

**UJI PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI SERBUK  
ALGINAT RUMPUT LAUT COKELAT (*Sargassum sp.*)  
DENGAN VARIASI AGEN PENGEKSTRAK**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**WINDA AFRIANI  
NIM. 150704049  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM - BANDA ACEH  
2019/1440 H**

**UJI PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI SERBUK ALGINAT  
RUMPUT LAUT COKELAT (*Sargassum sp.*) DENGAN VARIASI AGEN  
PENGEKSTRAK**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia

Oleh

**WINDA AFRIANI**

**NIM. 150704049**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi**

**Program Studi Kimia**

Disetujui Oleh:

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Pembimbing I



**(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si)**

**NIDN. 2027118604**

Pembimbing II



**(Anjar Purba Asmara, M.Sc)**

**NIDN. 2009099501**

**UJI PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI SERBUK ALGINAT  
RUMPUT LAUT COKELAT (*Sargassum sp.*) DENGAN VARIASI AGEN  
PENGEKSTRAK**

**SKRIPSI**

**Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus  
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-I)  
Dalam Ilmu Kimia**

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 7 Agustus 2019  
23 Dhulkaidah 1440 H

**Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi**

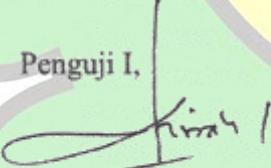
Ketua,

  
(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si)  
NIDN. 2027118604

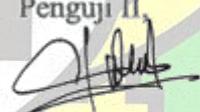
Sekretaris,

  
(Anjar Purba Asmara, M.Sc)  
NIDN. 2009099501

Penguji I,

  
(Khairun Nisah, M.Si)  
NIDN. 2016027902

Penguji II,

  
(Cut Nuzlia, M.Sc)  
NIDN. 2014058702

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



  
Dr. Azhar Amsal, M.Pd  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Winda Afriani

NIM : 150704049

Prodi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Uji Perbandingan Aktivitas Antibakteri Serbuk Alginat Rumput Laut Cokelat (*Sargassum sp.*) Dengan Variasi Agen Pengekstrak.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengimbangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ilmiah ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

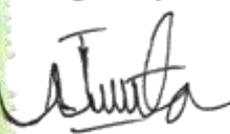
Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 7 Agustus 2019

Yang menyatakan



  
(Winda Afriani)

## ABSTRAK

Nama : Winda Afriani  
NIM : 150704049  
Program Studi : Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi (FST)  
Judul : Uji Perbandingan Aktivitas Antibakteri Serbuk Alginat Rumput Laut Cokelat (*Sargassum sp.*) dengan Variasi Agen Pengekstrak  
Tanggal Sidang : 6 Agustus 2019 / 23 Dzulkaidah 1440 H  
Tebal Skripsi : 58 halaman  
Pembimbing I : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.  
Pembimbing II : Anjar Purba Asmara, M.Sc.  
Kata Kunci : Alginat, Polisakarida, Antibakteri

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan aktivitas antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% (A) dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% (B) dan untuk mengetahui konsentrasi larutan ekstrak alginat yang terbaik untuk menghambat aktivitas kedua bakteri tersebut. Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi asam dan metode difusi cakram pada uji aktivitas antibakteri. Berdasarkan hasil penelitian, rendemen alginat B lebih tinggi dibandingkan rendemen alginat A dengan persentase 40,77 dan 26,6%. Aktivitas ekstrak alginat A 6,25% tergolong sedang sedangkan alginat A 12,5% tergolong kuat pada bakteri *E. coli*. Aktivitas alginat B 6,25 dan 12,5% tergolong kuat pada bakteri tersebut. Aktivitas ekstrak alginat A 6,25 dan 12,5% tergolong sedang dan aktivitas alginat B 6,25% tergolong sedang dan konsentrasi 12,5% tergolong kuat pada bakteri *S. aureus*. Aktivitas antibakteri ekstrak *Sargassum sp.* yang paling baik adalah ekstrak dengan agen pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dengan konsentrasi 12,5% (14 mm, 14,5 mm dan 14 mm) yang tergolong kuat dalam menghambat bakteri *E. coli*.

## ABSTRACT

Name : Winda Afriani  
NIM : 150704049  
Study Program : Chemistry, Faculty of Science and Technology (FST)  
Title : Comparison of Antibacterial Activity of Alginate  
Extracted from *Sargassum* sp. with Varied Extracting  
Agents.  
Assessed : August 6, 2019  
Length : 58 pages  
Advisor I : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.  
Advisor II : Anjar Purba Asmara, M.Sc.  
Keywords : Alginate, Polysaccharides, Antibacterial.

The purpose of this study was to compare the antibacterial activity of alginate powder extracted from *Sargassum* sp. with a variety of extracting agents  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% (A) and  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% (B) and to find out the best concentration of alginate extract solution to inhibit the activity of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. This research used acid extraction and disc diffusion method in the antibacterial activity test. Based on the results of the study, alginate A has higher yield compared to B with a percentage of 40.77 and 26.6%, respectively. The activity of alginate A 6.25% was classified as moderate and 12.5% was classified as strong in *E. coli* bacteria while alginate B 6.25 and 12.5% was classified as strong for the same bacteria. The activity of alginate A 6.25 and 12.5% was classified as moderate and alginate B 6.25% was classified as moderate and 12.5% was classified as strong for *S. aureus* bacteria. Antibacterial activity of alginate B 12.5% (14 mm, 14.5 mm and 14 mm) appears to be better which is classified as strong in inhibiting *E. coli* bacteria.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur dipersembahkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan kekuatan serta kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“UJI PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI SERBUK ALGINAT RUMPUT LAUT COKLAT (*Sargassum sp.*) DENGAN VARIASI AGEN PENGEEKTRAK”**.

Salawat beriring salam penulis sanjungkan ke pangkuan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya sekalian yang karena beliau penulis dapat merasakan betapa bermaknanya alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan yang sekarang ini.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu tugas dan beban studi yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa yang hendak mengakhiri program S-1 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Dari awal program perkuliahan sampai pada tahap penyelesaian skripsi ini tentu tidak akan tercapai apa bila tidak ada bantuan dari semua pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayahanda dan Ibunda tercinta beserta keluarga yang selalu mendoakan setiap saat untuk penulis serta yang telah memotivasi, mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
3. Bapak Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, Dosen serta karyawan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Muammar Yulian, M. Si. Selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Ibu Khairun Nisah, M. Si. selaku sekretaris Program Studi Kimia yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si sebagai pembimbing pertama dan Bapak Anjar Purba Asmara, M.Sc sebagai pembimbing kedua yang telah banyak meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada ibu Nurmilasari, M.Si yang telah membantu dan berpartisipasi membantu peneliti dalam memperoleh banyak informasi.
8. Sahabat-sahabat, Aulia Rabbal, Sara, Asmaul Husna Sos, Elsa Citra Lestari S.Si, Rosi Minarty S.Si, Yulianto S.Si, Safrida, Suliati S.Si, Huda, Cut Ristina dan Rika terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi peneliti yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
9. Kawan-kawan seperjuangan angkatan 2015 atas dukungan dan motivasinya.

Mudah-mudahan atas partisipasinya dan motivasi yang sudah diberikan sehingga menjadi amal kebaikan dan diberi pahala yang setimpal oleh Allah SWT. Penulis sepenuhnya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari

kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Dengan harapan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Banda Aceh, 6 Agustus 2019  
Penulis

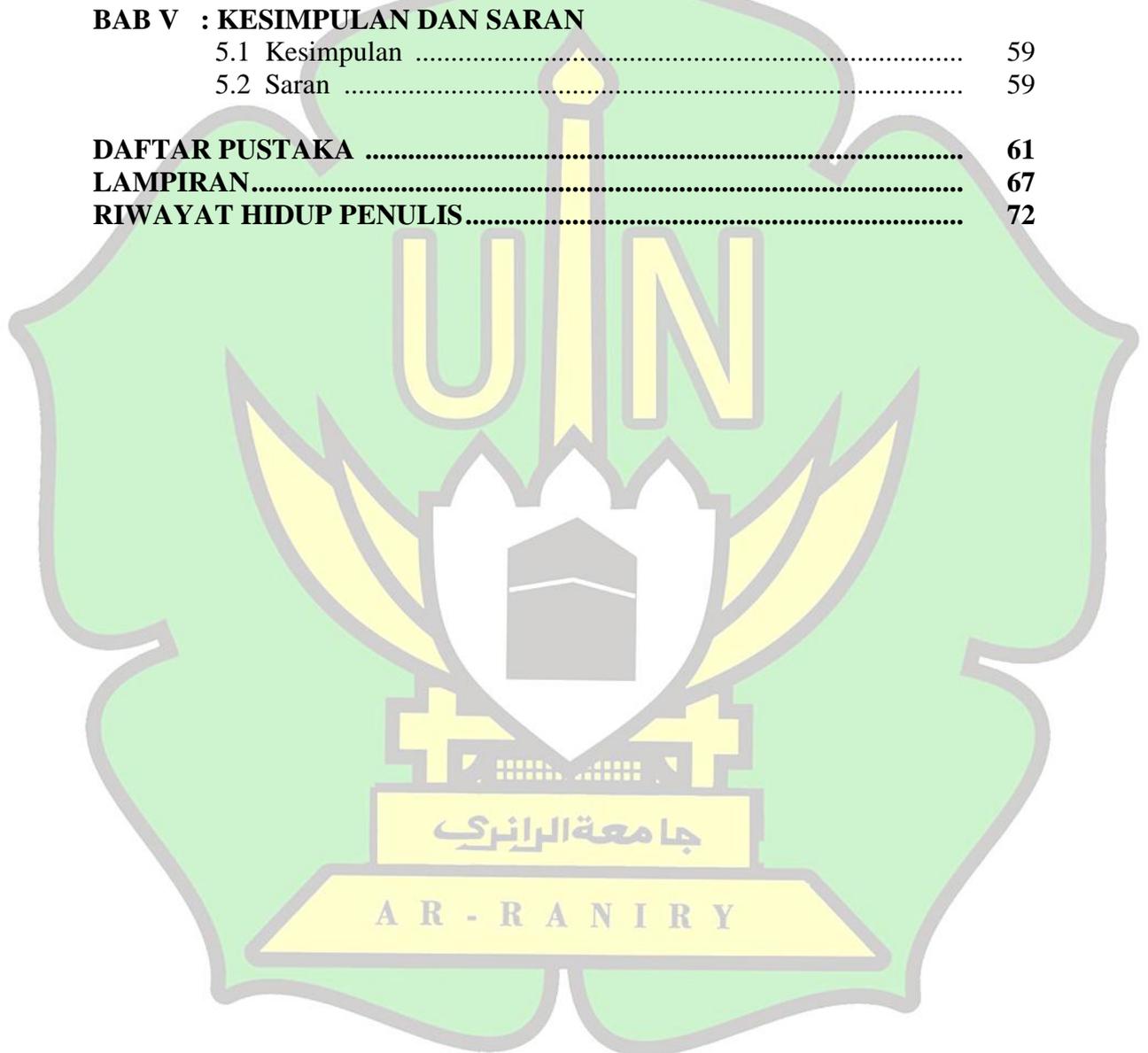
Winda Afriani



## DAFTAR ISI

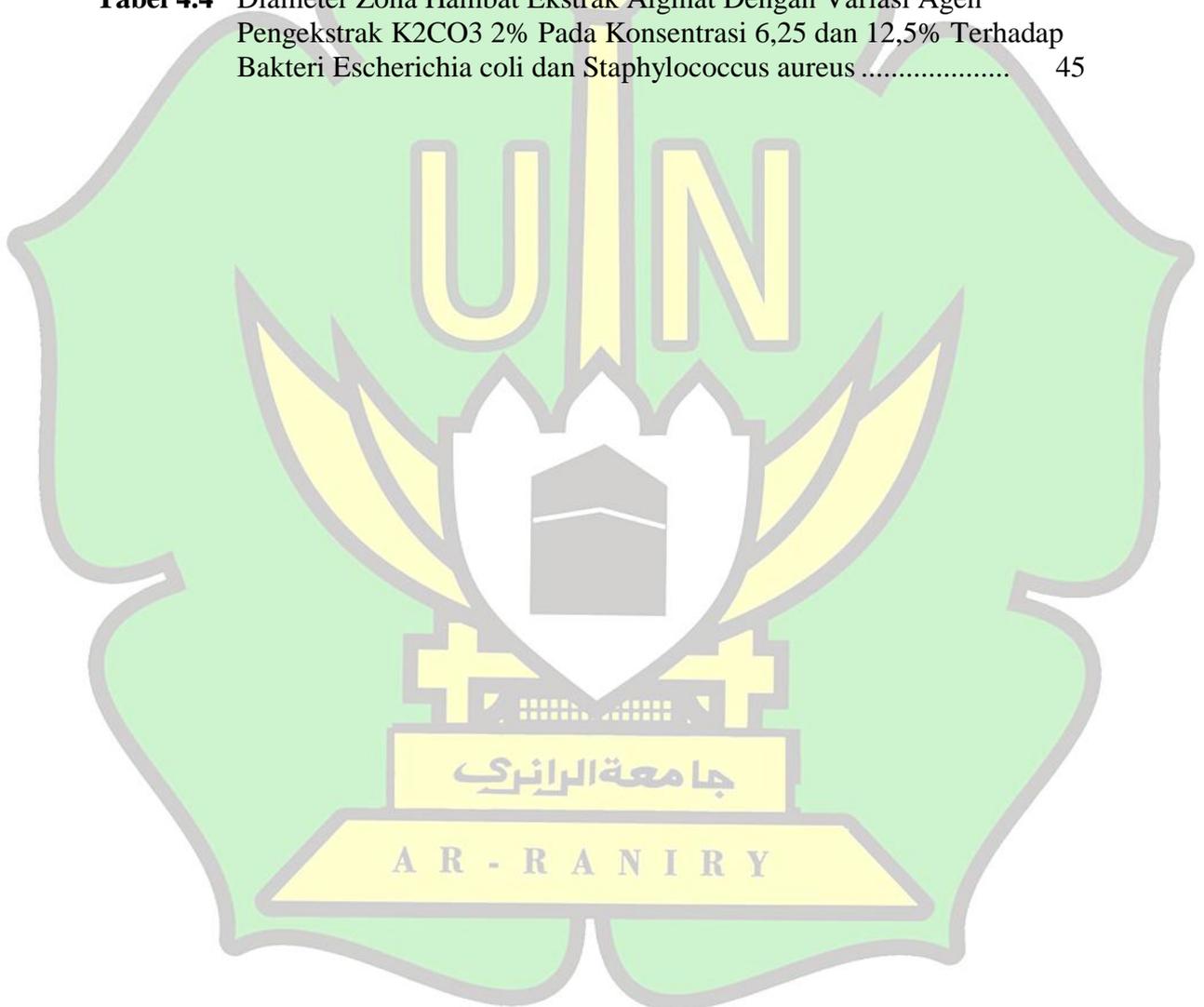
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	6
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Rumput Laut .....	7
2.2 Sargassum sp .....	9
2.3 Alginat .....	12
2.3.1 Komponen Alginat .....	14
2.3.2 Struktur Kimia Alginat .....	15
2.3.3 Sifat Fisika dan Kimia Alginat .....	18
2.3.4 Pemanfaatan Alginat .....	19
2.3.5. Pembuatan Alginat .....	23
2.4 Uji Aktivitas Antibakteri .....	28
2.5 Bakteri Escherichia coli dan Staphylococcus aureus .....	31
2.6 Medium Mueller Hinton (MHA) .....	34
2.7 Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared) .....	35
<b>BAB III : METOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	38
3.2 Alat dan Bahan .....	38
3.2.1 Alat .....	38
3.2.2 Bahan .....	38
3.3 Prosedur Kerja .....	39
3.3.1 Pengambilan Sampel .....	39
3.3.2 Preparasi Sampel .....	39
3.3.3 Ekstraksi Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak .....	39
3.3.4 Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared) .....	40
3.3.5 Pengenceran Sampel .....	40
3.3.6 Pengujian Aktivitas Antibakteri .....	41
3.3.7 Diameter Daya Hambat .....	41

<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	43
4.1.1 Ekstraksi Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak .....	43
4.1.2 Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared).....	43
4.1.3 Uji Aktivitas Antibakteri.....	44
4.2 Pembahasan.....	45
4.2.1 Ekstraksi Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak .....	45
4.2.2 Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared).....	50
4.2.3 Uji Aktivitas Antibakteri.....	52
<b>BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS.....</b>	<b>72</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Standar Mutu Asam Alginat dan Garam Alginat .....	15
<b>Tabel 2.2</b>	Kriteria Kekuatan Zona Hambat .....	30
<b>Tabel 4.1</b>	Data Spektrum FTIR Ekstrak Alginat Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp. Dengan Variasi Agen Pengekstrak Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2% .....	43
<b>Tabel 4.2</b>	Data spektrum FTIR Ekstrak Alginat Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp. Dengan Variasi Agen Pengekstrak K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2% .....	44
<b>Tabel 4.3</b>	Diameter Zona Hambat Ekstrak Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2% Pada Konsentrasi 6,25 dan 12,5% Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> .....	45
<b>Tabel 4.4</b>	Diameter Zona Hambat Ekstrak Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 2% Pada Konsentrasi 6,25 dan 12,5% Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> .....	45



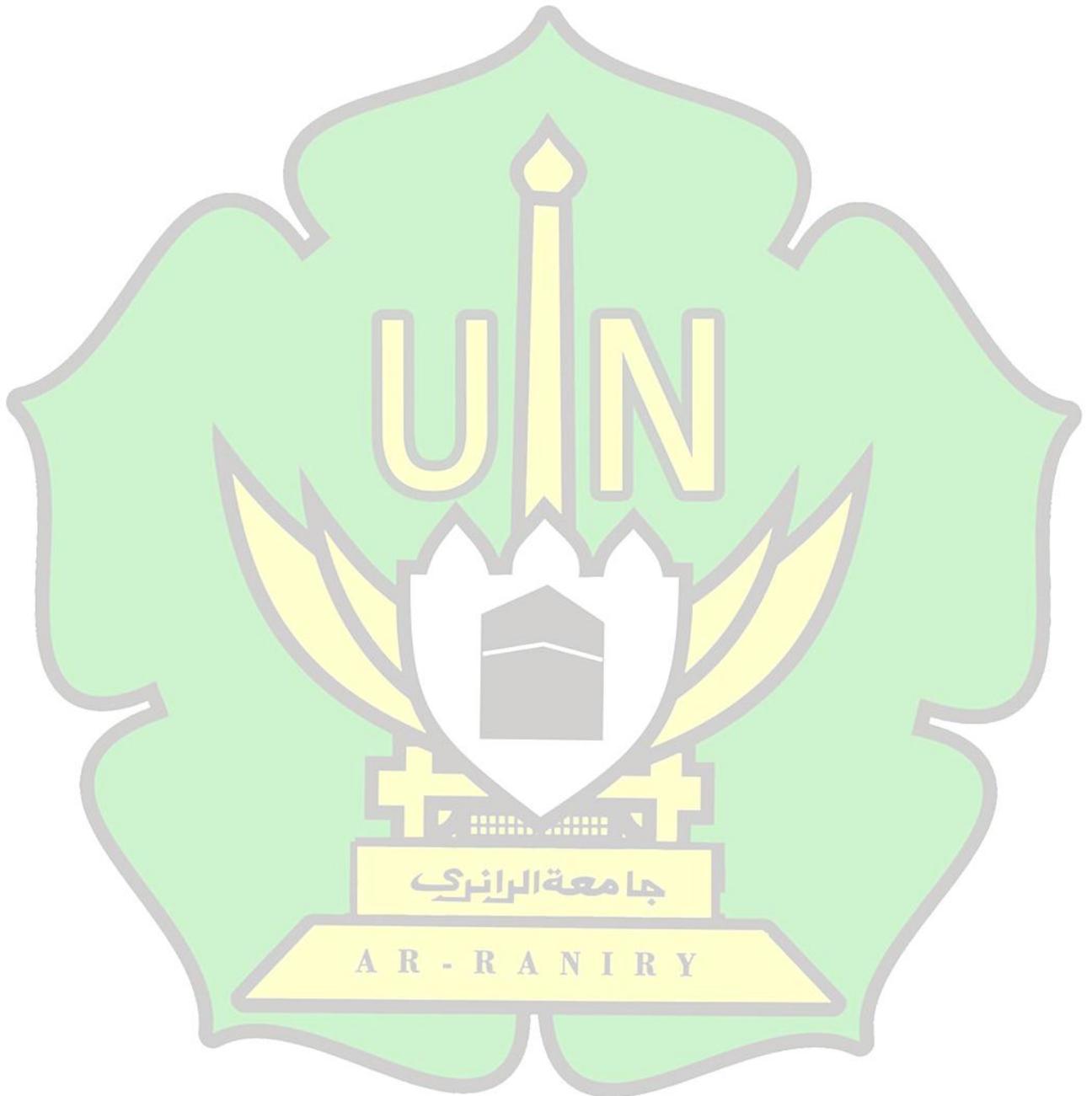
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Rumput Laut jenis <i>Sargassum</i> sp. ....	10
<b>Gambar 2.2</b>	Monomer Penyusun Alginat .....	17
<b>Gambar 4.1</b>	Mekanisme Reaksi Natrium Alginat dan Kalium Alginat .....	49
<b>Gambar 4.2</b>	Uji Antibakteri Ekstrak Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2% Pada Konsentrasi 6,25 dan 12,5% Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> . ....	50
<b>Gambar 4.3</b>	Uji Antibakteri Ekstrak Alginat Dengan Variasi Agen Pengekstrak $\text{K}_2\text{CO}_3$ 2% Pada Konsentrasi 6,25 dan 12,5% Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> . ....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Dokumentasi Penelitian .....	67
<b>Lampiran 2.</b> Perhitungan .....	71



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu spesies yang habitatnya di laut adalah alga atau rumput laut. Ada beberapa jenis rumput laut yang ada di perairan Indonesia dimana salah satunya adalah alga cokelat. Alga cokelat merupakan rumput laut yang termasuk dalam kelas *Phaeophyceae* yang biasanya disebut dengan rumput laut *Sargassum sp.* (Putra, 2006). *Sargassum sp.* merupakan rumput laut yang tergolong dalam divisi *Phaeophyta* (ganggang cokelat) dan dapat tumbuh hingga mencapai panjang 12 meter. Alga cokelat salah satu alga yang tersusun atas zat warna atau pigmentasinya. Alga cokelat berwarna cokelat karena mengandung pigmen xantofis. Bentuk tubuhnya seperti tumbuhan tinggi. Alga cokelat mempunyai *thallus* (tidak ada bagian akar, batang dan daun) (Guiry, 2007).

Alga cokelat memiliki kandungan karbohidrat, protein, abu, air, vitamin dan mineral dalam bentuk makro dan mikro elemen yaitu kalium, natrium, magnesium, fosfat, iodin dan besi (Syad *et al.*, 2013). Rumput laut atau makroalga memiliki bermacam-macam metabolit dan senyawa bioaktif dengan aktivitas antimikroba seperti polisakarida, lemak tak jenuh, senyawa fenol dan karetenoid. Senyawa utama alga cokelat adalah polisakarida yang memiliki penyimpanan dan struktur fungsional. Dinding sel alga cokelat terdiri dari senyawa polisakarida yaitu alginat. *Sargassum sp.* merupakan polisakarida yang mengandung senyawa metabolit sekunder yang dapat bertindak sebagai antibakteri. *Sargassum sp.* mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, tanin, iodin dan fenol

yang berpotensi sebagai bahan antimikroba terhadap beberapa jenis bakteri (Siregar *et al.*, 2012).

Hasil penelitian Keusgen *et al.*, (1997) dan Faulkner (1984) dalam Izzati (2007) menyebutkan *Sargassum sp.* memproduksi beberapa senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, fenol, tanin, steroid dan sterol yang berperan sebagai antibakteri. Steroid dan sterol memiliki mekanisme penghambat bakteri dengan merusak membran sel bakteri dengan meningkatkan permeabilitas sel, sehingga terjadi kebocoran sel yang diikuti keluarnya material interseluler (Hardiningtyas, 2009). Komponen kimiawi yang terdapat dalam rumput laut sangat bermanfaat bagi bahan baku industri makanan, kosmetik, farmasi, dan lain-lain, begitu juga dengan rumput laut *Sargassum sp.* yang mengandung senyawa alginat. Alginat adalah komponen utama dari getah ganggang cokelat yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae*. Secara kimia, alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk linear yang panjang. Ada dua jenis monomer penyusun alginat yaitu  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat.

Alginat merupakan zat yang penting dalam dunia industri dan perdagangan dimana sebagian besar dimanfaatkan sebagai bahan aditif, emulsi, penstabil, pembentukan gel pada industri makanan, obat-obatan dan kosmetik (Prasetyaningrum, 2002). Widowati *et al.*, (2013) juga menyebutkan bahwa alginat dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, bahan bakar (*fuels*), kosmetik (krim pelembab), obat-obatan, pigmen, serta bahan makanan tambahan (suplemen). Alginat mengandung gugus aktif yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang yang berfungsi sebagai aktivitas antibakteri dengan menghambat

pertumbuhan terhadap bakteri. Antibakteri merupakan senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme (Sulistyo, 1971).

Menurut Kordi (2010) rumput laut banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir sebagai bahan antiseptik alami. Hasil penelitian dari Pringgenies *et al.*, (2011) menunjukkan potensi rumput laut sebagai antibakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit infeksi. Menurut Purwani *et al.*, (2008) yang telah melakukan isolasi bakteri, mikroba seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* merupakan mikroba patogen yang dapat menyebabkan kerusakan pada bahan pangan dan dapat menyebabkan infeksi dan peradangan pada manusia. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif dan bakteri flora normal pada kulit dan selaput lendir pada manusia. *Staphylococcus aureus* dapat menjadi penyebab infeksi baik pada manusia maupun pada hewan. Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang banyak ditemukan di usus besar manusia sebagai flora normal (Melki *et al.*, 2011).

*Sargassum sp.* mengandung bahan kimia utama sebagai sumber alginat yang mengandung protein, vitamin C, mineral seperti Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, Mn, tanin, iodin, auksin dan fenol. Alginat merupakan polimer linier organik polisakarida yang terdiri dari monomer  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat atau dapat berupa kombinasi dari kedua monomer tersebut. Alginat juga merupakan suatu polisakarida alam yang terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga coklat (*Phaeophyceae*). Polisakarida adalah polimer yang

tersusun dari ratusan hingga ribuan unit monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Polisakarida adalah karbohidrat yang tersusun hanya dari atom karbon, hidrogen dan oksigen. Alginat mengandung gugus aktif yang dapat berfungsi sebagai aktivitas antibakteri dengan menghambat pertumbuhan terhadap bakteri. Alginat dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak dinding sel bakteri, memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel, mengganggu sintesis protein dan menghambat kerja enzim (Pelczar dan Chan, 2008). Helmiyati dan Nurrahman (2010) menambahkan bahwa pada dasarnya dinding sel yang paling mudah terjadi denaturasi adalah dinding sel yang tersusun dari polisakarida. Diduga senyawa lain yang berperan dalam merusak dinding sel antara lain senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, tanin dan fenol (Siregar *et al.*, 2012)

Izzati (2007) menyebutkan bahwa rumput laut dari divisi *Phaeophyta* yang menghasilkan alginat adalah *Macrocystis*, *Turbinaria*, *Padina* dan *Sargassum*. Alginat banyak ditemukan di perairan Indonesia adalah *Sargassum* (Anggadireja *et al.*, 1993). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipilih rumput laut *Sargassum sp.* karena peneliti merasa tertarik terhadap rumput laut *Sargassum sp.* yang mempunyai kandungan alginat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis rumput laut lain dan memiliki senyawa aktif yang dapat berfungsi sebagai antibakteri. Penelitian yang telah dilakukan oleh Widowati *et al.*, (2013) menyebutkan ekstrak alginat dari rumput laut *Sargassum sp.* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, hal ini disebabkan adanya gugus aktif yang berperan sebagai antibakteri dan memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel.

Pembuatan serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* dilakukan dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% untuk mengetahui dari agen yang efektif dalam menghasilkan rendemen alginat yang lebih besar. Pengujian dilakukan pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* karena bakteri tersebut banyak terdapat pada lingkungan sekitar dan mudah untuk didapatkan (Nurjannah, 2004).

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%?
2. Dengan variasi konsentrasi 6,25 dan 12,5%, berapa konsentrasi larutan ekstrak alginat yang terbaik untuk menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%.
2. Untuk mengetahui konsentrasi larutan ekstrak alginat yang terbaik untuk menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat melakukan cara ekstraksi pada alginat.
2. Mahasiswa dapat mengetahui aktivitas antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%.
3. Mahasiswa dapat mengetahui konsentrasi larutan ekstrak alginat yang terbaik untuk menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Aktivitas antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%.
2. Dengan variasi konsentrasi 6,25 dan 12,5% dapat menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Rumput Laut

Rumput laut secara ilmiah dikenal dengan istilah alga atau ganggang. Rumput laut termasuk salah satu kelompok alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Rumput laut tergolong tanaman yang berderajat rendah. Umumnya tumbuh melekat pada substrak tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya menyerupai batang yang disebut *Thallus*. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan diri pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya. Selain benda mati rumput laut dapat melekat pada tumbuhan lain secara epifitik. Rumput laut berbentuk *thallus* yang bermacam-macam, ada bulat seperti tabung, pipih, gepeng dan lain sebagainya. *Thallus* ini ada yang tersusun hanya oleh satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler) (Soegiarto *et al.*, 1978).

Rumput laut merupakan salah satu hasil perairan yang banyak mengandung senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan di bidang kosmetik yang berfungsi sebagai antioksidan dan antibakteri. Kandungan dan manfaat rumput laut sangatlah banyak seperti mengandung kalsium sepuluh kali lebih tinggi dibandingkan dengan susu, yogurt dan lain-lain sehingga rumput laut sangat tepat dikonsumsi untuk mengurangi dan mencegah gejala osteoporosis (Suryaningrum, 2006). Menurut Atmadja *et al.*, (1996) pada awal 1980, perkembangan dan permintaan rumput laut di dunia sangat meningkat seiring dengan peningkatan pemakaian rumput laut untuk berbagai keperluan. Di Indonesia, pemanfaatan

rumput laut untuk industri agar-agar (*Gracilaria*), industri kerajinan (*Eucheuma*) serta untuk industri algiat (*Sargassum*).

Rumput laut atau alga laut tergolong dalam divisi *Thallophyta*. *Thallophyta* adalah jenis tumbuhan berthallus yang terdiri atas 4 kelas, yaitu alga hijau (*Chlorophyceae*), alga cokelat (*Phaeophyceae*), alga merah (*Rhodophyceae*) dan alga biru (*Myxophyceae*) (Anggadiredjo, 2006). Alga cokelat atau *Phaeophyta* berasal dari bahasa Yunani *Phaios* yang berarti cokelat. *Phaeophyta* merupakan jenis alga yang terbesar dan yang paling kompleks. *Phaeophyta* merupakan salah satu alga yang tersusun atas zat warna atau pigmentasinya. *Phaeophyta* berwarna cokelat karena mengandung zat warna dan pigmen xantofis. Bentuk tubuhnya seperti tumbuhan tinggi (Bold, 1979).

Alga atau ganggang cokelat umumnya tumbuh di laut yang agak dingin dan sedang, terdampar dipantai, melekat pada batu-batuan dengan alat pelekat (semacam akar). Apabila di laut iklimnya sedang dan dingin, *tallusnya* dapat mencapai ukuran besar dan sangat berbeda bentuknya. Ada yang hidup sebagai epifit pada *tallus* lain, tapi ada juga yang hidup sebagai endofit. Rumput laut dari divisi *Phaeophyta* menghasilkan alginat adalah *Macrocystis*, *Turbinaria*, *Padina* dan *Sargassum*. Alginat banyak ditemukan di perairan Indonesia adalah *Sargassum*. Kandungan alginat pada rumput laut *Sargassum sp.* berkisar antara 8-32% tergantung pada kondisi perairan tempat tumbuhnya (Anggadireja *et al.*, 1993). Pemanfaatan potensi rumput laut terus berkembang dan merambah di bidang farmasi, kosmetik serta kedokteran (Chalvyn, 2016).

## 2.2 *Sargassum sp.*

*Sargassum sp.* adalah rumput laut yang tergolong dalam divisi *Phaeophyta* (ganggang coklat) dan dapat tumbuh hingga mencapai panjang 12 meter. Rumput laut *Sargassum sp.* berwarna coklat dengan struktur tubuh terbagi atas *holdfast* yang berfungsi sebagai struktur basal, sebuah batang semu dan *frond* berbentuk seperti daun. Warna coklat pada *Sargassum sp.* muncul akibat dominasi dari pigmen *fucoxanthin*, klorofil a dan c, beta-karoten dan xantofillainnya (Guiry, 2007). Habitat rumput laut *Sargassum sp.* di perairan jernih yang memiliki substrat dasar batu karang. Reproduksi *Sargassum sp.* dikenal dengan dua cara yaitu reproduksi aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif). Reproduksi vegetatif dilakukan melalui fragmentasi potongan *thallus*, dimana *Sargassum sp.* yang tumbuh lebat akan mudah putus bila terkena gerakan air permukaan atau arus. Bagian putus (*fragmen thallus*) akan terapung-apung di permukaan air, bila tersangkut pada benda-benda yang dapat dijadikan pada akhirnya akan mati, tetapi ada juga *fragmen thallus* tetap hidup terapung-apung dan tidak memerlukan substrat. Reproduksi generatif yaitu perkembangan individu melalui organ jantan dan organ betina (Ferra, 2017).

Adapun klarifikasi *Sargassum sp.* adalah sebagai berikut (Anggadiredja, 2006).

*Kingdom* : *Protista*

*Phyllum* : *Rhodophyta*

*Class* : *Phaeophyceae*

*Order* : *Fucales*

*Family* : *Sargassaceae*

*Genus : Sargassum*

*Species : Sargassum sp.*



**Gambar 2.1.** Rumput Laut jenis *Sargassum sp.*  
 Sumber: Dokumen Pribadi

Meskipun keberadaan *Sargassum sp.* dianggap mengotori pantai, masyarakat sekitar khususnya nelayan memanfaatkannya sebagai pakan ternak, pupuk cair maupun bahan makanan (Nontji, 1993). Pemanfaatan *Sargassum sp.* berkembang cukup pesat, perkembangan tersebut tidak lepas dari senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh *Sargassum sp.*. Widono *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa *Sargassum sp.* dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, bahan bakar, kosmetik (krim pelembab), obat-obatan, pigmen serta bahan makanan tambahan (suplement). *Sargassum sp.* mengandung kandungan bahan kimia sebagai sumber alginat dan mengandung protein, vitamin c, mineral seperti Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, dan Mn, tanin, iodin dan fenol. Dari beberapa penelitian menyebutkan bahwa manfaat senyawa bioaktif yang terdapat pada *Sargassum sp.* dibidang kesehatan seperti antikanker (Xu *et al.*, 2003), antijamur dan antivirus (Hardouin *et al.*, 2013). Penelitian yang dilakukan Widowati *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa *Sargassum sp.* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus*, hal ini disebabkan adanya senyawa bioaktif yang berperan sebagai antibakteri (Heru *et al.*, 2014).

Penelitian dari Keusgen *et al.*, (1997) dan Faulkner (1984) dalam Izzati (2007) menyebutkan bahwa *Sargassum sp.* memproduksi beberapa senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, fenol, steroid dan sterol yang berperan sebagai antibakteri. Menurut Akiyama *et al.*, (2001) dalam Farida *et al.*, (2010) keaktifan dari senyawa alkaloid disebabkan adanya gugus basa yang mengandung nitrogen. Adanya gugus basa apabila mengalami kontak dengan bakteri akan bereaksi dengan senyawa-senyawa asam amino yang menyusun dinding sel bakteri dan juga DNA bakteri yang merupakan penyusun utama inti sel yang merupakan pusat pengaturan segala kegiatan sel. Reaksi ini terjadi karena secara kimia suatu senyawa yang bersifat basa akan bereaksi dengan senyawa asam dalam hal ini adalah asam amino karena sebagian besar asam amino telah bereaksi dengan gugus basa dari senyawa alkaloid. Perubahan susunan asam amino ini jelas akan merubah keseimbangan genetik pada asam DNA sehingga DNA bakteri akan mengalami kerusakan. Kerusakan DNA pada inti sel bakteri akan mendorong terjadinya lisis pada inti sel, sehingga akan terjadi kerusakan sel. Kerusakan sel mengakibatkan sel-sel bakteri tidak mampu melakukan metabolisme sehingga akan mengalami lisis (hancur).

Sabir (2005) menjelaskan bahwa flavonoid memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri dengan beberapa mekanisme yang berbeda, antara lain kerusakan permeabilitas dinding bakteri, mikrosom dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri. Mekanisme yang berbeda dikemukakan oleh Carlo *et al.*, (1999) dan Estrela *et al.*, (1995) dalam Sabir (2005) yang menyatakan bahwa gugus hidroksil yang terdapat pada struktur senyawa flavonoid menyebabkan perubahan komponen organik dan transpor

nutrisi yang akhirnya akan mengakibatkan timbulnya efek toksik terhadap bakteri. Senyawa saponin akan merusak membran sitoplasma dan membunuh sel (Assani, 1994). Senyawa steroid/triterpenoid juga memiliki potensi sebagai senyawa antibakteri. Senyawa steroid/triterpenoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme penghambatan terhadap sintesis protein karena terakumulasi dan menyebabkan perubahan komponen-komponen penyusun sel bakteri itu sendiri. Senyawa terpenoid mudah larut dalam lipid sifat inilah yang mengakibatkan senyawa ini lebih mudah menembus dinding sel bakteri Gram positif dan sel bakteri Gram negatif (Rosyidah *et al.*, 2010). Tanin memiliki persenyawaan fenol yang memiliki gugus hidroksil di dalamnya maka mekanisme dalam meniadakan bakteri dengan memanfaatkan perbedaan polaritas antara lipid dengan gugus hidroksil. Apabila sel bakteri semakin banyak mengandung lipid maka dibutuhkan konsentrasi yang tinggi untuk membuat bakteri tersebut lisis (Siregar *et al.*, 2012).

### 2.3 Alginat

Alginat merupakan polimer linier organik polisakarida yang terdiri dari monomer  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat atau dapat berupa kombinasi dari kedua monomer tersebut. Alginat juga merupakan suatu polisakarida alam yang terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga cokelat (*Phaeophyceae*). Polisakarida adalah polimer yang tersusun dari ratusan hingga ribuan unit monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Polisakarida adalah karbohidrat yang tersusun hanya dari atom karbon, hidrogen dan oksigen. Alginat mengandung gugus aktif yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang yang berfungsi sebagai aktivitas antibakteri dengan menghambat

pertumbuhan terhadap bakteri. Alginat dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak dinding sel bakteri, memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel, mengganggu sintesis protein dan menghambat kerja enzim (Pelczar dan Chan, 2008). Helmiyati dan Nurrahman (2010) menambahkan bahwa pada dasarnya dinding sel yang paling mudah terjadi denaturasi adalah dinding sel yang tersusun dari polisakarida. Diduga senyawa lain yang berperan dalam merusak dinding sel antara lain senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, tanin, iodine dan fenol (Siregar *et al.*, 2012).

Alginat merupakan salah satu jenis hidrokoloid dimana suatu sistem koloid oleh polimer organik didalam air (Hoeffler, 2004). Asam alginat merupakan suatu polisakarida yang terdiri dari  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat yang merupakan asam-asam karboksilat (R-COOH). Alginat dapat diekstraksi dari rumput laut cokelat seperti *Sargassum sp.* dan *Turbinaria sp.* yang potensinya di Indonesia cukup besar, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Alginat alami memiliki berbagai kelemahan sehingga penggunaannya dalam industri menjadi terbatas. Kelemahan alginat berhasil diatasi dengan cara memodifikasi alginat, baik dengan modifikasi strukturnya maupun interaksinya dengan bahan lain. Alginat biasanya digunakan untuk garam dari asam alginat. Alginat merupakan komponen utama dari getah ganggang cokelat yang diperoleh dengan cara melarutkan dalam alkali larutan natrium karbonat dan kalium karbonat. Proses ini untuk menghilangkan selulosa sekaligus memisahkan alginat dalam bentuk garam kalsium atau asam alginat. Selain itu, produk sampingan terpenting proses pemisahan alginat adalah propilen glikol alginat. Alginat yang

memiliki mutu *food grade* harus bebas dari selulosa serta warnanya sudah di pucatkan. Fungsi alginat dalam industri pangan dianggap cukup penting sebagai salah satu alternatif bahan tambahan makanan yang halal. Fungsi alginat pada prinsipnya dapat menggantikan gelatin atau lemak hewan yang berfungsi sebagai stabilizer-emulsifi dan pengental penstabil emulsi.

Jenis-jenis serbuk alginat menurut Astawan (2003) ada 2, yaitu Na-alginat dan K-alginat. Na-alginat mempunyai dua jenis, diantaranya garam alginat (larut dalam air) dan asam alginat (tidak larut dalam air). Na-alginat merupakan pemurnian karbohidrat yang diekstraksi dengan alga coklat dengan menggunakan basa lemah. Garam alginat yang larut dalam air akan membentuk larutan kental, tidak larut dalam etanol dan eter ( $K$ ,  $Na$  dan  $NH_4^+$ ) sedangkan asam alginat yang tidak larut dalam air akan larut dalam alkali hidroksida membentuk larutan kental, dan juga tidak larut dalam etanol ( $Ca^{2+}$ ). Asam alginat merupakan oksidator kuat, logam alkali tanah dan golongan III. Na-alginat dapat digunakan dalam bahan baku makanan, minuman, kosmetik, detergen dan lain-lain. K-alginat merupakan garam kalium yang dipakai pada pembuatan kapsul, kosmetik, masker dan lain-lain. Menurut Winarno (1996) menjelaskan bahwa rendemen asam alginat >20% dan untuk natrium alginat >18% sesuai kebutuhan industri pangan dan non pangan.

### 2.3.1 Komponen Alginat

Alginat adalah komponen utama dari getah ganggang coklat dan merupakan senyawa penting dalam dinding sel spesies ganggang yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae* atau alga coklat (Winarno, 2008). Secara kimia, alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk

rantai linier yang panjang. Garam alginat yang larut dalam air akan membentuk dengan kation monovalen, serta dengan berat molekul yang rendah. Alginat merupakan molekul linier dengan berat molekul tinggi sehingga mudah sekali menyerap air. Karena alasan tersebut, alginat baik sekali fungsinya sebagai bahan pengental.

Alginat dapat diekstrak dari *alginophyte* yaitu dari *Phaeophyceae* yang menghasilkan alginat antara *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Fucus*, *Lessonia* dan *Sargassum*. Menurut *Food Chemical Codex* (1981) dalam Yunizal (2004), rumus molekul dari asam alginat adalah  $(C_6H_7O_6Na)_n$ . Garam natrium dari asam alginat berwarna putih sampai kekuningan, berbentuk tepung atau serat, hampir tidak berbau dan berasa, larut dalam air dan mengental (larutan koloid), tidak larut dalam larutan hidrokoloid dengan kandungan alkohol lebih dari 20% dan tidak larut dalam kloroform, eter dan asam dengan pH kurang dari 3. Standar mutu internasional untuk asam alginat dan garam alginat sesuai dengan *Food Chemical Codex* (1981) dalam Yunizal (2004) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Standar mutu asam alginat dan garam alginat.

Parameter Mutu	Standar Mutu Natrium Alginat
Kadar abu	<15%
Kadar air	18 – 27%
pH	3,5 – 10
Viskositas	10 – 5000 cp
Rendemen	>18%

Sumber: *Food Chemical Codex* (1981) dalam Yunizal(2004).

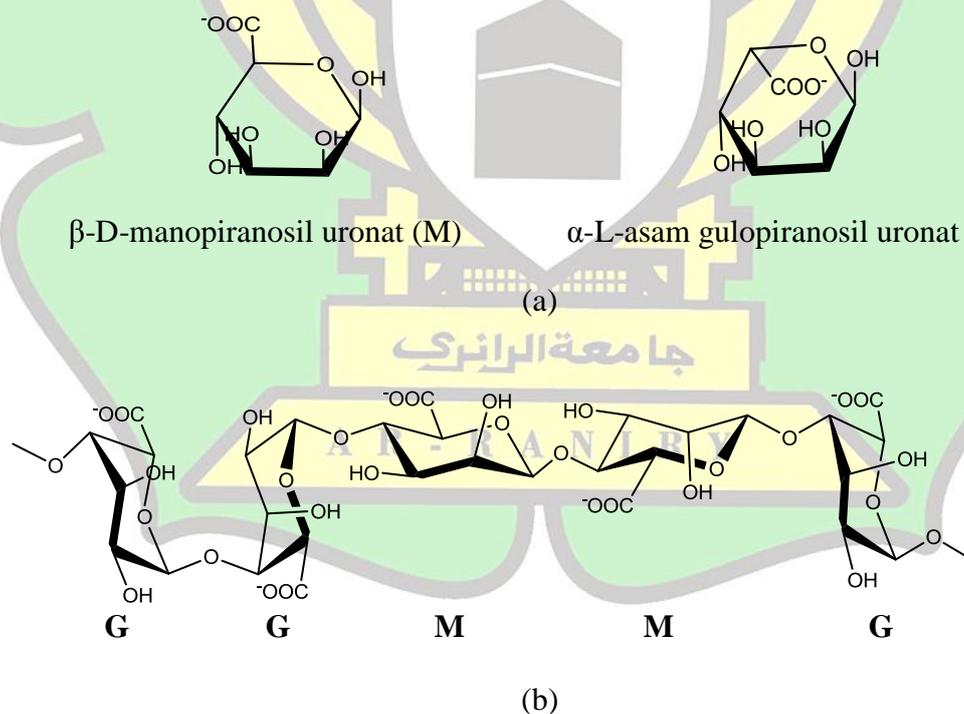
### 2.3.2 Struktur Kimia Alginat

Alginat merupakan polimer yang tersusun oleh asam manuronat dan guluronat dengan bentuk yang berbeda-beda tergantung jenis rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku maupun lokasi rumput laut tumbuh (Draget *et al.*, 2005). Alginat merupakan polisakarida alam yang umumnya terdapat pada

dinding sel dari spesi ganggang coklat (*Phaeophyceae*). Ada dua jenis monomer penyusun alginat yaitu  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat, kedua jenis monomer tersebut alginat dapat berupa homopolimer dan heteropolimer dimana homopolimer terdiri dari monomer sejenis yaitu  $\beta$ -D-manopiranosil urotat,  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat atau alginat dapat juga berupa senyawa heteropolimer jika monomer penyusunnya adalah gabungan kedua jenis monomer tersebut. Alginat merupakan polimer linear yang mengandung lebih dari 700 residu asam uronat yaitu  $\beta$ -D asam manuronat dan  $\alpha$ -L asam guluronat dengan ikatan 1,4. Rantai alginat yang mengandung residu asam manuronat disebut blok M, rantai alginat yang hanya mengandung residu asam gluronat disebut blok G dan rantai alginat yang mengandung residu asam manuronat serta asam gluronat disebut blok MG (Masakatsu dan Inukai, 1999). Dengan adanya nitrogen dalam struktur polimer dari polisakarida, Stanford mengusulkan dengan pasti jalan keluar dari penelitian tentang struktur alginat, asam uronik merupakan penyusun utama dari struktur dasar alginat yang dipatenkan pada tahun 1926 (Bernd, 2009).

Struktur dasar dari monomer alginat adalah cincin tetrahidopyran dan dapat membentuk 2 konfigurasi, yaitu C1 dan 1C.  $\beta$ -D-manuronat di alam terdapat dalam konfigurasi C1. Pada konfigurasi 1C  $\alpha$ -D-manuronat, interaksi -COOH pada C-5 dan -OH pada C-3 akan kaku, sedangkan pada C1 gugus-gugus ini berada pada posisi ekuatorial sehingga lebih stabil. Polimer alginat dibentuk dari hubungan antara C-1 dan C-4 tiap monomer dan dihubungkan oleh ikatan eter oksigen. Polimer alginat terdiri dari 3 jenis, yaitu blok M (mannuronat), blok G (guluronat), dan polimer MG. Polimer M dibentuk dari struktur ekuatorial gugus

C-1 dan C-4 dan membentuk polimer lurus, sedangkan polimer G dibentuk dari struktur aksial. Residu asam manuronat mempunyai ikatan C 1,4 di-equatorial sehingga bentuknya rata seperti pita. Struktur ini menjadi stabil dengan adanya ikatan H antara proton dari OH dan C-3 dengan cincin O dari residu tetangganya. Struktur asam guluronat berbeda dengan asam manuronat. Residu asam guluronat mempunyai ikatan C 1,4 di-axial sehingga struktur pita dari polimer ini melengkung, berlawanan dengan bentuk merata dari manuronat. Masing-masing spesies alga cokelat mengandung tipe alginat atau ratio M/G yang berbeda tergantung dari waktu panen dan bagian anatomi tumbuhan (Robinson, 1987). Alginat yang mengandung asam guluronat yang tinggi akan cenderung mempunyai struktur rigid (kaku) serta mempunyai porositas yang besar, sedangkan alginat yang mengandung asam manuronat yang tinggi mempunyai struktur yang tidak rigid.



**Gambar 2.2** (a) Monomer penyusun alginat; (b) fragmen polimer alginat  
*Sumber: (Winarno, 1996)*

Natrium alginat mengandung gugus asam karboksilat ( $\text{COOH}$ ). Menurut Polling (1982) atom hidrogen dari gugus asam karboksilat dapat mudah diganti atom logam sehingga membentuk garam. Pengantian ini dapat berlangsung jika suatu asam glukoronat direaksikan dengan basa. Pemberian  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  pada proses ekstraksi menyebabkan suasana menjadi basa. Dalam suasana basa terjadi pelepasan ion hidrogen gugus karboksilat asam alginat dan kedudukan ion hidrogen tersebut akan digantikan oleh ion natrium atau kalium yang berasal dari  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Pada reaksi ini terjadi perubahan asam alginat yang tidak larut dalam air menjadi natrium alginat yang larut dalam air berbentuk larutan yang kental (Prasetyaningrum, 2002).

### 2.3.3 Sifat Fisika dan Kimia Alginat

Menurut Rahardian (2009) faktor-faktor fisika yang dapat mempengaruhi sifat-sifat alginat adalah suhu, konsentrasi dan ukuran polimer. Karakteristik fisik garam alginat berupa tepung atau serat berwarna putih sampai dengan kekuningan, hampir tidak berbau dan berasa. Sedangkan faktor-faktor kimia yang berpengaruh adalah pH dan adanya pengikat logam serta garam monovalen dan kation polivalen. Asam alginat tidak larut dalam air dingin, namun sedikit larut dalam air panas, alkohol, eter dan gliserol. Garam-garam ( $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ ) dan propilen glikon alginat larut dalam air dingin maupun panas, tapi garam kalsium tidak dapat larut dalam kondisi  $\text{pH} > 7$ . Larutan garam alginat yang dapat larut dalam air akan membentuk gel pada larutan asam atau karena adanya ion kalsium dan kation logam polivalen lainnya (Rahardian, 2009).

Larutan alginat pada konsentrasi tertentu akan membentuk gel bila asam atau logam-logam polivalen ditambahkan pada natrium, kalium atau amonium

alginat. Kemampuan larutan alginat membentuk gel secara reaksi dengan garam kalsium merupakan sifat yang penting. Biasanya sebagai sumber kalsium adalah kalsium karbonat, kalsium sulfat dan kalsium klorida. Larutan natrium alginat 1-12% akan terbentuk gel dengan penambahan kalsium atau ion-ion bervalensi 2 ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  dan  $\text{Sr}^{2+}$ ). Semakin tinggi konsentrasi larutan alginat dan derajat polimerisasinya semakin kuat gel yang akan terbentuk. Kekuatan gel dapat dikontrol atau diatur sehingga dapat dihasilkan gel yang lunak atau lembut yang elastis yang keras ataupun yang kaku (Rahardian, 2009).

#### **2.3.4 Pemanfaatan Alginat**

Pemanfaatan alginat berdasarkan pada tiga sifat utama yaitu, pertama kemampuannya dalam menaikkan viskositas larutan apabila alginat dilarutkan dalam air. Kedua adalah kemampuan alginat untuk membentuk gel, gel akan terbentuk jika larutan natrium alginat ditambahkan garam Ca. Gel akan terbentuk karena dengan adanya reaksi kimia, Ca akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan akan mengikat molekul alginat yang panjang. Proses ini tidak memerlukan panas dan gel yang terbentuk tidak akan meleleh jika dipanaskan. Berbeda dengan gel agar yang memerlukan pemanasan untuk pembentukan gelnya, sehingga air harus dipanaskan sampai suhu  $80^{\circ}\text{C}$  untuk membentuk geletinisasi agar dan gel akan terbentuk pada suhu di bawah  $40^{\circ}\text{C}$ . Ketiga adalah kemampuannya untuk membentuk film dari natrium atau kalsium alginat dan fiber dari kalsium alginat (Anon, 2007).

Alginat banyak digunakan dalam industri tekstil yaitu sekitar 50%, industri pangan 30%, industri kertas 6%, *welding rods* 5%, farmasi 5% dan lain-lainnya 4% (Mc.Hugh, 2008). Kemampuan alginat dalam mengikat air bergantung pada

jumlah ion karboksilat, berat molekul dan pH. Kemampuan mengikat air akan meningkat apabila jumlah ion karboksilat semakin banyak dan jumlah residu kalsium alginat akan menjadi kurang, sedangkan pada pH di bawah 3 terjadi pengestrakan. Alginat dapat digunakan sebagai pengemulsi dan mengabsorpsi air. Alginat tidak akan stabil terhadap panas, oksigen, ion logam dan sebagainya. Alginat akan mengalami degradasi, selama penyimpanan alginat harus optimal karena alginat cepat mengalami degradasi dengan adanya oksigen terutama dengan naiknya kelembaban udara. Alginat komersial mudah terdegradasi dengan adanya mikroorganisme yang terdapat di udara karena bahan tersebut mengandung partikel alga dan zat nitrogen. Larutan alginat akan mengalami depolimerisasi dengan terjadinya kenaikan suhu (Zhanjiang, 1990).

Natrium alginat merupakan bubuk berwarna krem, larut dalam air dengan membentuk larutan koloid, kental, tidak larut dalam alkohol, kloroform, eter dan larutan asam jika pH dibawah 3. Propilen glikon alginat menunjukkan stabilitas yang sangat baik dalam larutan asam dan khususnya efektif pada batasan pH 2,5-4. Kondisi alkali harus di hindari karena efek pelindung dari gugus ester akan hilang secara cepat disebabkan terjadinya saponifikasi. Garam basa organik dari alginat dapat mempengaruhi kelarutan asam alginat dalam pelarut organik. (Muzzarelli, 1973).

Alginat merupakan zat yang penting dalam dunia industri dan perdagangan dimana sebagian besar dimanfaatkan sebagai bahan aditif, emulsi, penstabil, atau pembentuk gel pada industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, kertas, cat, keramik dan insektisida. Alginat merupakan polisakarida yang diekstrak dari rumput laut coklat. Dinding sel dan ruang intraseluler pada rumput laut coklat

*Sargassum sp.* ditemukan untuk campuran garam kalsium, kalium dan natrium dari asam alginat. Alginat adalah hidrokoloid yaitu substansi dengan molekul yang sangat besar dan dapat dipisahkan dalam air untuk memberikan kekentalan pada larutan. Standar mutu alginat digunakan untuk menentukan penggunaan yang masuk di tiap-tiap bidang pangan atau non pangan. Alginat yang dapat dipakai dalam industri pangan dan farmasi adalah alginat yang sudah bebas dari selulosa dan warnanya sudah menjadi putih dan terang (Agnessya, 2008).

Alginat dimanfaatkan dalam berbagai industri seperti industri makanan, minuman, obat, kosmetik, tekstil, industri cat dan penggunaan lainnya. Pemanfaatan alginat sebagai *emulsifying agent*, *disintegrating agent* dan *moisturizing agent*. Pemanfaatan ini didasarkan pada sifat fisika dan sifat kimia alginat. Telah terbukti bahwa alginat dapat memperkuat mutu, perlindungan alamiah dari dinding usus, dapat memperlambat pencernaan serta pelepasan gizi di dalam tubuh. Kandungan alginat adalah mengandung serat yang tinggi, mengandung mineral yang sangat penting, mudah untuk dicerna, enak dan aman. Alginat telah banyak digunakan sebagai bahan perekat makanan, jeli, bahan pengental pada pembuatan minuman dan sebagainya. Alginat juga banyak digunakan pada industri kosmetik untuk membuat masker, sabun, *lotion*, shampo dan lain-lain. Industri farmasi memerlukan untuk pembuatan *suspense*, *emulsifier*, *stabilizer*, tablet, salep, kapsul, plester dan filter. Pada industri makanan, alginat banyak dijadikan untuk sayur, saus dan mentega. Dalam beberapa proses industri tekstil, kertas, keramik, fotografi, insektisida, pestisida, perindung kayu dan pencegah api (Winarwo, 2008).

Alginat mengandung gugus aktif yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang yang berfungsi sebagai aktivitas antibakteri dengan menghambat pertumbuhan terhadap bakteri. Antibakteri merupakan senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme (Sulistyo, 1971). *Sargassum sp.* mengandung kandungan bahan kimia utama sebagai sumber alginat yang mengandung protein, vitamin C, mineral seperti Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P, Mn, tanin, iodin, auksin dan fenol. Alginat merupakan polimer linier organik polisakarida yang terdiri dari monomer  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat atau dapat berupa kombinasi dari kedua monomer tersebut. Alginat juga merupakan suatu polisakarida alam yang terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga cokelat (*Phaeophyceae*). Polisakarida adalah polimer yang tersusun dari ratusan hingga ribuan unit monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Polisakarida adalah karbohidrat yang tersusun hanya dari atom karbon, hidrogen dan oksigen. Alginat dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak dinding sel bakteri, memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel, mengganggu sintesis protein dan menghambat kerja enzim (Pelczar dan Chan, 2008). Helmiyati dan Nurrahman (2010) menambahkan bahwa pada dasarnya dinding sel yang paling mudah terjadi denaturasi adalah dinding sel yang tersusun dari polisakarida. Diduga senyawa lain yang berperan dalam merusak dinding sel antara lain senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, tanin, iodin dan fenol (Siregar *et al.*, 2012).

### 2.3.5 Pembuatan Alginat

Tahap-tahap pembentukan alginat:

a. Pembersihan

Proses pertama adalah dilakukan pembersihan, sebelum diolah rumput laut *Sargassum sp.* dibersihkan dari kotoran, seperti pasir, batu karang dan lain-lain. Pencucian dilakukan dengan cara menyemprotkan air ke rumput laut *Sargassum sp.* Kemudian direndam dengan air bersih. Sampel yang telah dibersihkan, kemudian dipotong kecil-kecil untuk dihaluskan dengan blender yang bertujuan untuk memecah dinding sel sampel, sehingga senyawa bioaktif yang terdapat dalam sampel dapat terbawa sempurna.

b. Perendaman

Tahapan selanjutnya rumput laut *Sargassum sp.* dilakukan perendaman, perendaman bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang larut dalam alkali. Metode ekstraksi alginat dengan menggunakan bahan perendam telah banyak dilakukan, seperti metode yang dilakukan oleh Zeilanie *et al.*, (2001), Rasyid (2003) dan Haryanto (2005) dengan menggunakan larutan perendam NaOH, sedangkan metode yang digunakan oleh Darmawan *et al.*, (2006) dan Subaryono *et al.*, (2010) menggunakan larutan KOH. Ekstraksi alginat dari beberapa metode tersebut, masih didapatkan hasil alginat yang relatif rendah sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk mendapatkan mutu alginat yang tinggi sebagaimana disarankan oleh Siswati *et al.*, (2002). Darmawan *et al.*, (2006) menjelaskan bahwa perendaman dengan menggunakan larutan HCL

dapat mengurangi kandungan unsur lain seperti garam-garam dan selulosa yang terdapat di dalam rumput laut. Ditambahkan oleh Yunizal (1999) bahwa perendaman dalam larutan basa untuk melarutkan garam-garam dan selulosa yang mempengaruhi mutu produk akhir sehingga dapat diperoleh alginat yang bermutu tinggi.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Murtini (2010) tahap perendaman dengan menggunakan HCl 5% selama 1 jam merupakan perlakuan terbaik. Produk yang dihasilkan juga sudah memenuhi standar, misalnya natrium alginat tinggi di atas 20%. Semakin lama waktu perendaman dengan HCl, nilai rendemen alginat dari ekstraksi akan meningkat, karena HCl akan memecah dinding sel rumput laut. Penelitian ini juga didukung oleh Purwoto (1992) bahwa pengguna HCl pada alginat, akan memecah dinding sel sehingga memudahkan ekstraksi, karena HCl merupakan asam kuat dan akan terionisasi sempurna. Dibilas dengan air bersih sampai pH netral, yang bertujuan untuk mengembalikan kondisi rumput laut *Sargassum sp.* pada kondisi awal sehingga mempermudah proses ekstraksi serta melarutkan zat yang terkandung dalam rumput laut *Sargassum sp.* seperti laminari, manitol, zat warna serta garam-garam lain. Selain itu untuk menghilangkan ion yang menyebabkan alginat tidak larut.

c. Ekstraksi

Proses ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum sp.* dilakukan dengan cara ekstraksi dalam larutan basa seperti larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Selama ekstraksi berlangsung, pH larutan harus dipertahankan

antara 9,6 sampai 11 pada suhu 60°C-70°C selama 2 jam. Apabila pH ekstraksi rendah maka proses ekstraksi berjalan lambat, sedangkan apabila pH ekstraksi lebih besar akan terjadi degradasi alginat (Percival 1970 dalam Yunizal 2004).

Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  yang digunakan untuk ekstraksi rumput laut *Sargassum sp.* tidak boleh di atas 2% karena akan terjadinya degradasi dari asam alginat. Konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  yang lebih tinggi dari 3-5% dapat menyebabkan penurunan rendemen natrium alginat yang dihasilkan (Chou dan Chiang 1976 dalam Yunizal, 2004). Ekstraksi alginat menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dengan konsentrasi rendah menyebabkan sebagian besar alginat berbobot molekul rendah terekstrak sehingga rendemen natrium alginat yang dihasilkan rendah. Peningkatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  sampai batas tertentu yaitu 2% akan meningkatkan rendemen natrium alginat karena banyak alginat berbobot molekul tinggi yang akan terekstrak (Yunizal, 2004). Dibutuhkan pemanasan untuk mempermudah ekstraksi dan melarutkan alginat yang berbobot molekul tinggi. Pemanasan yang relatif lama akan terjadi degradasi polimer alginat, namun penggunaan suhu yang rendah dapat menyebabkan ekstraksi berjalan dengan lambat (Chou dan Chiang 1976 dalam Yunizal 2004). Natrium alginat untuk mendapatkan rendemen dan bobot molekul yang tinggi diperlukan konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dan suhu ekstraksi yang optimal.

d. Penyaringan

Ekstraksi alginat akan membentuk bubur rumput laut *Sargassum sp.* yang akan dipisahkan antara fitrat alginat dari selulosa dengan menggunakan *hydraulic press* dan beberapa jenis saringan seperti kain saring yang cukup tebal, penyaringan vibrator atau dengan saringan berukuran sangat halus yang berukuran 150 mesh (Yunizal, 2004).

e. Pemutihan/Pemucatan

Rumput laut *Sargassum sp.* memiliki zat warna karotenoid memiliki gugus kromofor atau gugus membawa warna, antara lain gugus benzena dan sejumlah ikatan rangkap yang dapat terkonjugasi dan sangat labil karena mudah teroksidasi. Natrium hipoklorit (NaOCl) bersama-sama dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  merupakan pengoksidasi kuat yang akan mengoksidasi gugus kromofor tersebut. Gugus kromofor yang telah teroksidasi akan kehilangan fungsi penyerapan cahayanya, sehingga tidak memberikan warna yang tampak atau kehilangan warnanya. Semakin tinggi konsentrasi NaOCl maka kerusakan kromofor semakin besar, sehingga derajat putih alginat semakin baik. NaOCl merupakan pengoksidasi yang kuat yang akan mengoksidasi gugus kromofor tersebut. Gugus kromofor yang telah teroksidasi akan kehilangan fungsi penyerapan cahayanya, sehingga tidak memberikan warna yang tampak atau kehilangan warnanya. Semakin tinggi konsentrasi NaOCl maka kerusakan kromofor semakin besar, sehingga derajat putih alginat semakin baik (Yunizal, 2004).

f. Pengekstrakan

Pemisahan alginat dapat dilakukan dengan menambahkan HCl untuk mengendapkan asam alginat karena dapat menghasilkan natrium alginat dengan rendemen yang tinggi (Yunizal, 2004).

g. Pengekstrakan natrium alginat

Kemudian untuk membentuk natrium alginat, asam alginat yang telah terbentuk ditambahkan dengan larutan alkali yang mengandung ion  $\text{Na}^+$  seperti NaOH. Pembentukan natrium alginat bertujuan untuk mendapatkan alginat dalam bentuk yang stabil. Pertukaran ion  $\text{H}^+$  dengan ion  $\text{Na}^+$  berjalan lambat. Proses penetralan homogen ini tidak mudah karena tergantung bagaimana alkali dapat melakukan penetrasi terhadap partikel asam alginat dengan baik (McHugh, 1987).

h. Penarikan natrium alginat

Penarikan natrium alginat yang berasal dari larutan natrium alginat yang telah terbentuk dapat dilakukan dengan menggunakan alkohol. Alkohol yang biasanya digunakan adalah isopropanol 95% yang dapat menyebabkan pengekstrakan natrium alginat yang sempurna (Yunizal, 1999). Moirano (1977) mengemukakan bahwa penggunaan isopropanol berfungsi untuk penarikan natrium alginat. Semakin pekat konsentrasi isopropanol, semakin banyak rendemen natrium alginat yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh penelitian Yani (1998) bahwa penggunaan isopropanol dapat menarik alginat dengan sempurna dibandingkan dengan etanol. Menurut Iorey (1985) kepolaran etanol yang mempunyai sifat lebih polar dibandingkan dengan isopropanol,

dimana semakin polar suatu cairan maka sifatnya mendekati alginat yang bersifat sangat polar, maka etanol lebih sukar menarik alginat.

i. Pengerinan

Tahap terakhir adalah pengerinan yang dilakukan dengan mengeringkan natrium alginat ke dalam oven pada suhu 60°C sampai berat kering natrium alginat stabil. Pengerinan adalah suatu metode untuk mengurangi kandungan air dalam bahan pangan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Dengan berkurangnya kadar air berarti volume bahan lebih kecil, sehingga memudahkan penyimpanan dan dapat disimpan lebih lama (Marliyati *et al.*, 1992).

#### 2.4 Uji Aktivitas Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri. Antibakteri merupakan suatu zat yang mencegah terjadinya pertumbuhan dan reproduksi bakteri. Antibiotik maupun antibakteri sama-sama menyerang bakteri, antibakteri dapat dijadikan sebagai suatu zat yang dapat digunakan untuk membersihkan permukaan dan menghilangkan bakteri yang berpotensi membahayakan dan merugikan. Beberapa jenis senyawa yang mempunyai aktivitas antibakteri adalah sodium benzoat, senyawa fenol, asam-asam organik, asam lemak rantai medium, sulfur dioksida, sulfit, senyawa kolagen, surfaktan, dimetil karbonat dan metil askorbat (Volk dan Wheeler, 1993). Zat antibakteri dapat bersifat *bakterisidal* (membunuh bakteri), *bakteriostatik* (menghambat pertumbuhan bakteri), dan *germisidal* (menghambat germinasi spora bakteri) (Agustrina, 2011).

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi. *Disc diffusion test* atau uji difusi cakram dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (*clear zone*) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak. Jumlah bakteri untuk pengujian kepekaan atau sensitivitas adalah  $10^5$ - $10^8$  cfu/mL. Prinsip kerja metode difusi cakram adalah bahan uji ditetaskan ke dalam kertas cakram. Kertas cakram yang mengandung sampel ditanamkan pada media perbenihan agar yang telah dicampur dengan mikroba yang akan diuji, kemudian diinkubasikan  $37^\circ\text{C}$  selama 18-24 jam. Area (zona) jernih disekitar kertas cakram diamati untuk menunjukkan ada tidaknya pertumbuhan mikroba. Selama inkubasi, bahan uji berdifusi dari kertas cakram ke dalam agar-agar itu, sebuah zona sebanding dengan jumlah bahan uji yang ditambahkan ke kertas cakram (Astawa, 2013).

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan kontrol positif dan kontrol negatif. Kontrol negatif yaitu dengan menggunakan aquades sedangkan kontrol positif dengan menggunakan amoksisilin. Kontrol positif bertujuan sebagai kontrol dari zat uji dengan membandingkan diameter daerah hambat yang terbentuk. Kontrol negatif yang digunakan adalah aquades steril yang berfungsi untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pelarut terhadap pertumbuhan bakteri sehingga dapat diketahui bahwa yang mempunyai aktivitas antibakteri adalah zat uji bukan pelarut. Aktivitas antibakteri dapat dilihat dengan timbulnya zona hambat yaitu daerah bening atau terang di sekitar kertas cakram yang menunjukkan pertumbuhan bakteri dihambat oleh ekstrak (Volk dan Wheeler, 1993).

Menurut Keusgen *et al.*, (1997) rumput laut *Sargassum sp.* mengandung senyawa florotanin yang berfungsi sebagai antibakteri. Florotanin merupakan

jenis tanin yang ditemukan pada rumput laut coklat. Umumnya florotanin ditemukan pada *Sargassum sp.*. Florotanin mempunyai sifat sebagai antibakteri sehingga dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri antara lain *Escherichia coli* dan Bakteri *Staphylococcus aureus*. Penelitian yang telah dilakukan oleh Widowati *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, hal ini disebabkan adanya gugus aktif yang berperan sebagai antibakteri dan memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel.

Berdasarkan hasil penelitian dari Subchan *et al.*, (2015) diketahui bahwa pada konsentrasi ekstrak alginat pada rumput laut *Sargassum sp.* minimal yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara umum adalah 20% sedangkan konsentrasi maksimal yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri adalah 100%. Konsentrasi dibawah 20% umumnya belum mampu menghambat bakteri dikarenakan jumlah ekstrak alginat dalam kertas cakram kurang banyak untuk menghambat pertumbuhan bakteri sesuai standar antibakteri. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak alginat semakin tinggi pula kandungan gugus aktif yang ada di dalamnya, sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Brooks *et al.*, 2001 dalam Nufailah *et al.*, 2008). Penelitian khusus yang menunjuki aktivitas antibakteri dari ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* belum banyak yang melaporkan. Penelitian ini akan membuktikan kembali bagaimana aktivitas antibakteri dari ekstrak alginat 6,25 dan 12,5% dapat menghambat pertumbuhan bakteri.

Menurut Davis dan Stout (1971), kriteria kekuatan antibakteri sebagai berikut:

**Tabel 2.2** Kriteria kekuatan zona hambat.

Zona Hambat (mm)	Daya Hambat
<5 mm	Lemah
5 – 10 mm	Sedang
10 – 19 mm	Kuat
>20 mm	Sangat kuat

Sumber: (Davis dan Stout, 1971).

Penelitian dari Vijayabaskar (2011) pada beberapa alga cokelat menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri pada alga coklat dipengaruhi oleh salah satu senyawa metabolit sekunder yang dapat menghambat pertumbuhan dan metabolisme bakteri gram positif maupun gram negatif. Pelczar dan Chan (2005) dalam Yudha (2008) menyatakan bahwa setiap bakteri memiliki kerentanan yang berbeda terhadap sifat fisik dan kimia yang dimiliki mikroorganismenya itu sendiri. Talaro *et al.*, (2009) menambahkan bahwa bakteri *Staphylococcus aureus* termasuk bakteri gram positif yang terdiri atas satu lapisan sedangkan bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki susunan dinding sel lebih kompleks serta dinding selnya tersusun atas membran luar yang terdiri dari lipopolisakarida dan lipoprotein yang berfungsi sebagai penghalang masuknya desinfektan maupun senyawa antibakteri.

## 2.5 Bakteri *Escherichia coli* dan Bakteri *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen yang sering menjadi masalah dalam berbagai bidang sehingga diperlukan senyawa antibakteri yang efektif untuk menghambat pertumbuhannya. (Indria, 2017). Dokter Hans Christian Gram (1884) mengembangkan teknik untuk membedakan jenis bakteri yang berdasarkan dengan ketebalan lapisan

peptidoglikan pada dinding sel dengan sistem pewarnaan. Bakteri diwarnai dengan zat warna violet dan yodium kemudian dibilas dengan alkohol dan diwarnai sekali lagi dengan warna merah. Apabila suatu bakteri menunjukkan warna ungu, maka dapat dikelompokkan jenis bakteri gram positif dan apabila bakteri menunjukkan warna merah, maka dapat dikelompokkan jenis bakteri gram negatif. Namun, ada juga yang menyatakan bahwa bakteri pada usia tertentu berubah dari gram positif menjadi gram negatif yang disebut gram variabel. Contoh gram variabel yaitu bakteri yang tergolong famili *Bacillaceae*.

Bakteri gram positif adalah bakteri yang mempertahankan zat warna kristal violet sewaktu proses pewarnaan gram sehingga akan berwarna biru atau ungu di bawah mikroskop dan memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Contoh bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus*, *Actinomyces*, *Lactobacillus*, *Listeria*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Mycobacterium*, *Propionibacterium* dan *Mycoplasma*.

Ciri-ciri bakteri gram positif:

- Dinding selnya tebal sekitar 15-80 nm.
- Berlapis tunggal atau monolayer.
- Mengandung asam tekoat.
- Bersifat lebih rentan terhadap penisilin.
- Pertumbuhan di hambat nyata oleh zaat-zat warna seperti ungukristal.
- Komposisi nutrisi yang di butuhkan lebih rumit.
- Lebih resisten terhadap gangguan fisik.
- Tidak peka terhadap steptomisin.

- Toksin yang di bentuk berupa eksotoksin dan endotoksin (Dwidjoseputro, 1987).

Salah satu contoh bakteri gram positif adalah bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan sel berbentuk bola dengan diameter rata-rata 0,7-1,2  $\mu\text{m}$  tersusun dalam kelompok-kelompok. Pada biakan cair ditemukan dalam bentuk berpasangan, rantai pendek dan kokus yang tunggal. Kokus muda bersifat gram positif. Bakteri *Staphylococcus aureus* tidak bergerak dan tidak membentuk spora. Bakteri ini tumbuh baik pada suhu 37°C. Pertumbuhan terbaik dan khas adalah pada suasana aerob, bersifat anaerob fakultatif dan pH optimim untuk pertumbuhan adalah 7,4. Bakteri ini berbentuk bulat, cembung dan mengkilap. Warna khas adalah kuning keemasan (Wulandari, 2010).

Bakteri gram negatif adalah bakteri yang tidak mempertahankan zat warna kristal violet sewaktu proses pewarnaan gram sehingga akan berwarna merah bila diamati dengan mikroskop. Bakteri gram negatif berwarna ungu jika didasarkan pada perbedaan struktur dinding sel yang berbeda dan dapat dinyatakan oleh pewarnaan gram. Contoh bakteri gram negatif yaitu *Salmonella*, *Escherichia*, *Shigella*, *Neisseria*, *Bordetella*, *Legionella*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Campylobacter* dan lain-lain.

Ciri-ciri bakteri gram negatif:

- Struktur dinding selnya tipis sekitar 10-15 nm dan berlapis tiga atau multilayer
- Komposisi nutrisi yang di butuhkan relatif sederhana.
- Tidak resisten terhadap gangguan fisik.

- Peka terhadap streptomisin dan toksin yang di bentuk Endotoksin (Dwidjoseputro, 1987).

Salah satu contoh bakteri gram negatif adalah bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri indikator pencemaran di laut yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit bagi makhluk hidup. Bakteri *Escherichia coli* merupakan *family enterobacteriaceae* dengan ukuran panjang sel 2,0-6,0  $\mu\text{m}$  dan lebar 1,1-1,5  $\mu\text{m}$  dan tidak ditemukan spora. Bakteri *Escherichia coli* termasuk bakteri gram negatif, selnya bisa terdapat tunggal, berpasangan, dan dalam rantai pendek, biasanya tidak berkapsul (Farmasi USD Yogyakarta, 2008). Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri anaerob dimana bakteri yang dapat hidup tanpa oksigen secara mutlak atau dapat hidup tanpa adanya oksigen didalam kondisi ini bakteri tersebut aktif. Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri yang biasanya hidup di usus hewan dan juga yang berada di usus besar manusia berfungsi untuk menekan pertumbuhan bakteri jahat dan juga membantu dalam proses pencemaran termasuk pembusukan sisa-sisa makanan dalam usus besar dan lain sebagainya. Fungsi utama yang lain dari bakteri *Escherichia coli* adalah membantu memproduksi vitamin K melalui proses pembusukan sisa makanan. Vitamin K berfungsi untuk pembekuan darah misalkan saat terjadi perendarah seperti luka atau mimisan vitamin K bisa membantu menghentikannya.

## **2.6 Medium Mueller Hinton Agar (MHA)**

Medium Mueller Hinton Agar (MHA) merupakan medium tempat hidup dan berkembangbiakan suatu bakteri. Tujuan digunakan medium Mueller Hinton Agar karena medium ini merupakan medium universal yang dapat ditumbuhi oleh mayoritas mikroorganisme. Sifat medium ini sangat penting, penggunaan medium

ini sudah memfasilitasi pertumbuhan jenis bakteri apapun yang terdapat dalam sampel sehingga dapat indentifikasi apakah medium ditumbuhi oleh kontaminan lain atau tidak. Adapun kandungan dari Medium Mueller Hinton Agar adalah *beef extract* 2 gram, *acid hydrolysate of casein* 17,5 gram, *starch* 1,5 gram, agar 17 gram dan aquadest 1 liter (Fardiaz, 2001).

Ekstrak daging sapi dan asam hidrolisat dari kasein berfungsi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mikroorganisme, seperti asam amino, vitamin, mineral, dan senyawa nitrogen lainnya (Nazir, 2014). Campuran agar pada medium tersebut berfungsi sebagai agen peneras (*soldifying agent*) sehingga medium menjadi lebih padat dan dapat ditumbuhi oleh mikroorganisme. *Starch* (tepung terigu) digunakan untuk menyerap racun yang dikeluarkan bakteri sehingga tidak mengganggu antibiotik, rendah *sulfonamide*, *trimethoprim* dan *tetracycline inhibitors*. *Acid hydrolysate of casein* digunakan sebagai sumber protein. *Beef extract* digunakan sebagai sumber nitrogen dan sumber karbon, sumber vitamin dan beberapa senyawa lain untuk menyokong pertumbuhan bakteri dan aquadest digunakan untuk melarutkan agar dan komposisi lain pada medium (Fardiaz, 2001).

## 2.7 Analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Salah satu hasil kemajuan instrumentasi IR adalah pemrosesan data seperti *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Teknik ini memberikan informasi dalam hal kimia, seperti struktur dan konformasional pada polimer dan polipaduan, perubahan induksi tekanan dan reaksi kimia, padatan yang akan diuji dengan cara merefleksikan sinar infra merah melalui tempat kristal sehingga adanya kontak dengan permukaan cuplikan, terjadinya degradasi oleh oksidasi, panas, maupun

cahaya, dapat diikuti dengan cepat melalui inframerah. Sensitivitas FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya lebih tinggi (Kroschwitz, 1990). FTIR merupakan salah satu instrumen menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, 2007). Spektroskopi inframerah berfungsi untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak dan masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik (Chusnul, 2011).

Teknik pengoperasian FTIR berbeda dengan spektrofotometer infra merah. FTIR digunakan pada suatu interferometer sebagai pengganti monokromator yang terletak di depan monokromator kemudia interferometer akan memberikan sinyal ke detektor dengan intensitas frekuensi vibrasi molekul yang berupa interferogram, selanjutnya akan diberikan informasi berdasarkan pada intesitas spektrum dari setiap frekuensi lalu informasi yang akan keluar dari detektor akan diubah secara digital di dalam komputer dan ditransformasikan ditiap-tiap satuan frekuensi dipilih dari interferogram yang lengkap (*fourier transform*) (Bassler, 1986). Kemudian sinyal diubah menjadi spektrum IR. Pengujian alginat pada FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada serbuk alginat yang dihasilkan. Uji ini dilakukan untuk memastikan adanya isomer gugus fungsi penyusun serbuk alginat hasil ekstraksi dari rumput laut *Sargassum sp.* (Supriyadi *et al.*, 2014).

Menurut Juet *et al.*, (2002) natrium alginat memiliki 3 puncak spesifik, yaitu ikatan hidroksi pada daerah serapan sekitar  $3.500\text{ cm}^{-1}$ , COO- simetris pada

daerah serapan sekitar  $1.620\text{ cm}^{-1}$  dan COO- asimétris pada daerah serapan sekitar  $1.410\text{ cm}^{-1}$ . Menurut Bahar *et al.*, (2012) sidik jari khas guluronat ditunjukkan pada daerah serapan  $890\text{-}900\text{ cm}^{-1}$  sedangkan sidik jari manuronat terdapat pada daerah serapan  $810\text{-}850\text{ cm}^{-1}$ . Analisis gugus fungsi serbuk alginat yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu Mushollaeni dan Rusdiana (2011) dan Bahar *et al.*, (2012). Spektrum yang dihasilkan menunjukkan bahwa natrium alginat terdiri dari gugus hidroksil (O-H) pada daerah serapan  $3.446,79\text{-}3.457\text{ cm}^{-1}$ , gugus COO- asimétris pada daerah serapan  $1.614,42\text{-}1.617\text{ cm}^{-1}$ , gugus karboksil (C-O) pada daerah serapan  $1.029,99\text{-}1.126,43\text{ cm}^{-1}$  dan gugus COO- simétris pada daerah serapan  $1.415,75\text{ cm}^{-1}$ . Jika dibandingkan dengan kedua penelitian tersebut menunjukkan adanya kemiripan yaitu adanya gugus hidroksil (O-H), COO- asimétris, gugus karboksil (C-O) dan COO- simétris.

Hasil penelitian Yulianto (2017) menunjukkan keberadaan puncak-puncak serapan pada daerah sekitar  $3.500\text{-}3.200\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya alkohol/fenol (O-H) yang berikatan dengan hidrogen. Bilangan gelombang  $2.850\text{-}3.000\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus alkana (C-H). Bilangan gelombang  $2.210\text{-}2.280\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya senyawa ikatan rangkap tiga alkilnitril ( $\text{C}\equiv\text{N}$ ). Pada bilangan gelombang  $1.600\text{-}1.680\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O). Puncak serapan  $810\text{-}850\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan daerah khas sidik jari manuronat. Bilangan gelombang  $1.614\text{-}1.431\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya Na dalam isomer alginat.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan yaitu dari bulan Januari sampai bulan Februari 2019. Pelaksanaannya dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh, CV. Fundament Lab Sains Baitussalam Aceh Besar.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas beaker (*Pyrex*), timbangan, gunting, mikropipet, cawan petri, bunsen, gelas ukur (*Pyrex*), labu ukur (*Pyrex*), indikator pH, corong (*Pyrex*), montar, jarum ose, mikropipet, penjepit, tabung reaksi (*Pyrex*), spatula, erlenmeyer (*Pyrex*), *magnetic stirrer*, oven, jangka sorong, pipet tetes, aluminium foil, stopwatch, kamera, botol vial, termometer, penyaring, kain penyaring, pengaduk, blender, plastik wrap, gunting, penggaris, kertas label, kertas cakram, inkubator, autoklaf dan spidol.

#### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Sargassum sp* yang diperoleh dari Pantai Lhoknga Aceh Besar, natrium hipoklorit (NaOCl) 5%, asam klorida (HCl) 5%, natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 2%, kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 2%, serbuk alginat, natrium hidroksida (NaOH) 10%, kalium hidroksida (KOH), isopropil alkohol 95%, besi(III) klorida (FeCl<sub>3</sub>) 5%, media MHA, Mc. Farland 0,5-1,5 x 10<sup>8</sup> CFU/mL, aquadest, amoksisilin (C<sub>16</sub>H<sub>19</sub>N<sub>3</sub>O<sub>5</sub>S), bakteri *Escherichia coli* (ATCC 25922) dan bakteri *Staphylococcus aureus* (ATCC 59923).

### 3.3 Prosedur Kerja

#### 3.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel rumput laut jenis *Sargassum sp.* diambil di Pantai Lhoknga Aceh, dimana pengambilan sampel *Sargassum sp.* tersebut dengan mencabut *holdfast* dan mengikutkan keseluruhan bagian tanaman, kemudian dimasukkan ke dalam karung, dan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

#### 3.3.2 Preparasi Sampel

Sampel *Sargassum sp.* disortir terlebih dahulu dengan mengambil bagian tengah *tallus* yaitu antara ujung dan *holdfast*, setelah itu sampel dicuci menggunakan air untuk menghilangkan bahan pengotor, epifit, pasir dan garam yang terkandung dalam rumput laut *Sargassum sp.* Sampel dikeringkan dibawah sinar matahari selama  $\pm 4$  hari dengan pengawasan. Sampel yang sudah kering dipotong-potong kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Serbuk kemudian disaring dan diayak untuk mendapatkan serbuk *Sargassum sp.* yang lebih halus.

#### 3.3.3 Ekstraksi Alginat dengan variasi agen pengekstrak $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2% dan $\text{K}_2\text{CO}_3$ 2% (Amir Husni, 2012).

Serbuk *Sargassum sp.* ditimbang sebanyak 10 gram dan dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer 500 ml. Selanjutnya dilakukan perendaman (maserasi) dalam larutan asam kuat yaitu 100 ml HCl 5% selama 1 jam lalu di bilas dengan air bersih sampai pH netral. Kemudian diekstraksi dengan 200 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% pada suhu  $60^\circ\text{C}$ - $70^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Hasil ekstraksi kemudian diencerkan dengan 300 mL aquades dan disaring menggunakan vacum filter, kemudian dilakukan pemucatan dengan 50 NaOCl 5 %. Pemisahan asam alginat, fitrat ditambahkan

200 ml larutan HCl 5% sampai pH 2,3-3,2, lalu diaduk hingga terbentuk asam alginat yang ditandai dengan timbulnya gumpalan dibagian atas cairan lalu dipisahkan dan dicuci bersih. Setelah itu, gel yang terbentuk berupa asam alginat ditambahkan 200 ml larutan NaOH 10%, lalu diaduk hingga terbentuk serat Na-Alginat kemudian disaring dan dibilas, kemudian dilakukan pemisahan natrium alginat, dituangkan 200 mL isopropanol 95% sedikit demi sedikit ke dalam filtrat sambil diaduk dan dibiarkan selama 30 menit. Proses pengeringan dan penggilingan sampel, serat alginat dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C sampai kadar air 12%. Setelah kering, kemudian dihaluskan dan ditimbang untuk menghitung rendemen Na-alginat yang dihasilkan. Diulangi perlakuan yang sama dengan variasi agen pengeksrak K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%. Rumus perhitungan rendemen natrium alginat yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}} \times 100\%$$

### 3.3.4 Analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

Ekstraksi natrium alginat dari rumput laut *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan agen Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% dan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%, dilakukan analisis kualitatif dengan menggunakan spektrofotometer FTIR (*Fourrier Transform Infra Red*) untuk mengetahui isomer gugus fungsi. Masing-masing sampel dimasukkan dalam bentuk padatan kedalam tempat sampel, kemudian di tutup kembali. Selanjutnya dilakukan analisis dan hasil akan terbaca dalam bentuk pola spektrum.

### 3.3.5 Pengenceran sampel.

Sampel dengan variasi agen pengeksrak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% dan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%, masing-masing dibuat stok awal ekstrak 25%. Masing-masing sampel ekstrak dibuat dengan variasi konsentrasi 6,25 dan 12,5% untuk mengetahui bagaimana

aktivitas penghambatan pertumbuhan bakteri di konsentrasi tersebut. Pengenceran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \cdot V_1 = \% \cdot V_2$$

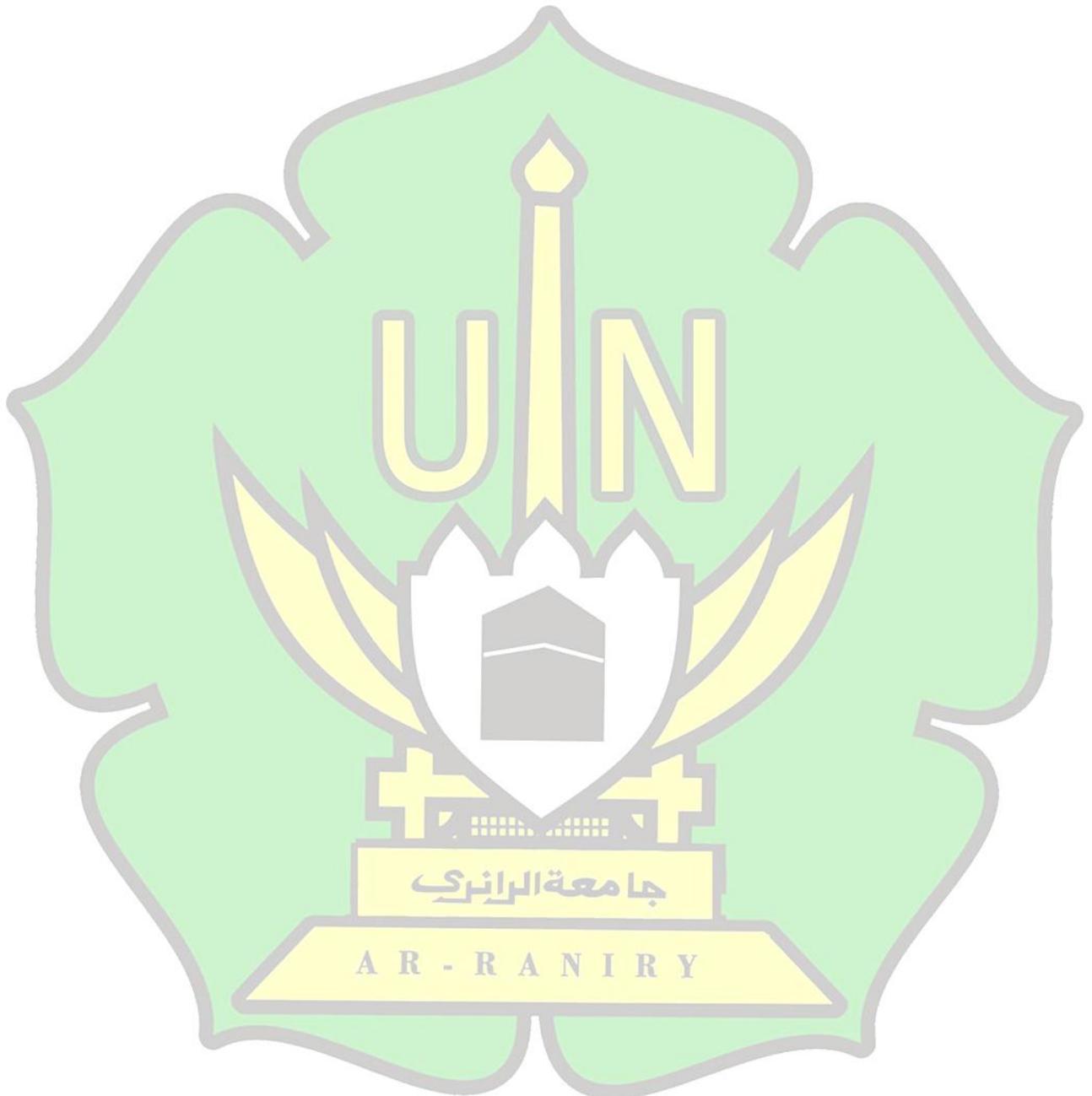
### 3.3.6 Pengujian Aktivitas Antibakteri (Melki *et al.*, 2011).

Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap 2 jenis bakteri yaitu bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus* pada 2 sampel yaitu serbuk alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%. Sampel ekstrak alginat pengekstrak masing-masing diencerkan dengan berbagai konsentrasi yaitu, 6,25 dan 12,5% dengan 3 kali pengulangan. Pelarut yang digunakan adalah aquades. Pengujian antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram. Cara kerja metode difusi cakram adalah bahan uji dijenuhkan kedalam kertas cakram. Kertas cakram ditanam dalam, pada masing-masing media pembenihan agar miring (MHA) yang telah dicampur dengan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus* pada masing-masing sampel. Selanjutnya masing-masing sampel kontrol positif yang digunakan adalah amoksilin sedangkan kontrol negatif adalah aquades. Kemudian diinkubasikan pada  $37^\circ\text{C}$  selama 24 jam, kemudian ukur diameter hambat yang terbentuk pada masing-masing sampel dan bakteri yang dihasilkan.

### 3.3.7 Diameter Zona Hambat (Melki *et al.*, 2011).

Diameter zona hambat yang terbentuk karena adanya daya antibakteri dari masing-masing hasil ekstraksi, diukur dari sisi sebelah kiri sampai sisi sebelah kanan dengan menggunakan penggaris. Davis dan Stout (1971), menyatakan bahwa apabila zona hambat yang terbentuk berukuran  $<5$  mm maka aktivitas penghambatnya dikategorikan lemah, apabila zona hambat berukuran 5-10 mm

dikategorikan sedang, zona hambat yang berukuran 10-19 mm dikategorikan kuat dan 20 mm atau lebih dikategorikan sangat kuat.



## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan hasil penelitian dan pembahasan yang meliputi data yaitu, pembuatan serbuk alginat rumput laut *Sargassum sp.* dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%, analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*), pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serta mengukur diameter zona hambat.

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Ekstraksi Alginat dengan variasi agen pengekstrak $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2% dan $\text{K}_2\text{CO}_3$ 2%.

Pembuatan serbuk alginat dilakukan dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% untuk mengetahui dari agen yang efektif menghasilkan rendemen yang lebih besar. Hasil rendemen yang diperoleh adalah dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% sebanyak 26,6% sedangkan dengan variasi agen pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% sebanyak 40,77%.

#### 4.1.2 Analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Hasil penelitian analisis FTIR ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

**Tabel 4.1** Data spektrum FTIR ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* pada variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%.

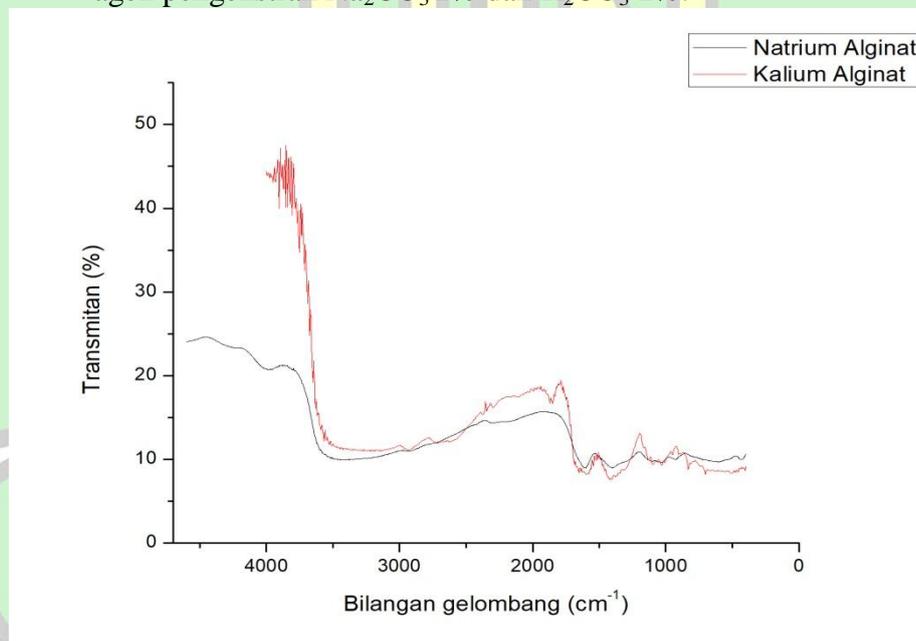
Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )		Jenis vibrasi
Hasil ekstraksi	Interpretasi gugus fungsi	
3.425,58	Gugus hidroksil (O-H)	<i>Stretching</i>
1.610,56	Gugus karbonil (C=O)	<i>Stretching</i>
1.402,25	Na dalam isomer alginat	<i>Bending</i>
1.047,35	Gugus karboksil (C-O)	<i>Bending</i>
935,48	C-H	<i>Bending</i>

891,11	Sidik jari guluronat	<i>Bending</i>
815,88	Sidik jari manuronat	<i>Bending</i>

**Tabel 4.2** Data spektrum FTIR ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* pada variasi agen pengekstrak  $K_2CO_3$  2%.

Bilangan gelombang ( $cm^{-1}$ )		Jenis vibrasi
Hasil Ekstraksi	Interpretasi gugus fungsi	
3.159,40	Gugus hidroksil (O-H)	<i>Stretching</i>
2.715,77	Gugus hidroksil(O-H)	<i>Stretching</i>
1.859,38	Gugus karbonil (C=O)	<i>Stretching</i>
1.597,06	Gugus karbonil (C=O)	<i>Stretching</i>
1.408,04	K dalam isomer alginat	<i>Bending</i>
1.095,57	Gugus karboksil (C-O)	<i>Bending</i>
817,82	Sidik jari manuronat	<i>Bending</i>

**Grafik 4.1** Spektrum FTIR ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* pada variasi agen pengekstrak  $Na_2CO_3$  2% dan  $K_2CO_3$  2%.



#### 4.1.3 Uji Aktivitas Antibakteri

Hasil pengujian aktivitas antibakteri ekstrak alginat dengan masing-masing konsentrasi 6,25 dan 12,5% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan 4.5.

**Tabel 4.3** Diameter zona hambat ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% pada konsentrasi 6,25 dan 12,5% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Ulangan	Konsentrasi (%)	Zona Hambat (mm)	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
I	6,25	7,1	7,6
II		7,2	7,8
III		7,1	8
I	12,5	11,6	9,4
II		11,9	8
III		11,5	9,6
Kontrol (+)		27,7	20,6
Kontrol (-)		-	-

**Tabel 4.4** Diameter zona hambat ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% pada konsentrasi 6,25 dan 12,5% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Ulangan	Konsentrasi (%)	Zona Hambat (mm)	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
I	6,25	10,7	8,7
II		10,4	10
III		10	9,8
I	12,5	14	11
II		14,5	10,9
III		14	11,1
Kontrol (+)		30,2	21
Kontrol (-)		-	-

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Ekstraksi Alginat dengan variasi agen pengekstrak $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2% dan $\text{K}_2\text{CO}_3$ 2%.

Proses ekstraksi yang pertama adalah dilakukan pembersihan, sebelum diolah rumput laut *Sargassum sp.* dibersihkan dari kotoran, seperti pasir, batu karang dan lain-lain. Pencucian dilakukan dengan cara menyemprotkan air ke rumput laut *Sargassum sp.* kemudian direndam dengan air bersih. Tahap selanjutnya adalah menghilangkan kotoran pada sampel yang larut dalam alkali. Rumput laut *Sargassum sp.* direndam dalam HCl 5%, lalu dicuci dengan air bersih

sampai pH netral yang bertujuan untuk mengembalikan kondisi rumput laut *Sargassum sp.* pada kondisi awal sehingga mempermudah proses ekstraksi serta melarutkan zat yang terkandung dalam rumput laut *Sargassum sp.* seperti laminari, manitol, zat warna serta garam-garam lain. Tahap ini juga dilakukan untuk menghilangkan ion yang menyebabkan alginat tidak larut. Penelitian ini didukung oleh Purwoto (1992) bahwa penggunaan HCl pada proses ekstraksi, akan memecah dinding sel sehingga memudahkan ekstraksi, karena HCl merupakan asam kuat dan akan terionisasi sempurna.

Proses ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum sp.* dilakukan dalam larutan basa seperti larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Selama ekstraksi berlangsung, pH larutan harus dipertahankan antara 9,6 sampai 11 pada suhu 60-70°C selama 2 jam. Apabila pH ekstraksi rendah maka proses ekstraksi berjalan lambat, sedangkan apabila pH ekstraksi lebih besar akan terjadi degradasi alginat (Percival, 1970 dalam Yunizal, 2004).

Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  yang digunakan untuk ekstraksi rumput laut *Sargassum sp.* tidak boleh di atas 2% karena akan terjadi degradasi dari asam alginat tersebut. Konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  yang lebih tinggi 3-5% dapat menyebabkan penurunan rendemen natrium alginat yang dihasilkan (Chou dan Chiang, 1976 dalam Yunizal, 2004). Ekstraksi alginat menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dengan konsentrasi rendah menyebabkan sebagian besar alginat berbobot molekul rendah terekstrak sehingga rendemen natrium alginat yang dihasilkan rendah. Peningkatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  sampai batas tertentu yaitu 2% akan meningkatkan rendemen natrium alginat karena banyak alginat berbobot molekul tinggi yang akan terekstrak (Yunizal, 2004). Dibutuhkan

pemanasan untuk mempermudah ekstraksi dan melarutkan alginat berbobot molekul tinggi, karena pemanasan yang relatif lama akan mendegradasi polimer alginat, namun penggunaan suhu yang rendah menyebabkan ekstraksi berjalan lambat (Chou dan Chiang 1976 dalam Yunizal 2004). Untuk mendapatkan rendemen dan bobot molekul yang tinggi, konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dan suhu ekstraksi harus optimal.

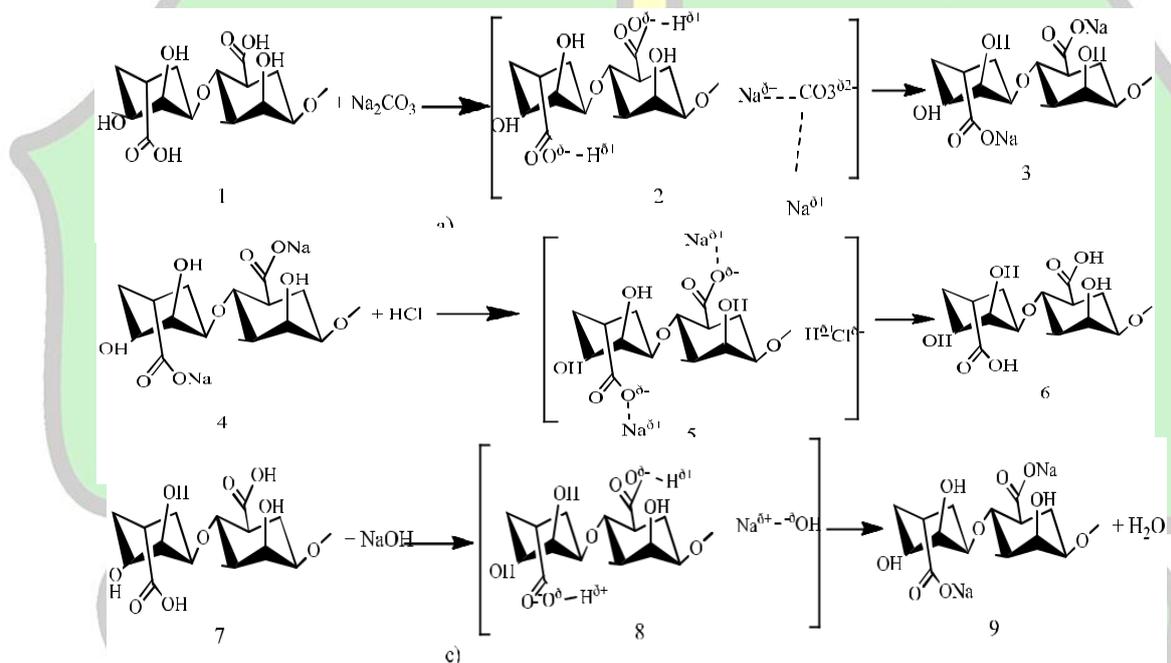
Ekstraksi alginat akan membentuk bubur rumput laut *Sargassum sp.* yang akan dipisahkan antara fitrat alginat dari selulosa dengan menggunakan kain saring. Kemudian dilakukan pemutihan/pemucatan, rumput laut *Sargassum sp.* memiliki zat warna karotenoid memiliki gugus kromofor atau gugus membawa warna, antara lain gugus benzena dan sejumlah ikatan rangkap yang dapat terkonjugasi dan sangat labil karena mudah teroksidasi. Natrium hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) bersama-sama dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% merupakan pengoksidasi kuat yang akan mengoksidasi gugus kromofor tersebut. Gugus kromofor yang telah teroksidasi akan kehilangan fungsi penyerapan cahayanya, sehingga tidak memberikan warna yang tampak atau kehilangan warnannya. Semakin tinggi konsentrasi  $\text{NaOCl}$  maka kerusakan kromofor semakin besar, sehingga derajat putih alginat semakin baik.  $\text{NaOCl}$  merupakan pengoksidasi yang kuat yang akan mengoksidasi gugus kromofor tersebut. Gugus kromofor yang telah teroksidasi akan kehilangan fungsi penyerapan cahayanya, sehingga tidak memberikan warna yang tampak atau kehilangan warnannya. Semakin tinggi konsentrasi  $\text{NaOCl}$  maka kerusakan kromofor semakin besar, sehingga derajat putih alginat semakin baik (Yunizal, 2004).

Pemisahan alginat dapat dilakukan dengan menambahkan HCl 5% untuk mengekstrak asam alginat karena dapat menghasilkan natrium alginat dengan rendemen tinggi (Yunizal, 2004). Kemudian untuk membentuk natrium alginat, asam alginat yang telah terbentuk ditambahkan dengan larutan alkali yang mengandung ion  $\text{Na}^+$  seperti NaOH. Pembentukan natrium alginat bertujuan untuk mendapatkan alginat dalam bentuk yang stabil. Pertukaran ion  $\text{H}^+$  dengan ion  $\text{Na}^+$  berjalan lambat. Proses penetralan homogen ini tidak mudah karena tergantung bagaimana alkali dapat melakukan penetrasi terhadap partikel asam alginat dengan baik (McHugh, 1987).

Penarikan natrium alginat yang berasal dari larutan natrium alginat yang telah terbentuk dapat dilakukan dengan menggunakan alkohol. Alkohol yang biasanya digunakan adalah isopropanol 95% yang dapat menyebabkan pengestrak natrium alginat yang sempurna (Yunizal, 1999). Moirano (1977) mengemukakan bahwa penggunaan isopropanol berfungsi untuk penarikan natrium alginat. Semakin pekat konsentrasi isopropanol, semakin banyak rendemen natrium alginat yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh penelitian Yani (1998) bahwa penggunaan isopropanol dapat menarik alginat dengan sempurna dibandingkan dengan etanol.

Tahap terakhir adalah pengeringan yang dilakukan dengan mengeringkan masing-masing natrium alginat pada variasi agen pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% ke dalam oven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  sampai berat kering natrium alginat stabil. Pengeringan adalah suatu metode untuk mengurangi kandungan air dalam bahan pangan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Dengan berkurangnya kadar air berarti volume bahan lebih kecil, sehingga

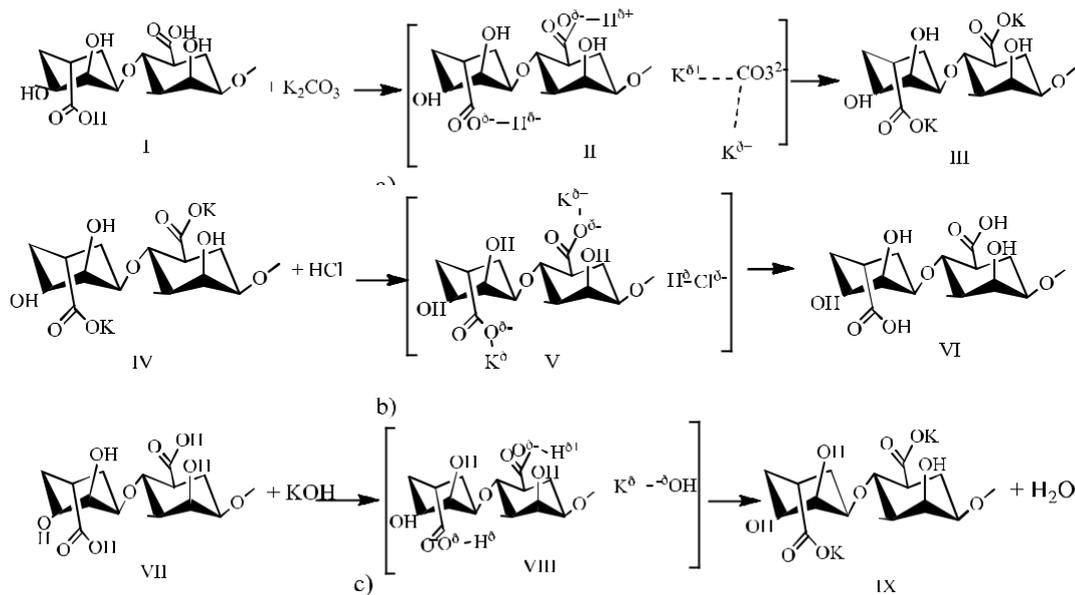
memudahkan penyimpanan dan dapat disimpan lebih lama (Marliyati *et al*, 1992). Rendemen yang dihasilkan dari ekstraksi alginat dengan variasi agen pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% adalah 26,6% sedangkan dengan pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% sebanyak 40,77%, jadi dapat disimpulkan bahwa ekstraksi alginat dengan variasi agen pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dapat menghasilkan rendemen yang lebih banyak menghasilkan serbuk alginat dibandingkan dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%, disebabkan karena  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% lebih reaktif dibandingkan dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% sehingga dapat menghasilkan rendemen yang lebih banyak.



**Gambar 4.1** Mekanisme reaksi dalam pembentukan natrium alginat

Sumber: (Polling, 1982)

AR - RANIRY



**Gambar 4.2** Mekanisme reaksi dalam pembentukan kalium alginat  
*Sumber: (Polling, 1982)*

#### 4.2.2 Analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Uji gugus fungsional dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer inframerah. Prinsipnya apabila sinar inframerah dilewatkan melalui cuplikan senyawa organik maka sejumlah frekuensi akan diserap, sedangkan frekuensi yang lain akan diteruskan ke masing-masing senyawa hanya menyerap sinar inframerah dengan frekuensi tertentu. Sinar yang diserap tersebut akan menaikkan amplitudo gerakan vibrasi dalam molekul. Oleh karena itu setiap jenis ikatan yang berbeda mempunyai sifat frekuensi vibrasi yang berbeda, maka cara ini dapat digunakan untuk menganalisis adanya gugus fungsi dalam suatu senyawa (Sastrohamidjojo, 1991). Menurut Juet *et al.*, (2002) natrium alginat memiliki 3 puncak spesifik, yaitu ikatan hidroksi pada daerah serapan sekitar  $3.500\text{ cm}^{-1}$ , COO- simetris pada daerah serapan sekitar  $1.620\text{ cm}^{-1}$  dan COO- asimetris pada daerah serapan sekitar  $1.410\text{ cm}^{-1}$ . Menurut Bahar *et al.*, (2012) sidik jari khas

guluronat ditunjukkan pada daerah serapan  $890-900\text{ cm}^{-1}$  sedangkan sidik jari manuronat terdapat pada daerah serapan  $810-850\text{ cm}^{-1}$ .

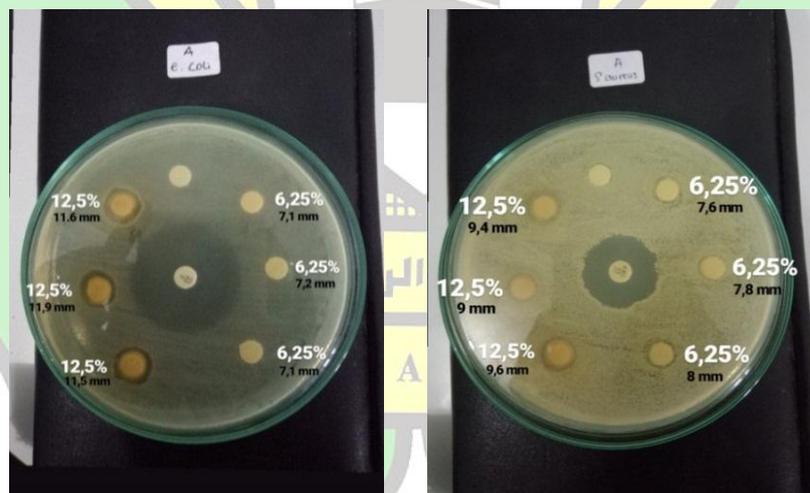
Hasil penelitian menunjukkan bahwa spektrum alginat dengan variasi agen pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% memiliki daerah serapan  $3.425,58\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya (O-H) yang berikatan dengan hidrogen, daerah serapan  $1.610,56\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O), daerah serapan  $1.402,25\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya Na dalam isomer alginat, daerah serapan  $1.047,35\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karboksil (C-O), daerah serapan  $891,11\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya sidik jari guluronat dan daerah serapan  $815,88\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya sidik jari manuronat, sedangkan spektrum alginat dengan variasi agen pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% memiliki daerah serapan  $3.159,40\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya (O-H) yang berikatan dengan hidrogen, daerah serapan  $2.715,77\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya (O-H) yang berikatan dengan hidrogen, daerah serapan  $1.859,38\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O), daerah serapan  $1.597,06\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O), daerah serapan  $1.408,04\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya K dalam isomer alginat, daerah serapan  $1.095,57\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karboksil (C-O) dan daerah serapan  $817,82\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya sidik jari manuronat.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa garam alginat hasil ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% mempunyai gugus fungsi yang sama dan sesuai dengan standar menurut Juet *et al.*, (2002) yaitu memiliki 3 puncak spesifik yang terdiri dari gugus hidroksil, COO- asimetris dan COO- simetris. Analisis gugus fungsi alginat yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu Mushollaeni dan Rusdiana (2011) dan juga Bahar *et al.*, (2012) bahwa spektrum

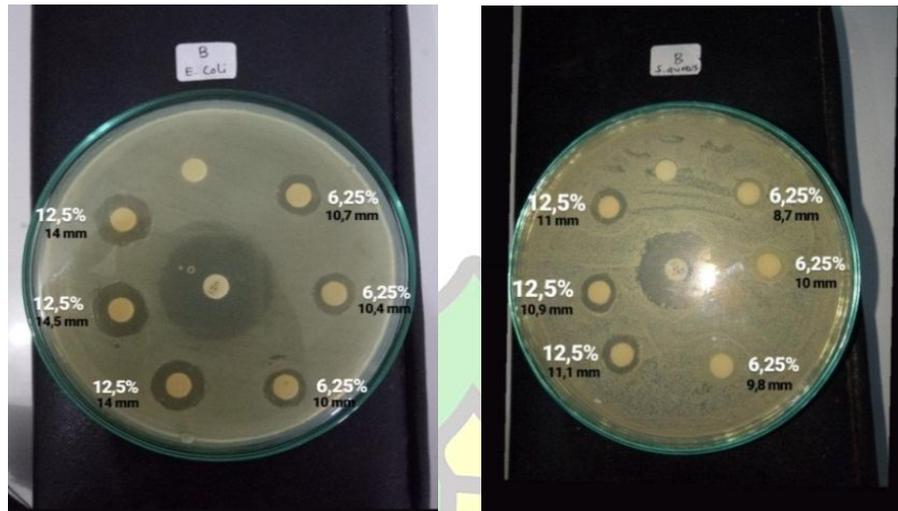
yang dihasilkan menunjukkan bahwa natrium alginat terdiri dari gugus hidroksil (O-H) pada daerah serapan 3.446,79-3.457  $\text{cm}^{-1}$ , gugus COO- asimtris pada daerah serapan 1.614,42-1617  $\text{cm}^{-1}$ , gugus karboksil (C-O) pada daerah serapan 1.029,99-1.126,43  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus COO- simetris pada daerah serapan 1.415,75  $\text{cm}^{-1}$ . Jika dibandingkan dengan kedua penelitian ini menunjukkan adanya kemiripan yaitu adanya gugus hidroksil (O-H), COO- asimtris, gugus karboksil (C-O) dan COO- simetris.

#### 4.2.3 Uji Aktivitas Antibakteri

Hasil uji zona hambat yang dihasilkan dari ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%, terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* menunjukkan hasil bening yang berarti aktivitas antibakteri berkerja dengan baik. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak alginat terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan 4.4.



**Gambar 4.3** Uji antibakteri ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% pada konsentrasi 6,25 dan 12,5% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.



**Gambar 4.4** Uji antibakteri ekstrak alginat dengan variasi agen pengestrak  $K_2CO_3$  2% pada konsentrasi 6,25 dan 12,5% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Berdasarkan gambar hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak alginat rumput laut coklat *Sargassum sp.* dengan variasi agen pengestrak  $Na_2CO_3$  2% dan  $K_2CO_3$  2%, pada konsentrasi 6,25 dan 12,5% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada gambar 4.3 dan 4.4, dapat diketahui bahwa hasil pengujian sangat beraneka ragam. Hal ini disebabkan karena kemampuan setiap bakteri dalam melawan aktivitas antibakteri berbeda-beda bergantung kepada ketebalan dan komposisi pembentuk dinding selnya. Davis dan Stout (1971), kriteria kekuatan antibakteri sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak alginat dengan agen pengestrak  $Na_2CO_3$  2% dan  $K_2CO_3$  2% terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* disimpulkan kuat. Davis dan Stout (1971), menyatakan bahwa apabila zona hambat yang terbentuk berukuran  $<5$  mm maka aktivitas penghambatnya dikategorikan lemah, apabila zona hambat berukuran 5-10 mm dikategorikan sedang, zona hambat yang berukuran 10-19 mm dikategorikan kuat dan 20 mm atau lebih dikategorikan sangat kuat.

Ekstrak alginat pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dengan konsentrasi 6,25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang dikategorikan sedang, konsentrasi 12,5% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang dikategorikan kuat, sedangkan sampel pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dengan konsentrasi 6,25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang dikategorikan kuat, konsentrasi 12,5% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dikategorikan kuat. Ekstrak alginat pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dengan konsentrasi 6,25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang dikategorikan sedang, konsentrasi 12,5% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang dikategorikan sedang, sedangkan pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dengan konsentrasi 6,25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dikategorikan sedang, konsentrasi 12,5% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dikategorikan kuat. Pada konsentrasi 6,25% dan 12,5% pada masing-masing pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% menunjukkan aktivitas antibakteri yang paling baik adalah bakteri *Escherichia coli* pada ekstrak alginat dengan pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% pada konsentrasi 12,5%, disebabkan karena  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% lebih reaktif dibandingkan dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%.

Pengujian antibakteri dilakukan kontrol positif dan negatif. Kontrol negatif yaitu dengan menggunakan aquades sedangkan kontrol positif dengan menggunakan antibiotik amoksisilin. Kontrol positif berfungsi sebagai kontrol zat uji ekstrak alginat dengan masing-masing pengestrak dengan membandingkan diameter daerah hambat yang terbentuk sedangkan kontrol negatif berfungsi untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pelarut terhadap pertumbuhan bakteri sehingga

dapat diketahui bahwa yang mempunyai aktivitas antibakteri adalah zat uji bukan pelarut. Kontrol positif yang dihasilkan dari bakteri *Escherichia coli* adalah pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% (20,6 mm) dan pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% (21 mm) sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah pengestrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% (27,7 mm) dan pengestrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% (30,2 mm).

Hasil yang berbeda disebabkan karena kemampuan setiap bakteri dalam melawan aktivitas antibakteri berbeda-beda bergantung ketebalan dan komposisi dinding selnya. Menurut Kimbal *et al.* (1983) terdapat perbedaan komposisi dan struktur dinding sel pada setiap bakteri. Bakteri gram negatif mengandung lipid, lemak atau substansi seperti lemak dalam presentasi lebih tinggi dari pada yang dikandung oleh bakteri gram positif. Bakteri gram negatif mempunyai dinding sel yang lebih tipis dibandingkan dengan bakteri gram positif. Struktur bakteri gram negatif memiliki membran lapisan luar yang menyelimuti lapisan tipis peptidoglikan, struktur luar peptidoglikan ini merupakan lapisan ganda yang mengandung fosfolipid, protein dan lipopolisakarida. Lipopolisakarida terletak di lapisan luar yang merupakan karakteristik bakteri gram negatif. Sementara sel bakteri gram positif memiliki dinding sel yang terdiri atas lapisan peptidoglikan yang tebal dimana di dalamnya mengandung senyawa teikoat dan lipoteikoat (Pelczar, 1986). Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat bahwa ekstrak alginat yang diujikan terhadap *Escherichia coli* pada konsentrasi 6,25 dan 12,5% memiliki zona hambat tertinggi jika dibandingkan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak alginat semakin tinggi pula senyawa aktif yang ada di dalamnya, sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri

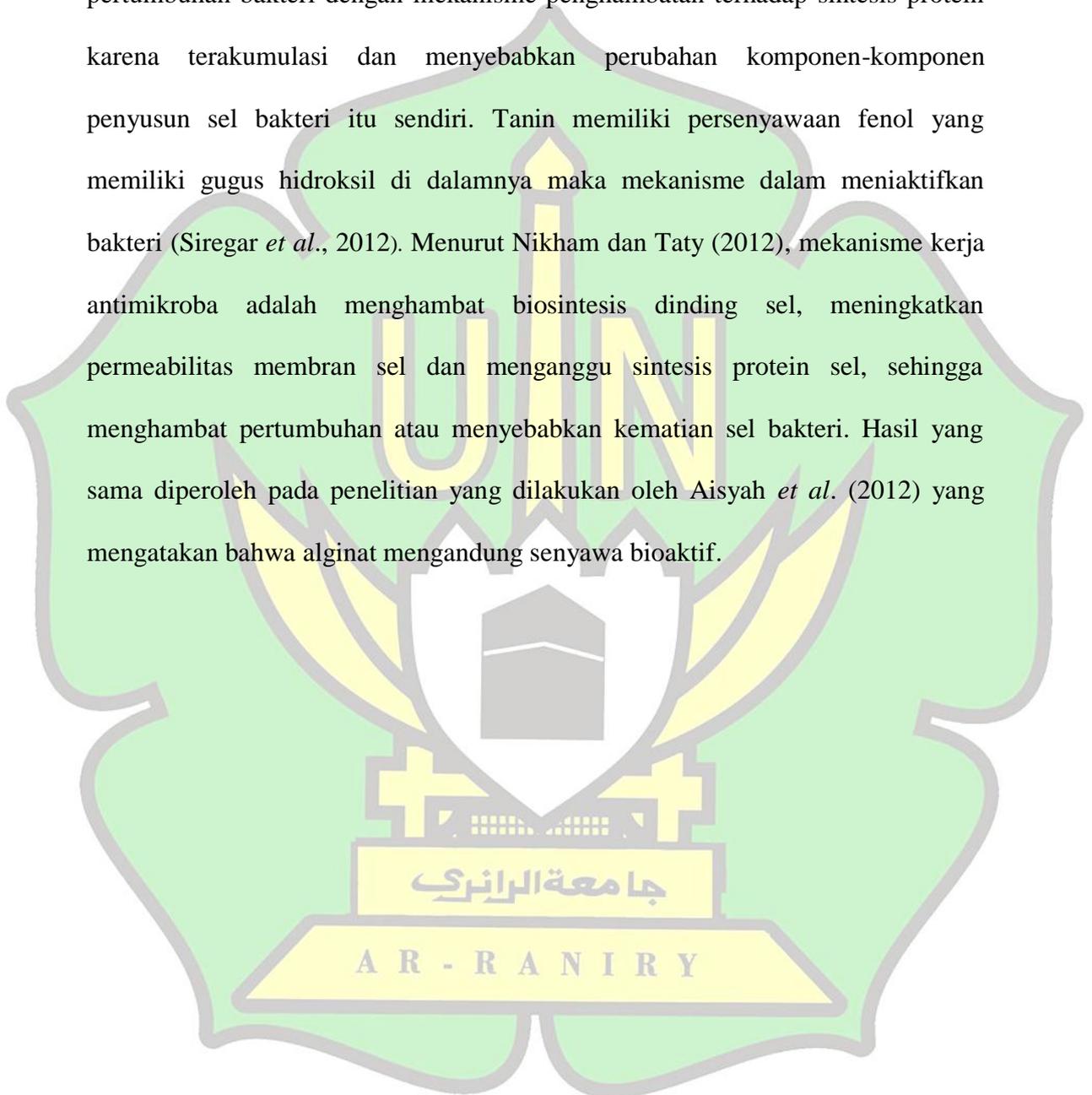
*Escherichia coli* pada media agar yang ditunjukkan dengan terdapatnya zona hambat yang berbeda pada konsentrasi 6,25 dan 12,5%. Penelitian ini dilakukan dengan metode difusi cakram karena cukup sederhana dan efektif untuk mengetahui aktivitas antibakteri suatu sampel. Adanya lapisan-lapisan dinding sel pada setiap bakteri dapat mempengaruhi aktivitas kerja dari zat antibakteri. Pertumbuhan sel bakteri dapat terganggu oleh senyawa aktif dari ekstrak alginat karena fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel. Perbedaan zona hambat pada berbagai penelitian adanya perbedaan kandungan zat antibakteri terhadap ekstrak masing-masing sehingga menyebabkan perbedaan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Seperti diketahui bahwa alga cokelat (*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, auksin dan fenol. Kandungan zat dalam ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.* seperti senyawa polisakarida dan senyawa aktif lainnya cukup baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang dibuktikan dengan besarnya zona hambat pada agen pengestrak  $K_2CO_3$  2% dengan konsentrasi 12,5% yaitu % (14 mm, 14,5 mm dan 14 mm) menunjukkan hasil kuat, sesuai dengan kriteria kekuatan zona hambat.

Alginat merupakan polimer linier organik polisakarida yang terdiri dari monomer  $\beta$ -D-manopiranosil uronat dan  $\alpha$ -L-asam gulopiranosil uronat atau dapat berupa kombinasi dari kedua monomer tersebut. Alginat juga merupakan suatu polisakarida alam yang terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga coklat (*Phaeophyceae*). Polisakarida adalah polimer yang tersusun dari ratusan hingga ribuan unit monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik.

Polisakarida adalah karbohidrat yang tersusun hanya dari atom karbon, hidrogen dan oksigen. Alginat mengandung gugus aktif yang dapat berfungsi sebagai aktivitas antibakteri dengan menghambat pertumbuhan terhadap bakteri. Ion OH<sup>-</sup> berperan aktif menghambat pertumbuhan bakteri. Ion hidroksil (OH<sup>-</sup>) yang mengandung oksidan merupakan radikal bebas yang reaktif dan bereaksi dengan beberapa biomolekul. Mekanisme yang mungkin terjadi yaitu induksi ion hidroksi bereaksi dengan membran sel, dan komponen seperti mitokondria yang menyebabkan perubahan ireversibel dalam struktur bakteri. Hal ini mengakibatkan hilangnya aktivitas biologis enzim dan ganggua metabolisme seluler. Alginat juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak dinding sel bakteri, memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel, mengganggu sintesis protein dan menghambat kerja enzim (Pelczar dan Chan, 2008). Helmiyati dan Nurrahman (2010) menambahkan bahwa pada dasarnya dinding sel yang paling mudah terjadi denaturasi adalah dinding sel yang tersusun dari polisakarida.

Diduga adanya senyawa lain yang berperan dalam merusak dinding sel antara lain senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, tanin, iodin dan fenol. Menurut Akiyama *et al.*, (2001) dalam Farida *et al.*, (2010) keaktifan dari senyawa alkaloid disebabkan adanya gugus basa yang mengandung nitrogen. Adanya gugus basa apabila mengalami kontak dengan bakteri akan bereaksi dengan senyawa-senyawa asam amino yang menyusun dinding sel bakteri dan juga DNA bakteri yang merupakan penyusun utama inti sel yang merupakan pusat pengaturan segala kegiatan sel. Sabir (2005) menjelaskan bahwa flavonoid memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri dengan beberapa

mekanisme yang berbeda, antara lain kerusakan permeabilitas dinding bakteri, mikrosom dan lisosom. Senyawa saponin akan merusak membran sitoplasma dan membunuh sel (Assani, 1994). Senyawa steroid/triterpenoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme penghambatan terhadap sintesis protein karena terakumulasi dan menyebabkan perubahan komponen-komponen penyusun sel bakteri itu sendiri. Tanin memiliki persenyawaan fenol yang memiliki gugus hidroksil di dalamnya maka mekanisme dalam meniadakan bakteri (Siregar *et al.*, 2012). Menurut Nikham dan Taty (2012), mekanisme kerja antimikroba adalah menghambat biosintesis dinding sel, meningkatkan permeabilitas membran sel dan mengganggu sintesis protein sel, sehingga menghambat pertumbuhan atau menyebabkan kematian sel bakteri. Hasil yang sama diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Aisyah *et al.* (2012) yang mengatakan bahwa alginat mengandung senyawa bioaktif.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Bedasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

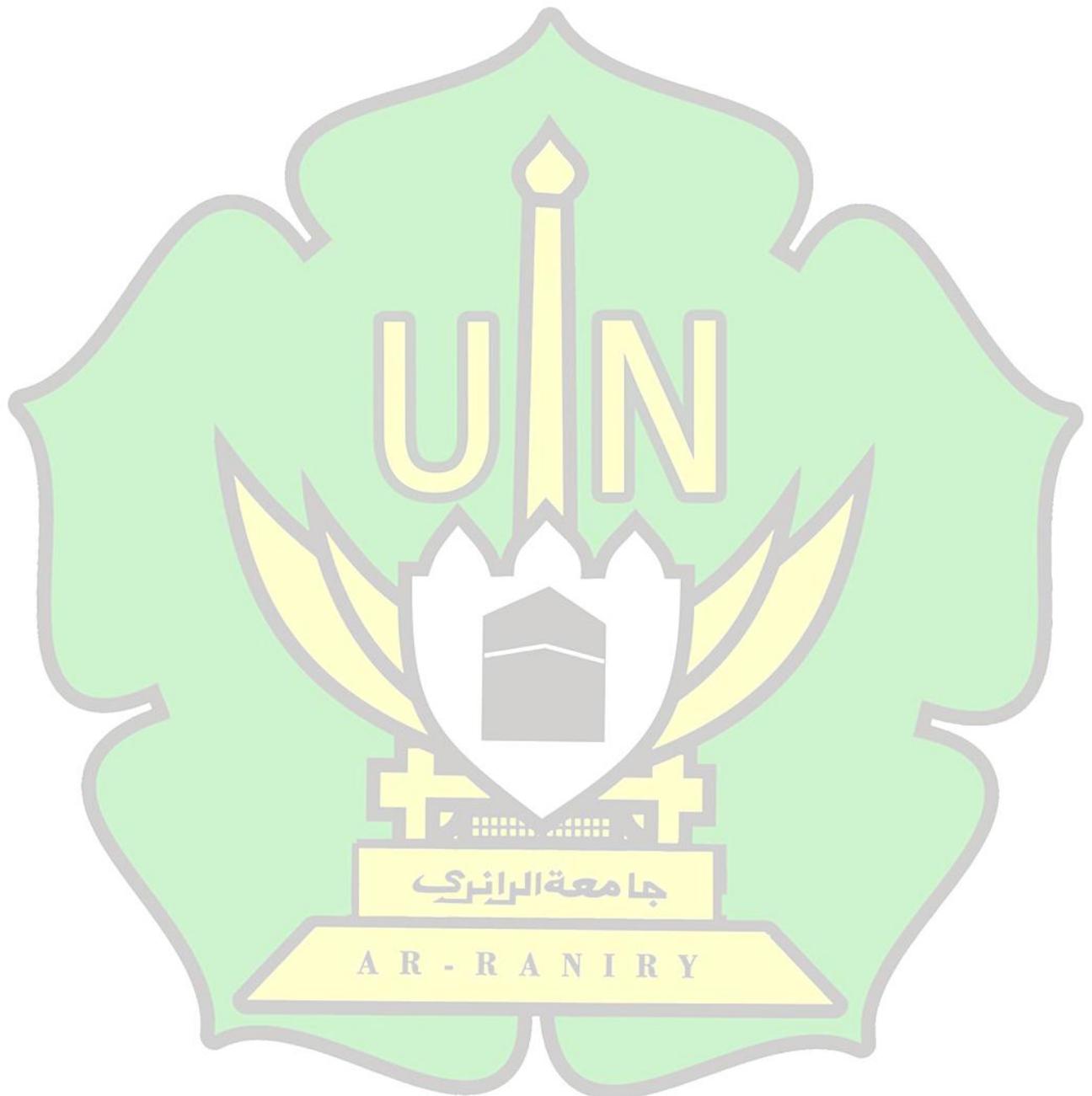
1. Ekstrak alginat dari *Sargassum sp.* yang diekstrak dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% memiliki aktivitas antibakteri sebagai berikut: alginat dengan pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% konsentrasi 6,25% tergolong sedang dan konsentrasi 12,5% tergolong kuat pada bakteri *Escherichia coli* sedangkan pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% konsentrasi 6,25 dan 12,5% tergolong kuat pada bakteri *Escherichia coli*. Ekstrak alginat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% konsentrasi 6,25 dan 12,5% tergolong sedang pada bakteri *Staphylococcus aureus*, sedangkan pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% konsentrasi 6,25% tergolong sedang dan konsentrasi 12,5% tergolong kuat pada bakteri *Staphylococcus aureus*.
2. Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Sargassum sp.* yang paling baik menghambat pertumbuhan bakteri adalah ekstrak dengan variasi agen pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2% dengan konsentrasi 12,5% (14 mm, 14,5 mm dan 14 mm) yang tergolong kuat dalam menghambat bakteri *Escherichia coli*.

#### 5.2 Saran

Bedasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang didapatkan:

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan uji fitokimia pada alginat.

2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan juga melakukan penentuan kadar total senyawa bioaktif.
3. Perlu dilakukan pengujian aktivitas antibakteri pada ekstrak alginat 100%.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agnessya, R. 2008. Kajian pengaruh penggunaan natrium alginat dalam formulasi skin lotion. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Fakultas perikanan dan ilmu kelautan. Bogor. Hal: 61.
- Agustrina, Gita. 2011. Potensi Propolis Lebah Madu Apis *Millifera Spp* sebagai Bahan Antibakteri. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Departemen Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor.
- Ajitama, P., Dwi. S. Dan Yunasfi. 2014. Jenis-jenis bakteri gram negatif potensial potagen pada ikan keraou lumpur (*Epinephelus tauvania*) di keramba jaring apung perairan belawan. Fakultas MIPA. Universitas sumatra utara. Hal: 140.
- Akbari, M. F. 2015. Senyawa aktif pada alga coklat. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Fakultas pertanian universitas trunijoyo. Madura. Hal: 11.
- Alamsyah, H. K., Widowati, I., & Sabdono, A. 2014. Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Sargassum cinereum (jg agardh)* dari perairan pulau panjang jepara terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Journal of Marine Research*. 3(2). Hal: 69-78.
- Anggadiredja, T. Jana. 2009. Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. *Jurnal Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Depok. Hal: 65.
- Anwar, F., A. Djunaedi, Santosa dan W. Gunawan. 2013. Pengaruh konsentrasi KOH yang berbeda terhadap kualitas alginat rumput laut coklat *Sargassum duplicatum J.G. agardh*. *Journal of marine research*. 2(1). Hal: 80-83.
- Aslan, L. M. 1991. *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta.
- Atmadja, W. S., Kadi, A., Sulistijo & Rachmaniar. 1996. *Pengenalan Jenis-jenis Rumput laut Indonesia*. PUSLITBANGO seanologi. LIPI. Jakarta. Hal: 56-152.
- Austin, B. And Austin, D.A. 1989. *Methods For The Microbiological Examination Of Fish and Shellfish*. Department of Biological Sciences. Chishester Publilsher. New York.
- Bachtiar, Y.S, Tjahjaningsih.W, dan Sianita. N. 2012. Pengaruh ekstrak alga coklat (*Sargassum sp.*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Journal of marine and coastol science*. 1(1). Hal: 53-60.
- Bahar. R, Adiba Arief, dan Sukriadi. 2012. Daya hambat ekstrak Na-alginat dari alga coklat jenis *Sargassum sp.* terhadap proses pematangan buah mangga dan buah jeruk. *Indonesia chemica acta*. Jurusan kimia. Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. 5(2). Hal: 22-31.

- Basmal, J., Sekarsih, Y. Dan Bunasa, T. K. 2001. Pengaruh konsentrasi bahan pemucat dan jenis bahan pengendap terhadap pembentukan sodium alginat dari rumput laut coklat *Sargassum filipendula agarct*. *Jurnal penelitian perikanan Indonesia*. 7. Hal: 74-81.
- Basmal, J., Wikanta, T. Dan Tazwir. 2002. Pengaruh kombinasi perlakuan kalium hidroksida dan natrium karbonat dalam ekstraksi natrium alginat terhadap kualitas produk yang dihasilkan. *Jurnal penelitian perikanan Indonesia*. 8. Hal: 45-52.
- Basmal, J., Yunizal dan Murtini. J. T. 1999. Pengaruh volume dan waktu ekstraksi natrium alginat dalam larutan natrium karbonat. Makalah pada forum komunikasi I. Ikatan Fikologi Indonesia. Serpong 8 September 1999. Hal: 119-126.
- Bold, H. C & M. J. Wynne. 1978. *Introduction of the Algae. Structure and Reproduction*. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi.
- Chalvyn, S. P. 2016. Potensi dan Pemanfaatan Bahan aktif alga coklat *Sargassum sp*. *Jurnal Ilmu Perikanan*. 5(2). 489.
- Chen, S.Y, Jane W.N, Chen Y.S, and Wong H.C. 2009. *Morphological changes of vibrio parahaemolyticus under cold and starvation stresses*. *International journal of food microbiology*. Hal: 157-165.
- Darmawan, M., Tazwir dan Hak, N. 2006. Pengaruh perendaman rumput laut coklat dalam berbagai larutan terhadap mitu natrium alginat. Buleetin teknologi hasil perikanan. Bogor 6(1). Hal:34-35.
- Dawson, E. Y. 1946. *Marine Botany and Introduction*. Holtt, Rinehart and Winston, Inc. New York Chicago, San Fransisco, Toronto, London.
- Ditjen POM. 1995. *Materia Medika Indonesia Jilid VI*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. Hal: 321-325.
- Draget, K. U. 2000. *Alginates*. Dalam: Philips, G. O. Dan Williams, P. A. (ed). *Handbook of Hydrocolloids*. Hal: 379-395.
- Food Chemical Codex. 1981. *Food Chemical Codex*. National Academy Press. Washington DC.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*. Alih bahasa kosasih padmawiata. ITB Bandung. Hal: 1-107.
- Hardiningtyas. 2009. Aktivitas ekstrak karang lunak *Sarcophyton sp*. yang difragmentasi dan tidak difragmentasi di perairan pulau pramuka. Kepulauan seribu. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Institut pertanian bogor.
- Heru, K.A, Ita, W, Agus, S. 2014. Aktivitas antibakteri Ekstrak Rumput Laut *Sargassum cinereum (J.G. Agardh)* dari perairan pulau panjang jepara terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*.

*Journal of Marine Research*. Universitas Diponegoro. Semarang. Hal: 69-78.

Indria, E. 2017. Skrining Fitokimia Rumput Laut *Sargassum sp* dan Aktivitasnya sebagai Antibakteri terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Saintek Perikanan*. 12(2). Hal: 98-102.

Iskandar Y, Rusmiati D, dan Dewi RR. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus cereus*. Fakultas MIPA jurusan Farmasi. Jatinangor, Sumedang.

Izzati, M. 2007. Skrining potensi antibakteri pada beberapa spesies rumput laut terhadap bakteri potagen pada udang windu. *Bioma*. 9(2). Hal: 62-67.

Juliantina, F., Dewa A.C., Bunga , N., Titis, N., dan endrawati, T.B. 2010. Manfaat sirih merah (*Piper crocatum*) sebagai agen antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Hal: 10-25.

Kadi, A. 2005. Beberapa catatan tentang *Gelidium (Rhodophyta)*. *Skripsi tidak dipublikasikan*. LIPI.

Kadi, Atmajaya, W. S. 1988. Rumput laut alga, Jenis Reoroduksi, Produksi, Budidaya dan Pasca Panen. *Skripsi tidak dipublikasikan*. LIPI. Jakarta.

Kadi. 2008. Beberapa catatan kehadiran marga *Sargassum* di perairan indonesia. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Fakultas perikanan dan ilmu kelautan. Insitut pertanian bogor.

Kadi. A. 2015. Potensi rumput laut di beberapa perairan pantai indonesia. *Jurnal Oseana*. 29(2). Hal: 25-36.

Kelly AL. 2009. *Properties and constituents of cow's milk*. Di dalam Tamime AY, editor. *Milk processing and Quality Management*. West : Blackwell Publishing Ltd.

Luthana, K. 2008. Prosedur ekstraksi senyawa fenol dan antibakteri dari tanaman gambir yang disertai metode analisisnya. *Skripsi tidak dipublikasikan*.

McHugh, D. J. 2008. *Production properties and uses of alginates*. Dalam: *FAO Corporate Document Repository. Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds* 45 p. <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e08.htm>. [15 jan 2008].

Melki, Wikke A, EP, dan Kurniati. 2011. Uji Antibakteri ekstrak *Gracilaria Sp* (rumput laut) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Maspari*. FMIPA Universitas Sriwijaya. Indonesia.

Mulyawati, S. A. 2012. Uji daya hambat fraksi rumput laut cokela (*Sargassum sp.*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. 3(1). Hal: 10-14.

- Mursyidin, D.H., D.P. Perkasa, dan Prabowo. 2002. Pemanfaatan rumput laut *Sargassum sp.* untuk mengatasi krisis ekonomi. Pangan dan zat gizi Indonesia. *Laporan karya tulis ilmiah*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Mushollaeni. W, dan Endang Rusdiana. 2011. Karakterisasi natrium alginat dari *Sargassum sp.*, *Turbinaria sp.*, dan *Padina sp.* *J. Teknol dan Industri pangan*. 12(1). Hal: 22-32.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta. ISBN 979 428 204 11. Hal:367.
- Nurjannah W. 2004. Isolasi dan Karakteristik Alginat dari Rumput laut *Sargassum sp* untuk Pembuatan *Biodegradable* film. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pelczar, J.M. & Chan, E.C.S. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi kedua*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Polling, C. (1982). *Ilmu Kimia Karbon*. Erlanga. Jakarta.
- Prasetyaningrum. A. 2002. Ekstraksi alginat dari rumput laut dan Aplikasinya pada industri. *Jurnal Reaktor*. 6(2). Hal: 63-67.
- Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Erlangga. Jakarta.
- Putra SE. 2006. *Alga laut sebagai Biotarget Industri*. [www.energi.lipi.go.id](http://www.energi.lipi.go.id) [2 Maret 2008].
- Putranti, R.I., 2013. Skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Sargassum duplicatum* dan *Turbinaria ornata* dari jepara, *Tesis tidak dipublikasikan*. Fakultas perikanan dan ilmu kelautan, undip. Semarang.
- Putri. K. H. 2011. Pemanfaatan rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) sebagai serbuk minuman pelangsing tubuh. Departemen Teknologi Hasil Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Rafi M, Widyastusti N, Elly S, Darusman LK. 2012. Aktivitas antioksidan kadar fenol dan flavonoid total dari enam tumbuhan obat Indonesia. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. 8(1). Hal: 10-20.
- Rasyid, A. 2003. Alga coklat (*Phaeophyta*) sebagai sumber alginat. *Oseana*. Jakarta. 5(1). Hal: 33-38.
- Renhoran, W. 2012. Aktivitas antioksidan dan mikrobiologi ekstrak *Sargassum polycystum*. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Departemen teknologi hasil perairan fakultas perikanan dan ilmu kelautan institut pertanian bogor.
- Royanto, E. I., Widowati, I., & Sabdono, A. 2013. Skrining aktivitas antibakteri pada ekstrak *Sargassum polycystum* terhadap bakteri *Vibro harveyi* dan *Micrococcus luteus* di Pulau Panjang Jepara. *Journal of Marine Research*. 1(1). Hal: 115-121.

- Samee H, Li ZX, Lin H, Khalid J, and Guo, YC. 2009. *Antiallergic effects of ethanol extracts from brown seaweeds*. *Journal of Zhejiang University Science B*. 10(2). Hal:147-153.
- Siregar, A. F., Sabdono, A., & Pringgenies, D. (2012). Potensi Antibakteri Ekstrak Rumput Laut Terhadap Bakteri Penyakit Kulit *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Micrococcus luteus* dari Laboratorium Balai Kesehatan Jawa, 1, 152–160.
- Siswati, J. 2002. Kajian ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. serta aplikasinya sebagai penstabil Es krim. [Tesis]. Institut pertanian bogor. Bogor. Hal:70.
- Soegiarto, A. Sulistijo. W, S, Atmaja dan H, Mubarak. 1978. *Rumput Laut, Manfaat, Potensi, dan Usaha Budidayanya*. LON-LIPI. Jakarta. Hal: 49.
- Subaryono. 2009. Karakteristik pembentukan gel alginat dari rumput laut *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp. *Thesis tidak dipublikasikan*. Program pasca sarjana institut pertanian bogor. Bogor.
- Sudarmadji, S. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberti. Yogyakarta.
- Sulistyo. 1971. *Farmakologi dan Terapi*. EKG. Yogyakarta.
- Sulistiyowati dan Widyastuti, A. 2008. Pemanfaatan *cantella asiatica* sebagai bahan antibakteri *salmonella typhi*. *Jurnal of Science*. 2(1). Hal: 5-10.
- Sulisyawati. H. 2003. Struktur komunitas seaweed (rumput laut) di Pantai pasir putih Kabupaten Situbondo. *Jurnal ilmuan dasar*. 4(1). Hal: 58-61.
- Tjitrosoepomo. 1994. Jenis algae dalam pengenalan jenis-jenis rumput laut indonesia. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Tjitrosoepomo. 2005. Pengenalan jenis algae hijau dalam pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Uppala, L. 2015. *A Review on Active Ingredients From Marine Sources Used in Cosmetics*. *SOJ phamr Sci*. 2(3). Hal:1-3.
- Vijayabaskar, P., & Shiyamala, V. 2011. *Antibacterial activities of brown marine algae (Sargassum wightii and Turbinaria ornata) from the Gulf of mannar Biosphere Research*. 5(2). Hal:99-102.
- Volk. W. A dan Wheeler M. F. 1993. *Mikrobiologi Dasar*. PT. Gelora Aksara Pratama. Jakarta.
- Widowati I, Susanto A.B, Stiger-Pouvreau V, Bourgougnon N. 2013. *Potentiality of using spreading Sargassum species from Jepara, Indonesia as an interesting source of antibacterial and antioxidant compounds: a*

*preliminary study. 21 st International Seaweed Symposium. Seaweed Science for Sustainable Prosperity. Bali-Indonesia.*

Widowati, I., Puspita, M., Stiger-Pouvreau, V., & Bourgougnon, N. 2014. *Potentiality of using spreading Sargassum Species from Indonesia as an Interesting souece of antibacterial and radical scavenging compounds: A preliminary study. International Journal of Marine and Aquatic Resource Conservation and co-existence. 1(1). Hal: 63-67.*

Winarno. F. 1990. *Kimia pangan dan gizi.* PT Gramedia. Jakarta.

Winarno. F. 1990. *Teknologi pengolahan rumput laut.* Pustaka sinar harapan. Jakarta.

Winarno. F. 1996. *Teknologi pengolahan rumput laut.* JPB Perikanan. 9(1). Hal:69-81.

Wulandari. 2010. Uji Antivitas Antibakteri ekstrak etanol, fraksi n-Heksana dan etilasetat daun sidaguri (*Sida rhombifolia L*) terhadap beberapa bakteri. *Skripsi tidak dipublikasikan.* Universitas Sumatera Utara. Medan.

Xu, N. Fan X, Yan X, Tseng C. K. 2004. *Screening marine algae from China for their antitumor activities. Journal of Applied Phycology.* Hal: 451-456.

Yulianto. K. 2007. Penelitian isolasi alginat alga laut coklat dan prospek menuju Industri. *Skripsi tidak dipublikasikan.* Prosiding seminar riptek kelautan nasional.

Yunianto, H. P., Widowati, I. Dan Radjasa, O. K. 2014. Skrining antibakteri ekstrak rumput laut *Sargassum plogyophyllum* dari perairan Bandengan Jepara terhadap bakteri potagen *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. *Journal of Marine Research.* 3(3). Hal: 165-17.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Dokumentasi penelitian

#### 1. Ekstrak alginat rumput laut *Sargassum sp.*



Pengambilan Sampel



Rumput Laut *Sargassum sp.*



Proses Pengeringan



Pembuatan Serbuk *Sargassum sp.*



Serbuk alginat yang sudah halus



Proses Perendaman



Proses ekstraksi *Sargassum sp.*



Proses penyaringan



Alginat belum dihaluskan



Alginat yang sudah dihaluskan



Serbuk alginat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%



Serbuk alginat  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%

## 2. Aktivitas Antibakteri serbuk alginat



Penimbangan alginat



Pengenceran sampel  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%



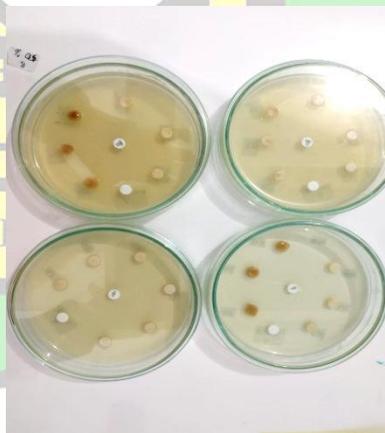
Pengenceran sampel  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%



Kekeruhan bakteri Mc. Farland



Penanaman cakram pada sampel



Peletakan sampel pada media



Proses autoklaf



Proses inkubasi sampel



Aktivitas antibakteri  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%



Aktivitas antibakteri  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%



Pengukuran diameter zona hambat



## Lampran 2: Perhitungan

1. Rendemen ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%.

a. Rendemen ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{2,66 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 26,6\%$$

b. Rendemen ekstrak alginat dengan variasi agen pengekstrak  $\text{K}_2\text{CO}_3$  2%.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{4,077 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 40,77\%$$

2. Pengenceran sampel

Asal stok 25%

$$25\% = \frac{25 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

$$= \frac{1,25 \text{ gram}}{5 \text{ mL}}$$

Stok 25% sebanyak 5 mL ( $V_2$ )

a. Pembuatan sampel pada konsentrasi 12,5% dalam 2 mL

$$\% \cdot V_1 = \% \cdot V_2$$

$$25\% \times V_1 = 12,5\% \cdot V_2 (2 \text{ mL})$$

$$25\% \times V_1 = 25$$

$$V_1 = \frac{25 \text{ mL}}{25}$$

$$= 1 \text{ mL (Jadi ditambahkan 1 mL H}_2\text{O)}$$

b. Pembuatan sampel pada konsentrasi 6,25% dalam 2 mL

$$\% \cdot V_1 = \% \cdot V_2$$

$$25\% \times V_1 = 6,25\% \cdot V_2 (2 \text{ mL})$$

$$25\% \times V_1 = 12,5 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{12,5 \text{ mL}}{25}$$

$$= 0,5 \text{ mL (Jadi ditambahkan 1,5 mL H}_2\text{O)}$$

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Winda Afriani lahir di kota Aceh Besar, Provinsi Aceh pada tanggal 14 September 1997. Penulis lahir dari pasangan Afifuddin dan Maryani dan merupakan anak pertama dari empat bersaudara yakni Akkli Ufratullah, Merdi Afdhal dan Muhammad Anshar.

Pada tahun 2003 penulis masuk sekolah Madrasah Ibtidaiyah Negeri (MIN) Piyeung dan lulus pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan sekolah tingkat pertama pada tahun yang sama di MTS Negeri 1 Montasik dan lulus tiga tahun kemudian pada tahun 2012. Selanjutnya masuk pada sekolah menengah akhir di SMA Negeri 1 Montasik dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Kimia S-1 Fakultas Sains dan Teknologi (Saintek), dan pada tanggal 7 Agustus 2019 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyanggah gelar Sarjana.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha. Penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.