.095
8	1396.46	43.441	0.259	1398.39	1344.38	17.822	0.006
9	1595.13	47.857	0.933	1616.35	1577.77	12.238	0.221
10	1795.73	64.921	4.16	1842.02	1772.58	11.25	0.494
11	2154.49	69.568	0.097	2283.72	2148.7	20.481	0.033
12	2517.1	66.148	2.267	2551.82	2395.59	24.71	0.612
13	2850.79	57.487	0.308	2854.65	2611.62	49.635	0.016
14	2914.44	55.659	0.416	2924.09	2877.79	11.592	0.07

**Tabel. Spectrum dan peak FTIR Karaginan dari Daun Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering.**

Pola spectrum pada FTIR karaginan daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering pada gambar di atas memiliki puncak-puncak pada bilangan gelombang 2850 – 2970 dan 1340 – 1470  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H (alkana). pada bilangan gelombang 2100 – 2260  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{C}\equiv\text{C}$  (alkuna). Pada angka gelombang 1300 – 1570  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Angka gelombang 1180 – 1360  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida, sedangkan angka gelombang 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena.

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	711.73	45.71	0.639	734.88	704.02	10.296	0.06
2	817.82	48.021	0.624	842.89	808.17	10.88	0.107
3	875.68	43.712	6.833	896.9	860.25	11.595	0.759
4	945.12	50.646	1.526	966.34	918.12	13.936	0.304
5	1031.92	48.096	2.491	1072.42	970.19	31.101	1.106
6	1083.99	49.287	0.46	1112.93	1074.35	11.703	0.081
7	1161.15	50.945	0.495	1193.94	1151.5	12.188	0.098
8	1230.58	51.386	0.08	1232.51	1195.87	10.371	0.007
9	1317.38	50.612	0.157	1321.24	1292.31	8.471	0.01
10	1417.68	41.977	0.841	1419.61	1344.38	25.144	0.099
11	1606.7	47.533	0.296	1610.56	1577.77	10.322	0.071
12	1795.73	59.125	4.732	1861.31	1774.51	16.417	0.562
13	2017.54	65.482	0.098	2019.47	1969.32	8.882	0.003
14	2063.83	64.241	0.138	2067.69	2021.4	8.717	0.029
15	2133.27	63.418	1.669	2289.5	2069.62	41.522	1.368
16	2513.25	61.2	3.569	2555.68	2397.52	29.254	1.047
17	2601.97	62.727	0.173	2611.62	2573.04	7.771	0.025
18	2775.57	59.202	0.06	2777.5	2630.91	31.682	0.205
19	2873.94	55.563	0.087	2875.86	2777.5	23.601	0.01
20	2912.51	54.765	0.177	2918.3	2877.79	10.466	0.022
21	3032.1	53.527	0.105	3035.96	2999.31	9.824	0.016
22	3234.62	48.406	0.052	3236.55	3095.75	42.019	0.031

**Tabel. Spectrum dan peak FTIR Alginat dari Batang Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering.**

Pola spectrum pada FTIR alginat batang alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering pada gambar di atas memiliki puncak-puncak pada daerah sekitar  $3500 - 3200 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Bilangan gelombang  $2850 - 2970$  dan  $1340 - 1470 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H (alkana). Pada bilangan gelombang  $2100 - 2260 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C≡C (alkuna). Angka gelombang  $1610 - 1680$  menunjukkan adanya gugus C=C (alkena). Pada angka gelombang  $1300 - 1570 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus NO<sub>2</sub> senyawa-senyawa nitro. Angka gelombang  $1180 - 1360 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-N amina / amida. Angka gelombang  $1050 - 1300 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alcohol / eter/ asam karboksilat / ester. Angka gelombang  $675 - 995 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H alkena, sedangkan angka gelombang  $690 - 900 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H cincin aromatik.

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	1033.85	60.2	2.623	1068.56	970.19	20.468	0.928
2	1386.82	56.469	0.272	1388.75	1342.46	10.439	0.029
3	3271.27	60.447	0.088	3273.2	3093.82	34.586	0.112
4	3365.78	57.183	0.291	3371.57	3329.14	10.106	0.056

**Tabel. Spectrum dan peak FTIR Alginat dari Daun Alga Coklat *Sargassum cristaefolium* Kering.**

Pola spectrum pada FTIR alginat daun alga coklat *Sargassum cristaefolium* kering pada gambar di atas memiliki puncak-puncak pada daerah sekitar  $3500 - 3200 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H yang berikatan dengan hydrogen. Pada angka gelombang  $1300 - 1570 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{NO}_2$  senyawa-senyawa nitro. Muncul puncak yang mendekati angka gelombang  $1050 - 1300 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O alcohol / eter/ asam karboksilat / ester.