

**SINTESIS SELULOSA ASETAT DARI AGAR RUMPUT LAUT
MERAH *Gracilaria vermiculophylla***

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**AGUSINTIA YULANDRI
NIM. 150704015
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2020 M/ 1441 H**

Lembar persetujuan

**SINTESIS SELULOSA ASETAT DARI AGAR RUMPUT LAUT MERAH
*Gracilaria vermiculophylla***

SKRIPSI

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

Oleh

AGUSINTIA YULANDRI
NIM. 150704015
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



(Febrina Arfi, M.Si)
NIDN: 2021028601

Pembimbing II,



(Bhayu Gita Bhernama, M.Si)
NIDN: 2023018901

Lembar pengesahan

SINTESIS SELULOSA ASETAT DARI AGAR RUMPUT LAUT MERAH
Gracilaria vermiculophylla

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-1)
Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/ Tanggal: Senin, 20 Januari 2020
24 Jumadil Awal 1441

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



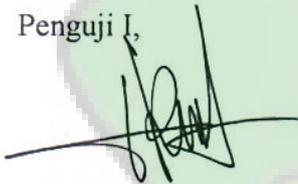
Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601

Sekretaris,



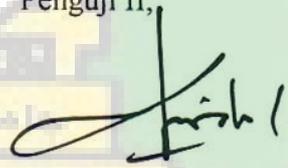
Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN. 2023018901

Penguji I,



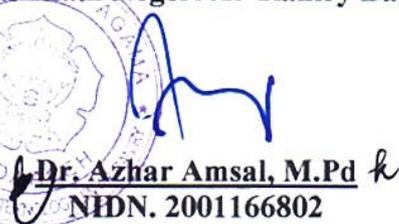
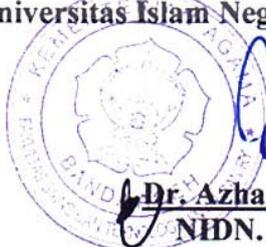
Reni Silvia Nasution, M.Si
NIDN. 2022028901

Penguji II,



Khairun Nisah, M.Si
NIDN. 2016027902

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



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001166802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agusintia Yulandri
NIM : 150704015
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Sintesis Selulosa Asetat Dari Agar Rumput Laut Merah
Gracilaria vermiculophylla.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya 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 ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan 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, 30 Desember 2019

Yang Menyatakan,



Agusintia Yulandri

ABSTRAK

Nama : Agusintia Yulandri
NIM : 150704015
Program Studi : Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi
Judul : Sintesis Selulosa Asetat Dari Agar Rumput Laut Merah *Gracilaria vermiculophylla*.
Tanggal Sidang : 20 Januari 2020
Tebal Skripsi : 75 Lembar
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si
Pembimbing II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si
Kata Kunci : *Gracilaria vermiculophylla*, Selulosa Asetat, FT-IR

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah. Salah satu jenis rumput laut adalah *Gracilaria vermiculophylla* yang merupakan jenis rumput laut merah. Rumput laut merah merupakan penghasil agar yang banyak digunakan dalam industri makanan. Pengolahan agar menjadi selulosa asetat belum banyak dilakukan. Oleh karena itu pada penelitian ini melakukan sintesis selulosa asetat dari agar rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* dan mengkarakteristiknya dengan menggunakan FT-IR. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif dimulai dengan preparasi sampel rumput laut, di ekstraksi dengan menggunakan pelarut NaOH 6% menghasilkan agar dari *Gracilaria vermiculophylla*, isolasi selulosa dengan pelarut NaOH 6%, dan sintesis selulosa asetat dengan mereaksikan selulosa dengan asetat anhidrida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis rumput laut merah menghasilkan selulosa asetat dengan rendemen 10% (g/g). Karakteristik selulosa asetat rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* dengan FT-IR Gugus fungsi tersebut menunjukkan adanya senyawa selulosa asetat dengan adanya puncak tajam pada gugus ester C = O *stretch* dengan bilangan gelombang $1638,60\text{ cm}^{-1}$, munculnya gugus ester dari gugus asetil C - O dengan bilangan gelombang $1240,28\text{ cm}^{-1}$ dan $1023,28$ dan terjadi penurunan intensitas gugus hidroksil O - H *stretch* dengan bilangan gelombang $3402,58\text{ cm}^{-1}$. Kadar asetil yang diperoleh sebesar 44,08% dan derajat substitusi (DS) adalah 2,9. Dapat disimpulkan bahwa selulosa asetat hasil sintesis merupakan selulosa triasetat.

ABSTRACT

Name : AgusintiaYulandri
NIM : 150704015
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technology
Title : Syntesys of Cellulose Acetate From Agar Red *Seaweed*
Gracilaria vermiculophylla.
Session date : 20th January 2020
Thesis Thickness : 74 sheets
Advisor I : FebrinaArfi, M.Si
Advisor II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si
Key word : *Gracilaria vermiculophylla*, *Cellulose Acetate*, FT-IR

Seaweed is one of the abundant biological resources. One of the seaweed types is *Gracilaria vermiculophylla*, which is a type of red seaweed. Red seaweed is a producer of jelly that is often used in the industry of the food. The processing of jelly become cellulose acetate has not been done much. Therefore, this research aims to make cellulose acetate from jelly of *Gracilaria vermiculophylla* and characterize it using FT-IR. This study employs a qualitative and quantitative research approach the sample preparation of seaweed, and the extraction method using 6% NaOH solvent which produces the jelly of *Gracilaria vermiculophylla*, isolation of cellulose with 6% NaOH solvent and synthesis of cellulose acetate by reacting cellulose with acetic anhydride. The result showed that the synthesis of red seaweed produced cellulose acetate with a yield of 10% (g/g). Characteristics of seaweed cellulose acetate *Gracilariavermiculophylla* with FT-IR, The functional group, shows the presence of cellulose acetate compounds with a sharp peak in the C = O stretch ester group with a wavenumber of 1638.60 cm⁻¹, the appearance of the ester group from the acetyl group C - O with wave numbers 1240.28 cm⁻¹ and 1023.28 and a decrease in the intensity of the hydroxyl O-H stretch group with a wavenumber 3402.58 cm⁻¹. Acetyl content obtained was 44.08%, and the degree of substitution (DS) was 2.9. It can be concluded that the synthesized cellulose acetate is cellulose triacetate.

KATA PENGANTAR



Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi. Tak lupa pula penulis kirimkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW. Beserta keluarganya, para sahabatnya, dan seluruh ummatnya yang senantiasa istiqomah hingga akhir zaman. Dalam kesempatan ini penulis mengambil judul skripsi “Sintesis Selulosa Asetat dari Agar Rumput Laut Merah *Gracilaria vermiculophylla*”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar - besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi, penulis juga banyak mendapatkan pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berharga. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M. Pd, selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Khairun Nisah, M. Si, selaku Ketua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M. Si, selaku Sekretaris di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Febrina Arfi, M. Si, selaku Dosen Pembimbing I di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

5. Ibu Bhayu Gita Bhernama, M. Si, selaku Dosen Pembimbing II di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Seluruh Ibu dan Bapak Dosen di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Ucapan teristimewa untuk keluarga tercinta dan tersayang terutama Almarhum (Ayah) dan Ibu serta adik - adik tercinta Desra Nando, Muhammad Syafamin dan Muhammad Zul Fahma, yang telah banyak mendoakan dan berkorban demi kesuksesan penulis.
8. Semua teman-teman jurusan kimia angkatan 2015 khususnya, Elsa Citra Lestari, S.Si, Rosi Minarty, S.Si, Winda Afriani, S.Si, dan Safrida selaku teman seperjuangan yang telah memberi dukungan dan motivasi selama penulis menyelesaikan penyusunan skripsi.
9. Teristimewa sahabat saya Sarah Nurul Hayati S.Pd dan Pinna Fifiana, SE. yang telah memberikan dukungan dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
10. Semua pihak yang turut membantu dan mendoakan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.

Semoga amal baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga masukan dan kritikan sangat penulis harapkan demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua orang khususnya untuk para pembaca dan dapat menjadi referensi dalam penyusunan skripsi.

Banda Aceh, 30 Desember 2019
Penulis,

Agusintia Yulandri

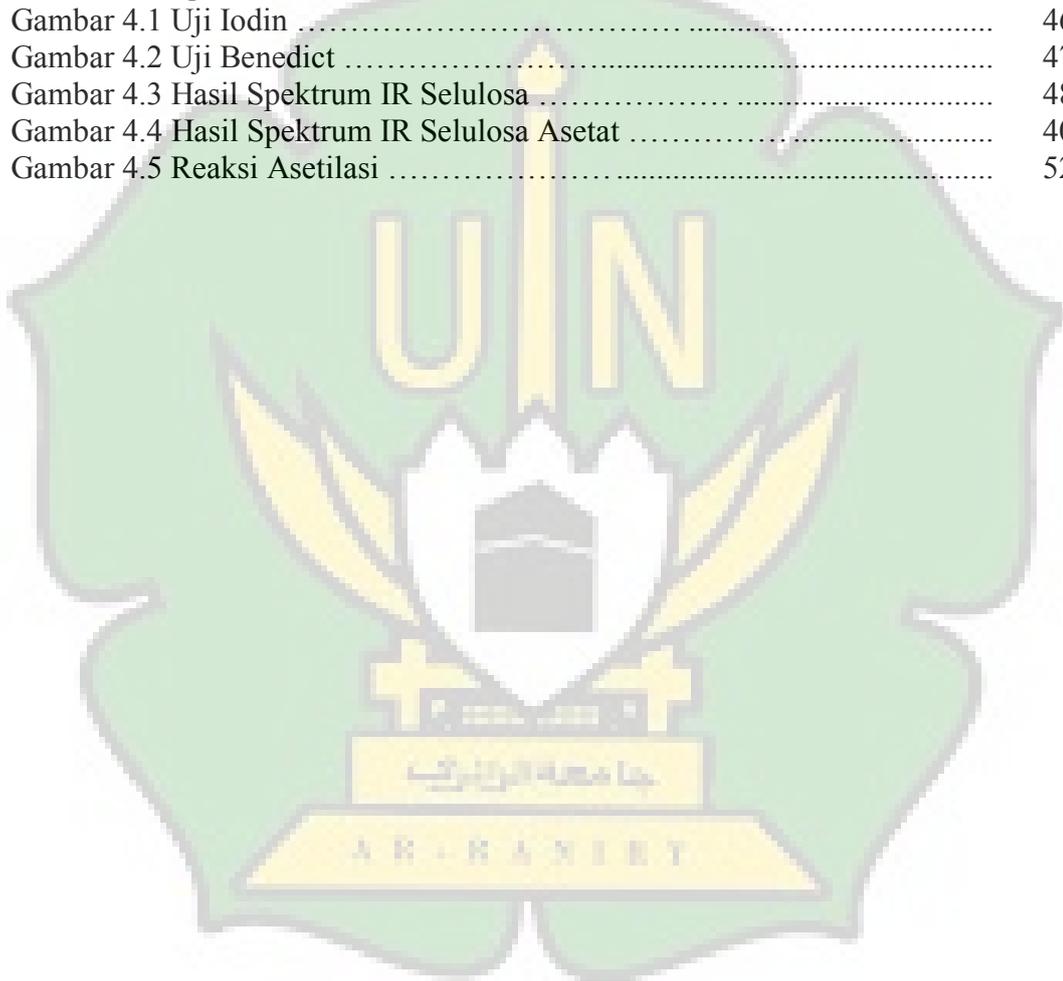
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
2.2 Rumusan Masalah	5
2.3 Batasan Masalah	5
2.4 Tujuan Penelitian.....	5
2.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II : LANDASAN TEORITIS	
2.1 Rumput Laut	7
2.2 Rumput Laut Merah <i>Gracilaria vermiculophylla</i>	10
2.3 Manfaat Rumput Laut	14
2.3.1 Bidang Industri	15
2.3.2 Bidang Kesehatan	16
2.4 Agar dari Rumput laut	18
2.5 Selulosa	22
2.6 Selulosa Asetat	24
2.7 Kadar Asetil	27
2.8 Instrumen Penelitian	30
2.8.1 FT-IR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	30

BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	36
3.2 Bahan dan Alat	36
3.3 Cara Kerja	37
3.3.1 Pengambilan dan Identifikasi sampel	37
3.3.2 Preparasi Sampel	37
3.3.3 Ekstraksi Agar dengan Pelarut NaOH	37
3.3.4 Isolasi Selulosa	38
3.3.5 Sintesis Selulosa Asetat	39
3.3.6 Analisa Secara Kualitatif	39
3.3.7 Analisa Secara Kuantitatif	40
BAB VI : HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	42
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Pemilihan Sampel	43
4.2.2 Identifikasi Rumput laut	43
4.2.3 Preparasi Sampel	44
4.2.4 Ekstraksi Agar	44
4.2.5 Isolasi Selulosa	45
4.2.6 Sintesis Selulosa Asetat	49
4.2.7 Penentuan Kadar Asetil	51
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR KEPUSTAKAAN	56
LAMPIRAN-LAMPIRAN	60
RIWAYAT HIDUP PENULIS	75

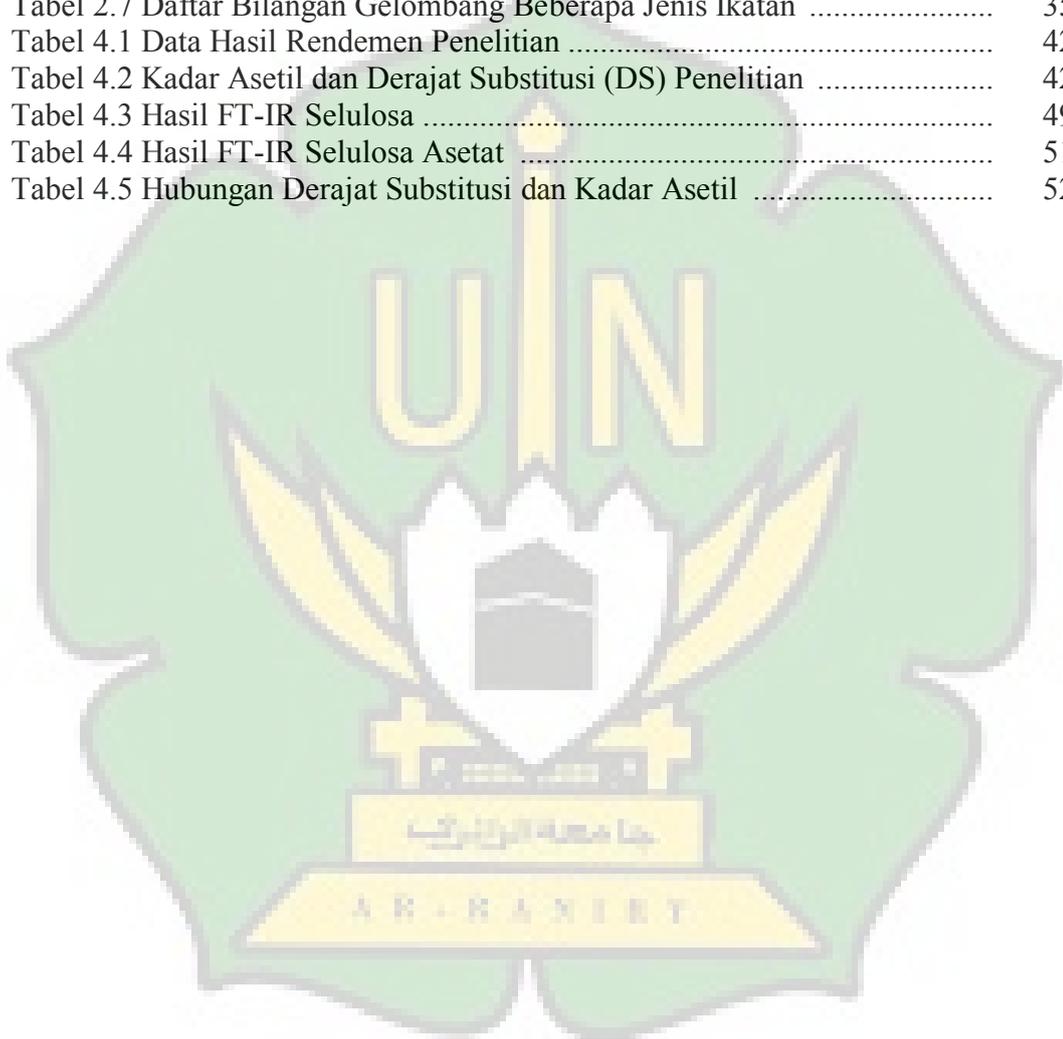
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rumput Laut <i>Gracilaria vermiculophylla</i>	11
Gambar 2.2 Struktur Agarosa	22
Gambar 2.3 Struktur Agaropektin	22
Gambar 2.4 Struktur Selulosa	22
Gambar 2.5 Struktur Selulosa Asetat	25
Gambar 2.6 Spektrofotometer Inframerah	31
Gambar 2.7 Skema Spektrofotometer Inframerah	33
Gambar 2.8 Spektrum Inframerah	34
Gambar 4.1 Uji Iodin	46
Gambar 4.2 Uji Benedict	47
Gambar 4.3 Hasil Spektrum IR Selulosa	48
Gambar 4.4 Hasil Spektrum IR Selulosa Asetat	40
Gambar 4.5 Reaksi Asetilasi	52



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan Kimia Rumput Laut Kering	10
Tabel 2.2 Kandungan Kimia <i>Gracilaria sp</i>	13
Tabel 2.3 Potensi Bioaktivitas Pigmen Rumput Laut Merah	13
Tabel 2.4 Jenis-jenis Rumput laut Merah Beserta Manfaatnya	14
Tabel 2.5 Kualitas Agar Berdasarkan Jenis Pelarutnya	20
Tabel 2.6 Unit Gula Penyusun Agar	21
Tabel 2.7 Daftar Bilangan Gelombang Beberapa Jenis Ikatan	35
Tabel 4.1 Data Hasil Rendemen Penelitian	42
Tabel 4.2 Kadar Asetil dan Derajat Substitusi (DS) Penelitian	42
Tabel 4.3 Hasil FT-IR Selulosa	49
Tabel 4.4 Hasil FT-IR Selulosa Asetat	51
Tabel 4.5 Hubungan Derajat Substitusi dan Kadar Asetil	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Perhitungan Penelitian	60
Lampiran 2	: Skema Kerja	63
Lampiran 3	: Foto Proses Penelitian	65
Lampiran 4	: Foto Hasil Penelitian	69
Lampiran 5	: Hasil FT-IR Selulosa dan Selulosa Asetat dan Identifikasi Rumput Laut	70
Lampiran 6	: Surat Identifikasi Sampel	74



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan laut yang sangat melimpah, salah satunya alga atau dikenal sebagai rumput laut (Shinta, 2019). Rumput laut tergolong kelompok tumbuhan *thallophyta*, yaitu tumbuhan yang tidak dapat dibedakan akar, batang dan daunnya. Sinar matahari yang tembus pada kedalaman habitat rumput laut menghasilkan warna yang berbeda-beda, sehingga rumput laut bisa dikelompokkan. Rumput laut dibagi dalam beberapa jenis berdasarkan warna dan pigmen yang dimiliki yaitu rumput laut biru (*Cyanophyta*), rumput laut hijau (*Chlorophyta*), rumput laut merah (*Rhodophyta*) dan rumput laut coklat (*Phaeophyta*) (Ernawati, 2015).

Gracilaria vermiculophylla merupakan salah satu jenis rumput laut merah. *Gracilaria vermiculophylla* mempunyai ciri-ciri bentuk *thallus* silindris atau gepeng dengan percabangan berselang-seling dan ada yang rimbun, ujung *thallus* agak mengecil, permukaannya halus atau berbintik-bintik. ukuran *thallus* berdiameter 0,5 mm – 2 mm, dan panjangnya bisa sampai 50 cm. *Thallus* memiliki beragam sifat, yaitu lunak seperti gelatin, keras karena mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak seperti tulang rawan (*cartilaginous*), berserabut (*spongy*) dan seterusnya. *Gracilaria vermiculophylla* biasanya tumbuh di rata-rata dan sekitar terumbu karang yang memiliki salinitas antara 20-28 per mil (Riyad, 2016).

Gracilaria vermiculophylla adalah rumput laut penghasil agar. Agar merupakan jenis karbohidrat yang memiliki berat molekul tinggi yang memenuhi dinding sel rumput laut merah. Agar adalah polimer mono galaktosa, yang terdiri atas dua komponen utama, yaitu agarosa dan agaropektin. Agarosa adalah komponen agar yang responsif terhadap pembentukan gel, sedangkan Agaropektin adalah suatu polisakarida sulfat yang tersusun dari agarosa dengan variasi ester asam sulfat; asam D-glukoronat dan sejumlah kecil asam piruvat.

Agar diaplikasikan di industri pangan sebagai bahan penstabil, pembentuk tekstur, pengemulsi, pengental dan bahan pembentuk gel. Di laboratorium agar digunakan sebagai pematat kemikalia dalam percobaan, sebagai media tumbuh untuk kultur jaringan tumbuhan dan biakan mikroba, dan sebagai fase diam pada elektroforesis sel (Shinta, 2019). Agar memiliki kandungan berupa selulosa. Selulosa merupakan senyawa organik polisakarida yang terdiri dari rantai linier beberapa monomer glukosa. Selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut karena strukturnya yang linier. Berdasarkan sumbernya selulosa mempunyai bobot molekul bervariasi antara 50.000 – 2,5 juta. Selulosa selalu berasosiasi dengan polisakarida lain seperti *lignin*, *pektin*, *hemiselulosa*, dan *xilan*, sehingga selulosa tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni di alam. Molekul selulosa di dalam tumbuhan dihubungkan oleh ikatan glikosidik, yang tersusun dalam bentuk *fibril* yang terdiri atas beberapa molekul paralel. Selulosa yang disintesis dengan bantuan proses asetilasi akan menghasilkan selulosa asetat.

Selulosa asetat adalah suatu senyawa ester dari asam asetat dan selulosa. Selulosa asetat tidak mudah terbakar, sifat teknis selulosa asetat ditentukan oleh

derajat substitusinya yang berperan terhadap kelarutannya dalam suatu pelarut dan aplikasinya. Selulosa asetat yang dikonversi dari selulosa dibuat melalui beberapa tahap yaitu, aktifasi selulosa, asetilasi dan hidrolisis. Selulosa terjadi substitusi gugus hidroksi oleh gugus asetil sehingga membentuk selulosa mono asetat (terjadi substitusi satu gugus asetil), selulosa diasetat (Terjadi substitusi dua gugus asetil), dan selulosa triasetat (terjadi substitusi tiga gugus asetil) (Yuniarti, 2008).

Selulosa asetat dalam industri dimanfaatkan untuk membuat serat untuk tekstil, filter rokok, plastik, film fotografi, pelapis kertas, membran, dan kemasan (Nurhayati, 2014). Selulosa asetat juga dapat dimanfaatkan dalam aplikasi kedokteran, farmakologi, perlakuan limbah, kromatografi, dan tekstil tiruan (Fensia, 2018).

Nurhayati (2014) melakukan sintesis selulosa asetat dari limbah pengolahan agar. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa larutan NaOH 6% menghasilkan kadar holoselulosa (63,3%) dan α -selulosa (53,33%) tertinggi, dengan nilai rendemen selulosa sebesar 24,92%. Sintesis selulosa asetat dengan perbandingan rasio selulosa : asam asetat anhidrida 1:10 diperoleh nilai yang tinggi, yaitu warna selulosa asetat lebih putih, dengan rendemen sebesar 26,19% dan kadar asetil $\geq 43,5\%$.

Gema (2016), melakukan sintesis selulosa asetat dari limbah kulit pisang dengan menggunakan variasi waktu (4, 5, 6, 7, dan 8 jam), menggunakan pelarut NaOH 17,5%. Didapatkan nilai tertinggi dengan waktu reaksi 6 jam dengan rendemen sebesar 50%. Sintesis dan penentuan kadar asetil juga dilakukan oleh (Nurma, 2017) penelitian dengan ampas tebu menggunakan variasi penambahan

asam asetat glasial dan diperoleh kadar asetil tertinggi yaitu 45,16%. Lia (2016) melakukan sintesis selulosa asetat dari limbah batang ubi kayu menggunakan pelarut asetat glasial, dan diperoleh kadar selulosa asetat terbesar yaitu 56,92% dengan lama pemasakkan 2 jam, serta diperoleh kadar asetil 41,01%. Annisa (2018) juga melakukan penentuan kadar asetil dengan pengaruh waktu sonifikasi terhadap karakteristik selulosa asetat hasil sintesis dari sabut pinang.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah disebutkan diatas bahwa selulosa asetat dapat diperoleh limbah kulit pisang, ampas tebu, batang ubi kayu dan limbah pengolahan agar. Sementara selulosa asetat dengan bahan baku agar dari rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* belum dilakukan. Tahapan proses yang dilakukan yaitu preparasi sampel, ekstraksi menggunakan metode maserasi dari Kusuma (2013) yaitu dengan menggunakan pelarut NaOH 6%. Isolasi selulosa dari agar menggunakan metode dari Nurhayati (2014) yang diawali proses isolasi menggunakan pelarut NaOH 6%, kemudian dilanjutkan dengan proses sintesis selulosa asetat, dengan menggunakan perbandingan selulosa dan asetat anhidrida 1:10 (b/v). Karakteristik selulosa menggunakan analisa kualitatif menggunakan uji iodin dan uji benedict. Analisa kuantitatif selulosa dan selulosa asetat dengan menggunakan FT-IR (*Fourier Transformed Infrared*) dan penentuan kadar asetil selulosa asetat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan selulosa asetat dari rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* ?
2. Bagaimana karakteristik FT-IR selulosa asetat dari rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampel rumput laut yang digunakan adalah rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* berasal dari laut Ulee Lheu, Banda Aceh.
2. Karakteristik penentuan gugus fungsi selulosa asetat dari agar rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* dengan metode FT-IR, dan penentuan kadar asetil selulosa asetat.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cara pembuatan selulosa asetat dari rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla*.
2. Untuk mengetahui karakteristik selulosa asetat dari rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari penelitian ini adalah

1. Memberikan informasi dan referensi tentang bagaimana proses dan cara pembuatan selulosa asetat dari rumput laut *Gracilaria vermiculophylla*.
2. Memberikan informasi karakteristik selulosa asetat dari rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla*.



BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1 Rumput Laut

Sumber daya hayati yang sangat melimpah diperairan adalah rumput laut atau disebut juga sebagai alga. *Gracilaria sp*, *Gelidium sp* dan *Hypnea sp* merupakan jenis rumput laut merah yang paling banyak di produksi dan dibudidayakan. Rumput laut dimanfaatkan berbagai industri seperti industri makanan, kosmetik, farmasi dan peternakan (Shinta, 2019).

Rumput laut atau *seaweed* yang merupakan bagian terbesar dari tanaman laut. Rumput laut adalah tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang dan daun yang sejati, lebih dikenal dengan nama tumbuhan *thallus* sehingga disebut sebagai *thallophyta* (Susanti, 2017). Bentuk-bentuk *thallus* rumput laut yaitu pipih, gepeng, lembaran, filamen, dan bulat seperti rambut (Wakhid, 2013). Sumber untuk pertumbuhan, rumput laut menyerap zat hara yang ada pada media air melalui seluruh kerangka tubuhnya (Melinda, 2017).

Pertumbuhan dan penyebaran rumput laut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti substrat, salinitas, temperatur, intensitas cahaya, tekanan dan nutrisi. Rumput laut dijumpai tumbuh di daerah perairan yang dangkal (intertidal dan sublitoral), dengan kondisi dasar perairan berpasir, sedikit lumpur atau campuran keduanya. Rumput laut hidup sebagai *fitobentos* dengan cara

melekatkan *thallus* pada substrat pasir, lumpur berpasir, karang, fragmen karang mati, kulit kerang, batu atau kayu (Riyad, 2016).

Berdasarkan perbedaan kandungan pigmennya rumput laut dapat dikelompokkan beberapa jenis. Rumput laut merah memiliki pigmen yang memberikan warna merah yaitu fikoeiretrin dan fikosianin. Rumput laut coklat memiliki pigmen fukosantin yang menimbulkan warna coklat dan rumput laut hijau didominasi oleh pigmen klorofil b yang memberikan warna hijau.

1. Rumput laut Merah (*Rhodophyta*)

Rumput laut merah memiliki 6000 jenis yang tersebar di seluruh bumi. *Rhodophyta* mengandung pigmen fikobilin yang terbagi dari fikoeiretrin (pigmen merah) dan fikosianin (pigmen biru). Rumput laut dapat menyesuaikan pigmen, berdasarkan banyaknya cahaya yang masuk sehingga dapat memperlihatkan bermacam warna pada *thallus*. Warna *thallus* yang terlihat yaitu merah tua, merah muda, pirang, coklat, kuning dan hijau. Rumput laut merah berbentuk silinder yang berukuran sedang sampai kecil. Rumput laut merah banyak ditemukan di intertidal sampai dengan rataan terumbu dan berasosiasi dengan jenis rumput laut lainnya. Rumput laut bereproduksi dengan proses seksual dengan karpogonia dan spermata. Rumput laut merah (*Rhodophyta*) memiliki beberapa jenis yaitu *Gracilaria*, *Gelidium*, *Acrosorium*, *Amphiroa*, *Acrocystis*, *Zellera*, *Amansia*, *Halymenia*, *Galaxaura*, *Hypnea*, *Rhodymania*, *Eucheuma* dan *Acanthophora*. Salah satu rumput laut merah tersebut adalah *Gracilaria vermiculophylla* (Isdradjad *et. al.*, 2009).

2. Rumput laut Hijau (*Chlorophyta*)

Warna hijau yang dimiliki *Chlorophyta* disebabkan adanya pigmen klorofil warna hijau untuk proses fotosintesis yang memiliki klorofil a dan b, beta, gamma lebih mudah melakukan fotosintesis dibandingkan pigmen warna hijau. Variasi karoten dan xanthofil. Rumput laut hijau memiliki bentuk bermacam jenis yaitu berupa lembaran tipis, silinder, bentuk benang yang tebal dan menyerupai rambut. Rumput laut hijau dapat dijumpai pada wilayah pasang surut dan wilayah genangan yang dangkal, ada juga yang berbatas dengan daerah air tawar, yang memiliki cahaya matahari lebih banyak.

3. Rumput laut coklat (*Phaeophyta*)

Phaeophyta memiliki warna coklat, diperoleh dari pigmen tambahan yang menutupi warna klorofil hijaunya yang memiliki klorofil a dan c, *beta* karoten, violasantin dan fukosantin. Adanya pigmen pirenoid dan tilakoid menyebabkan fotosintesis dapat terjadi. Pigmen coklat lebih optimum dalam melakukan fotosintesis dibanding pigmen warna hijau karena rumput laut coklat memiliki jangkauan luas di perairan dalam. Bentuk rumput laut coklat ada berbagai jenis yaitu ada yang memiliki ukuran yang lebar, dan panjang dan umumnya banyak ditemukan di atas terumbu karang yang menghadap ke arah samudera (Isdradjad *et al.*, 2009).

4. Rumput laut biru (hijau kebiruan) (*Cyanophyceae*)

Rumput laut biru didominasi pigmen biru sampai kehijauan (fikosianin) dan klorofil. Rumput laut ini belum terlalu familiar untuk dibudidayakan.

Kualitas gel rumput laut sangat beragam yang dipengaruhi oleh daya adaptasi rumput laut terhadap salinitas perairan. Salinitas juga menunjukkan korelasi positif dengan pertumbuhan, kekuatan gel, bobot, diameter talus, panjang talus utama dan panjang *thallus* sekunder pada *Gracilaria spp* (Dinar, 2014). Rumput laut mengandung sejumlah komponen bioaktif seperti senyawa fenolik, pigmen alami, polisakarida sulfat, serat dan komponen bioaktif lainnya yang telah diteliti berkhasiat untuk kesehatan (Erniati, 2016). Rumput laut kering memiliki kandungan kimia sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kandungan Kimia Rumput Laut kering (Lutfi, 2013)

Parameter	Kandungan (tiap 100 g bahan)
Kadar Karbohidrat (g)	83,5
Kadar Protein (g)	1,3
Kadar Lemak (g)	1,2
Kadar Serat (g)	2,7
Kadar Abu (g)	4,0
Kadar Kalsium (mg)	756,0
Kadar Besi (mg)	7,8
Kadar Fosfor (mg)	18
Kadar Natrium (mg)	115,0
Kadar Kalium (mg)	107,0
Kadar Thiamine (mg)	0,01
Kadar Riboflavin (mg)	0,22
Kadar Niasin (mg)	0,20

2.2 Rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla*

Gracilaria vermiculophylla adalah makroalga merah dari Pasifik Barat, Pasifik Timur, dan Atlantik. *Gracilaria vermiculophylla* adalah alga merah yang awalnya disebut di Jepang pada tahun 1956 sebagai *Gracilariopsis vermiculophylla*. *Gracilaria* ini memiliki sifat ekologi yang memungkinkan hidup

di pelabuhan, muara, dan teluk dangkal. termasuk ketahanan yang tinggi terhadap tekanan lingkungan, khususnya salinitas rendah, serta pertumbuhan yang cepat, Lebih dari 179 spesies termasuk *Gracilaria* dan *Gracilariopsis* . Delineasi dari spesies dalam genera ini terkenal sulit karena kesamaan morfologis antara spesies (Thomsen *et al.*, 2007).

Klasifikasi dari rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* yaitu sebagai berikut:

Kingdom : *Protista*

Phylum : *Rhodophyta*

Class : *Florideophyceae*

Ordo : *Gracilariales*

Family : *Gracilariaceae*

Genus : *Gracilaria*, Greville 1830

Species : *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss 1967.



Gambar 2.1: Rumput laut *Gracilaria vermiculophylla*
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Warna merah yang diberikan oleh rumput laut *Rhodophyceae* disebabkan adanya senyawa biliprotein yang berbentuk fikosianin dan fikoeritrin. alga merah

terdapat klorofil-a jumlahnya berkisar 0,3-2,0% (Shiella, 2013). Ciri umum dari *Gracilaria vermiculophylla* adalah mempunyai bentuk *thallus* silindris atau gepeng dengan percabangan mulai dari yang sederhana sampai pada yang rumit dan rimbun, di atas percabangan umumnya bentuk *thallus* (kerangka tubuh tanaman), agak mengecil, permukaannya halus atau berbintik-bintik, diameter *thallus* berkisar antara 0,5 – 2 mm. Panjang dapat mencapai 30 cm atau lebih dan *Gracilaria* ini tumbuh di rataan terumbu karang dengan air jernih dan arus cukup dengan salinitas ideal berkisar 20-28 per mil (Riyad, 2016). Adanya penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan, menghasilkan macam-macam warna pada *thallus* seperti pirang violet, merah tua, merah muda, coklat tua dan hijau (Kadi, 2014).

Gracilaria memerlukan tempat menempel (*substrat*) supaya bisa bertahan di tempatnya dan melangsungkan proses fotosintesis dengan sinar matahari. Tempat yang dangkal lebih baik untuk pertumbuhan *Gracilaria* dibanding tempat yang dalam. Batu, pasir, lumpur, dan lain-lain merupakan tempat melekat (*substrat*) *Gracilaria*. Pembiakan dan pertumbuhan *Gracilaria* membutuhkan suhu yang merupakan faktor penting. Pertumbuhan memerlukan suhu optimum antara 20-28°C dan kadar garam yang tinggi. *Gracilaria* dapat bertahan hidup di atas permukaan air (*exposed*) dalam keadaan basah, selama satu hari (Lutfu, 2013).

Agar berperan di industri pangan sebagai bahan pemantap (*stabilizing*) dan pembentukan gel (*gelling agent*). Rumput laut memiliki kandungan kimia, yaitu air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%), serat kasar (3%) dan abu (22,25%). Karbohidrat (gula atau vegetable gum), protein, lemak, dan abu

merupakan komponen-komponen utama yang terdapat dalam makroalga laut, yang sebagian besar merupakan senyawa-senyawa garam natrium dan kalium. Kandungan vitamin, seperti vitamin A (β -karoten), B1, B2, B6, B12, dan vitamin C serta mengandung mineral seperti kalium, kalsium, fosfor, natrium, zat besi, dan iodium juga terdapat pada rumput laut (Lutfu, 2013).

Kandungan *Gracilaria sp.* dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kandungan Kimia *Gracilaria sp.* (Lutfu, 2013)

Parameter	Total (%)	
	<i>Gracilaria sp</i> ^a	<i>Gracilaria sp</i> ^b
Kadar air	19,01	14,55-24,09
Kadar Protein	4,17	3,05-4,05
Kadar Karbohidrat	42,49	-
Kadar Lemak	9,54	0,11-0,37
Kadar Serat kasar	10,51	-
Kadar Abu	14,18	7,64-13,75
Kadar Agar-agar	-	74,36-97,55

Tabel 2.3. Potensi Bioaktifitas Pigmen Rumput Laut Merah (Suparmi, 2017)

Warna Pigmen	Aplikasi	Fungsi dan Kegunaan
Merah (Fikoeretrin)	Bidang Kesehatan	Untuk mencegah kanker dan HIV
	Bidang Farmasi, Kosmetik, dan industri makanan	Sebagai bahan pewarna alami
Biru (Fikosianin)	Bidang Kesehatan	Sebagai prekursor hemoglobin, meningkatkan kekebalan tubuh, anti kanker, anti oksidan, anti radang, anti inflamatori, antiobesitas, neuroprotekti
	Bidang Farmasi, Kosmetik, dan industri makanan	Sebagai bahan pewarna alami

2.3 Manfaat Rumput Laut

Indonesia sebagai negara maritim yang luas mempunyai keanekaragaman jenis rumput laut yang tinggi sehingga memberikan peluang yang besar untuk usaha eksplorasi senyawa bioaktif, di antaranya: pigmen dan antioksidan. Pigmen rumput laut selain berfungsi sebagai pewarna, juga mempunyai banyak manfaat bagi kesehatan. Rumput laut atau alga laut dapat bermanfaat sebagai antioksidan (Fung *et al.* 2013; Yan *et al.* 2014), antibakteri (Renhoran *et al.* 2016; Basir *et al.* 2017), antihelmitik, antikolesterol, pengobatan gumpalan, pembengkakan, analgesik, antipiretik, antiperadangan, antidiabetes, antikanker dan lain-lain (Grace, 2018).

Tabel 2.4. Jenis-jenis rumput merah beserta manfaatnya (Kadi, 2014)

Spesies	Manfaatnya
<i>Acanthophora specifera</i> dan <i>A. muscoides</i>	Makanan sebagai sayur Bahan untuk zat pertumbuhan gibberellin, dan cytokinin
<i>Gracilaria salicornia</i>	Dimakan sebagai sayur
<i>Euचेuma edule</i>	Dibuat manisan dan agar-agar
<i>Euचेuma muricatum</i>	Bahan mentah untuk agar-agar Bahan control polusi Pb dan Cd
<i>Euचेuma serra</i>	Bahan agar-agar, sayuran, dan obat
<i>Gelidium amansii</i> dan <i>rigidium</i>	Bahan untuk agar-agar
<i>Gracilaria euचेumoides</i> , <i>taenioides</i> dan <i>lichenoides</i>	Bahan untuk agar-agar, dan acar
<i>Hypnea cerviconis</i> , <i>divaricate</i> dan <i>musciiformis</i>	Bahan agar-agar, sebagai vermivuge
<i>Rhodymania palmate</i>	Sebagai vermivuge

2.3.1 Bidang industri

1. Agar

Rumput laut merah (*Rhodophyceae*) merupakan penghasil utama agar. *Gracilaria*, *Sargassum* dan *Gellidium*. Agar dipakai sebagai pengemulsi (*emulsifier*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel, pensuspensi, pelapis, dan inhibitor karena dapat membentuk lapisan gel atau film. Agar dapat dimanfaatkan di industri makanan dan minuman, farmasi, kosmetik, pakan ternak, keramik, cat, tekstil, kertas, fotografi. Dalam industri makanan, agar banyak dipakai untuk industri es krim, keju, permen, *jelly*, dan susu coklat, serta pengalengan ikan dan daging. Bidang bioteknologi memanfaatkan agar sebagai media pertumbuhan mikroba, jamur, yeast, dan mikroalga, serta rekombinasi DNA dan elektroforesis (Suparmi, 2017).

2. Pikokoloid

Pikokoloid adalah golongan polisakarida yang diperoleh dengan proses ekstraksi rumput laut. Pikokoloid dapat membentuk gel sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengental (*emulsifier*) dan stabilisator atau penstabil makanan. Pikokoloid juga dapat digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik. Pikokoloid banyak dihasilkan dari rumput laut atau alga merah. Industri makanan dan minuman seperti industri kue dan susu juga memakai pikokoloid. industri farmasi menggunakan pikokoloid sebagai pensuspensi, salep, dan tablet. Pada es krim juga digunakan pikokoloid yang berfungsi mencegah terbentuknya kristal es. Pada beberapa cairan obat, pikokoloid digunakan untuk meningkatkan viskositas dan menjaga suspensi padatan dan bahan penstabil pasta (Suparmi, 2017).

3. Karagenan

Di industri farmasi karagenan digunakan sebagai pengemulsi (sebagai contoh dalam emulsi minyak hati), larutan granulasi dan pengikat (sebagai contoh tablet, elexier, sirup, dan sebagainya). Karagenan juga dipakai di industri kosmetika sebagai stabiliser, suspensi, dan pelarut. Produk kosmetik yang sering menggunakan adalah salep, cream, lotion, pasta gigi, tonik rambut, stabilizer sabun, minyak pelindung sinar matahari, dan lainnya. Karagenan juga digunakan dalam industri kulit, kertas, tekstil, dan sebagainya (Suparmi, 2017).

2.3.2 Bidang Kesehatan

1. Polisakarida dan Serat

Rumput laut mengandung sebagian besar polisakarida. Polisakarida tersebut antara lain adalah alginat dari rumput laut coklat, karagenan dan agar dari rumput laut merah dan beberapa polisakarida minor lainnya yang ditemukan di rumput laut hijau. Di dalam usus manusia jika polisakarida bertemu dengan bakteri, tidak akan bisa dicerna oleh manusia, sehingga dapat berfungsi sebagai serat. Rumput laut memiliki serat mencapai 30-40% berat kering dengan serat yang larut air memiliki persentase yang lebih besar. Kandungan serat larut air rumput laut lebih tinggi dibandingkan tumbuhan di darat yang hanya mencapai 15% berat keringnya (Suparmi, 2017).

2. Mineral

Rumput laut mengandung mineral yang sangat tinggi dibandingkan tanaman darat. Beberapa rumput laut memiliki fraksi mineral yang mencapai lebih

dari 36% berat kering. Iodin dan kalsium merupakan dua mineral utama yang terdapat di sebagian rumput laut. Iodin merupakan sumber utama rumput laut coklat karena kandungannya mencapai 1500 sampai 8000 ppm berat kering. Sumber kalsium pada rumput laut juga sangat penting. Rumput laut memiliki kandungan kalsium mencapai 7% dari berat kering dan 25-34% dari rumput laut yang mengandung kapur. Kandungan mineral memberikan efek yang sangat baik bagi kesehatan, contohnya untuk mengobati penyakit gondok dipakai iodin secara tradisional (Suparmi, 2017).

3. Protein

Rumput laut merah mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan rumput laut coklat. Kandungan protein dalam rumput laut merah adalah 10-30% dari berat keringnya. Pada rumput laut jenis coklat, protein yang terkandung di dalamnya berkisar 5-15% dari berat kering. Beberapa rumput laut merah, seperti *Palmaria palmate (dulse)* dan *Porphyra tenera* (nori), kandungan protein mampu mencapai 35-47% dari berat kering (Suparmi, 2017).

4. Lipid dan Asam Lemak

Rumput laut hanya mengandung sedikit lipid dan asam lemak. Rumput laut nya ada 1-5% kandungan lipid dari berat kering dan komposisi asam lemak omega 3 dan omega 6. Untuk mencegah berbagai penyakit seperti penyempitan pembuluh darah, penyakit tulang, dan diabetes, asam lemak omega 3 dan 6 sangat berperan penting. Rumput laut hijau banyak mengandung asam alfa linoleat (omega 3), sedangkan rumput laut merah dan coklat terkandung asam lemak dengan 20 atom karbon seperti asam eikosapentanoat dan asam arakidonat. Lipid

dan asam lemak tersebut berfungsi untuk mencegah peradangan dan penyempitan pembuluh darah (Suparmi, 2017).

5. Vitamin

Vitamin B merupakan salah satu sumber utama dalam rumput laut, yaitu vitamin B12 yang secara khusus bermanfaat untuk pengobatan atau penundaan efek penuaan (*antiaging*), *Chronic Fatigue Syndrome* (CFS), dan anemia. Vitamin C pada rumput laut berfungsi memperkuat sistem kekebalan tubuh, meningkatkan aktivitas penyerapan usus terhadap zat besi, pengendalian pembentukan jaringan dan matriks tulang, dan berfungsi untuk menangkap radikal bebas (antioksidan) dan regenerasi vitamin E (Suparmi, 2017).

6. Polifenol

Rumput laut mempunyai polifenol yang berfungsi untuk aktivitas antioksidan, sehingga dapat mencegah berbagai penyakit degeneratif atau penyakit akibat tekanan oksidatif yaitu kanker, penuaan, dan penyempitan pembuluh darah. polifenol juga bermanfaat untuk aktivitas antibakteri, sehingga dapat dijadikan alternatif dalam antibiotic (Suparmi, 2017).

2.4 Agar dari Rumput Laut

Rumput laut mengandung senyawa hidrokoloid seperti karagenan, agar dan alginat. Karagenan dan agar dihasilkan oleh rumput laut (alga) merah (*Rodhophycae*), sedangkan alginat dihasilkan oleh alga coklat (*Phaeophycae*). Produk utama yang dihasilkan dari rumput laut merah (*Rhodophycae*) adalah agar, contohnya *Gracilaria* dan *Gellidium*. Agar banyak dimanfaatkan untuk bahan pengemulsi (*emulsifier*), penstabil (*stabilizer*), pensuspensi, pembentuk gel,

pelapis, dan inhibitor, karena agar dapat membentuk lapisan gel atau film. Industri produksi agar di Indonesia menggunakan metode yang melibatkan ekstraksi rumput laut dengan pelarut asam pada suhu tinggi. Polisakarida sangat mudah terhidrolisis menjadi monosakarida dalam suasana asam, karena larutan asam bersifat katalisator (Nidya, 2018).

Agar banyak dipakai dalam berbagai industri makanan, farmasi, dan kosmetik untuk bahan pengental (*thickener*), stabilisator (*stabilizer*), dan pengemulsi (*emulsifying agent*), dalam industri kosmetik agar digunakan untuk bahan salep, krem, sabun dan pembersih muka atau lotion. Agar juga banyak digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri kertas, tekstil, fotografi, odol, pengalengan ikan (Uju, 2018).

Rumput laut merah jenis *Gracillaria sp* mengandung senyawa hidrokoloid berupa agar (Nurhayati, 2014). Agar tersusun dari beberapa jenis polisakarida, yaitu: 3,6-anhidro Lgalaktosa, D-galaktopiranosa dan sejumlah kecil metil D-galaktosa yang merupakan kompleks polisakarida linier yang memiliki berat molekul 120.000. Agar memiliki sifat *amorphous* (produk tidak berbentuk), dan gelatin, yang merupakan alga laut makro kelompok *agarophyte*. Molekul agar terdiri dari rantai linier galaktan. Polimer dari galaktosa adalah galaktan. Galaktan menyusun senyawa agar dengan membentuk rantai linier yang netral atau yang telah berasosiasi dengan metil atau asam sulfat. Agarosa merupakan sebagian monomer galaktosa yang membentuk ester dengan metil, sedangkan Agaropektin merupakan galaktan yang tersesterkan dengan asam sulfat (Lutfu, 2013).

Agar diproduksi melalui beberapa tahapan proses yaitu proses pencucian rumput laut, pemucatan, ekstraksi, penyaringan, penjendalan, dan pengeringan. Proses ekstraksi tersebut banyak menggunakan bahan kimia dan kondisi ekstraksi yang cukup ekstrim. Proses ekstraksi dengan menggunakan larutan alkali dapat meningkatkan kekuatan gel dengan tujuan untuk mengurangi jumlah sulfat, selain hal tersebut, suhu pada proses ekstraksi agar cukup tinggi berkisar antara 80-100°C dengan waktu berkisar antara 2-3 jam (Uju, 2018).

Tabel 2.5. Kualitas agar berdasarkan jenis pelarutnya (Sperisa, 2008)

Pelarut	Sifat gel		
	Kekuatan Gel (gr agar – agar/ cm ⁻¹)	Titik Lebur (°C)	Temperatur Tetapan (°C)
Akuades	64, 3209	80	33
NaOH 1,5 N	65, 7706	78	33
NaOH 3,75 N	67, 8469	81	33
CH ₃ COOH 0,2 N	59, 2627	87	33
CH ₃ COOH 0,6 N	56, 8980	88	32
CH ₃ COOH 0,8 N	46, 7727	86	32

Permintaan dunia akan agar-agar terus meningkat setiap tahunnya. Permintaan yang cenderung meningkat menyebabkan kebutuhan juga semakin besar, sehingga ketersediaan *Gracilaria* di alam menjadi sangat terbatas. Kebutuhan *Gracilaria* untuk industri agar-agar di dalam negeri dan ekspor mencapai 27.000 ton per tahun. Sementara, produksi rumput laut untuk jenis tersebut hanya mencapai 16.000 ton/ tahun sehingga kekurangan (Endang, 2018).

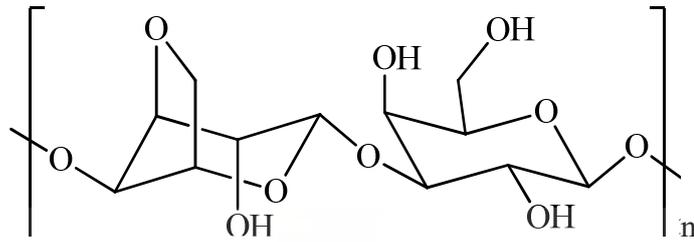
Salah satu gum polisakarida adalah agar yang merupakan koloid hidrofilik yang diperoleh dengan cara diekstrak dari alga laut kelas *Rhodophyceae*. Komponen utama penyusun struktur agar, yaitu agarosa dan agaropektin dengan

beragam variasi jumlah. Unit gula dasar penyusun agar-agar dapat dilihat pada Tabel 2.6.

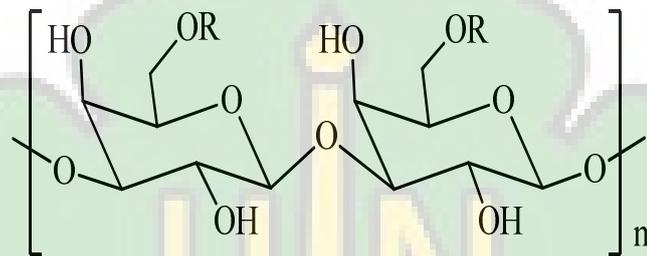
Tabel 2.6. Unit Gula Penyusun Agar berdasarkan dua komponen (Lutfa, 2013)

Komponen Agar	Unit Gula Penyusun Agar
Agarosa	D-galaktosa
	L-galaktosa
	3,6 anhidrogalaktosa
	D-xilosa
Agaropektin	D-galaktosa
	L-galaktosa
	3,6 anhidrogalaktosa
	D-xilosa
	Galaktosa sulfat
	Asam piruvat

Komponen agar yaitu agarosa sangat responsif terhadap pembentukan gel. Unit dasar berulang penyusun agarosa adalah agarobiosa disakarida yang tersusun dari rantai 1,4 dan 3,6 –anidro-L-galaktosa dan 1,3-D-galaktosa. Metil-D-galaktosa dalam bentuk 6-O-metil-D-galaktosa yang jumlahnya berkisar antara 1-20% atau 4-O-metil-galaktosa juga terkandung dalam agarosa. Polisakarida sulfat yaitu agaropektin tersusun dari agarosa dan variasi ester asam sulfat; asam D-glukoronat dan sejumlah kecil asam piruvat. Setiap jenis rumput laut memiliki kandungan sulfat yang berbeda yaitu sekitar 5-10%. Agarobiosa memiliki sisa agaropektin dengan bobot molekul < 20.000 Dalton (14.000 Dalton) dengan komponen sulfat sekitar 5-8%. Struktur molekul penyusun agar yaitu agarosa dan agaropektin dapat dilihat dibawah ini.



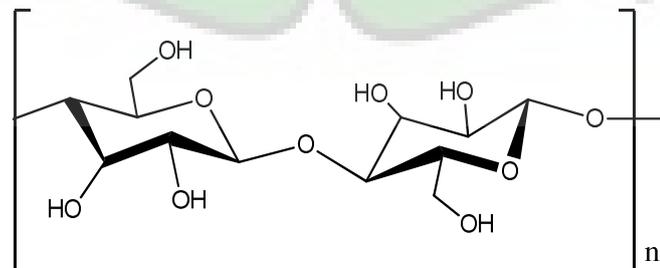
Gambar 2.2. Struktur Agarosa
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)



Gambar 2.3. Struktur Agaropektin
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

2.5 Selulosa

Biopolimer alami yang melimpah di alam adalah selulosa. Dengan polimer rantai lurus selulosa memiliki ratusan hingga puluhan ribu ikatan glikosida β -(1,4) unit D-glukosa, sehingga selulosa memiliki molekul yang membentuk rantai yang saling bersisian dan kokoh. Dalam pelarut polar dan pelarut-pelarut umum selulosa tidak dapat larut, hal tersebut disebabkan adanya ikatan hidrogen yang kuat, di intramolekul ataupun antarmolekul (Fensia, 2018).



Gambar 2.4. Struktur selulosa
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

$-(C_6H_{10}O_5)_n-$ merupakan rumus kimia dari selulosa, n merupakan derajat polimerisasi antara 500-10.000. Selulosa memiliki polimer berbentuk linier dengan variasi berat dari 50.000 sampai 2,5 juta. Rantai polimer β -glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosida 1,4 merupakan struktur selulosa. Selulosa mempunyai struktur rantai yang linier, sehingga kristal selulosa menjadi stabil. Kristalinitas dan ikatan hidrogen intermolekuler antar gugus hidroksil sangat tinggi sehingga polimer selulosa tidak dapat larut air meskipun bersifat hidrofilik. Pelarut yang mampu membentuk ikatan hidrogen baru bisa melarutkan selulosa. Molekul Selulosa mengalami pengembangan disebabkan adanya ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen yang terbentuk antara selulosa dengan pelarut yang semakin kuat akan meningkatkan kemampuan pengembangan. Matriks (hemiselulosa) dan bahan yang melapisi (lignin) merupakan senyawa yang mengelilingi selulosa sehingga membentuk kerangka (Eka, 2012).

Struktur kimia tersebut membuat selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut, sehingga mudah didegradasi secara kimia atau mekanis. Molekul glukosa disambung menjadi molekul besar, panjang, dan berbentuk rantai dalam susunan menjadi selulosa. Semakin panjang suatu rangkaian selulosa, maka rangkaian selulosa tersebut memiliki serat yang lebih kuat, lebih tahan terhadap pengaruh bahan kimia, cahaya, dan mikroorganisme (Melinda, 2017).

Senyawa yang ada di dalam sel mempengaruhi isolasi selulosa. Senyawa-senyawa seperti lemak, lilin, protein, dan pektin, dengan cara di ekstraksi menggunakan pelarut organik dan alkali encer sangat mudah dihilangkan. Metode utama untuk mengisolasi dan penentuan selulosa ada tiga, yaitu :

1. Bagian utama poliosa-poliosa dan sisa lignin dari holoselulosa dipisahkan.
2. Selulosa di isolasi langsung dari kayu.
3. Hidrolisis total kayu, holoselulosa atau α -selulosa, diikuti dengan penentuan gula yang dihasilkan untuk menentukan kandungan selulosa.

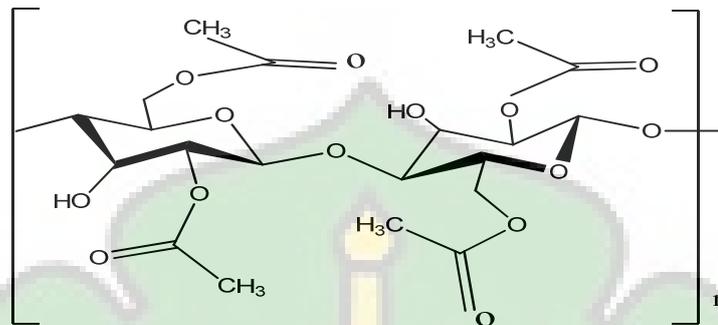
Selulosa tidak didapatkan dalam keadaan murni dan harus melalui metode isolasi, namun hanya diperoleh sebagai hasil yang kurang murni yang biasanya disebut α -selulosa. Dengan reaksi esterifikasi selulosa dapat dimodifikasi yang menghasilkan suatu ester organik dan salah satunya yaitu selulosa asetat. Selulosa digunakan untuk mengurangi kristalinitas dan membuatnya lebih reaktif (Eka, 2012).

Hemiselulosa dan Holoselulosa. Polisakarida yang bukan selulosa, yang jika dihidrolisis akan menghasilkan D-manosa, D-galaktosa, D-xylosa, L-arabinosa dan asam uranat merupakan pengertian hemiselulosa. Holoselulosa merupakan bagian dari serat yang bebas dari lignin, terdiri dari campuran semua selulosa dan hemiselulosa (Melinda, 2017).

2.6 Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan ester organik selulosa yang berupa padatan putih, tidak berbau dan tidak berasa serta merupakan ester yang paling penting yang berasal dari asam organik. Membuat selulosa asetat diperlukan asam sulfat sebagai katalis atau juga bisa menggunakan katalis asam perklorat dan zink/seng klorida. Selulosa dapat membentuk selulosa mono-, di- atau triasetat karena mempunyai tiga gugus hidroksil tiap residu anhidroglukosa. Substitusi sempurna gugus-gugus hidroksil anhidroglukosa menjadi selulosa triasetat didapatkan dari

selulosa asetat yang homogen. Sifat alami yang acak dalam suatu reaksi tersebut menyebabkan hal tersebut terjadi (Eka, 2012).



Gambar 2.5. Struktur Selulosa Asetat
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Aplikasi selulosa asetat dipengaruhi oleh Jumlah gugus hidroksil yang diganti oleh gugus asetil. Dibandingkan dengan selulosa nitrat, selulosa asetat tidak mudah terbakar. Hal ini juga mempengaruhi dalam penggunaan selulosa asetat dalam bidang industri. Derajat substitusinya yang berperan terhadap kelarutannya dalam suatu pelarut dan aplikasinya menentukan sifat teknis selulosa asetat. Selulosa triasetat dan selulosa diasetat merupakan pembagian selulosa asetat secara umum. Bahan baku kapas dan pulp kayu bermutu tinggi dapat membentuk selulosa asetat komersial, karena dalam produksi selulosa asetat harus memakai selulosa dengan kemurnian tinggi. Tahap aktivasi, asetilasi, hidrolisis dan purifikasi merupakan tahapan dalam membuat selulosa asetat (Eka, 2012).

Karakteristik fisik dan optik yang baik menyebabkan selulosa asetat memiliki nilai komersial tinggi, sebagai serat banyak digunakan untuk tekstil, filter rokok, plastik, film fotografi, lak, pelapis kertas, dan membran. Daya tarik yang tinggi karena sifatnya yang *biodegradable*, selulosa asetat bersifat ramah

lingkungan. Di dalam aplikasi kedokteran, farmakologi, perlakuan limbah, kromatografi, dan tekstil tiruan juga banyak menggunakan selulosa asetat (Fensia, 2018).

Selulosa asetat dalam skala industri diproduksi dengan menggunakan dua cara, yaitu dengan asam asetat sebagai agen asetilasi sekaligus pelarut dan asam sulfat sebagai katalis, atau melalui proses metilen klorida yang menggunakan asam asetat anhidrida sebagai agen asetilasi, dan metilen klorida sebagai pelarut, serta asam sulfat sebagai katalis (Fensia, 2018). aktivasi selulosa, asetilasi, dan hidrolisis merupakan tahapan konversis selulosa menjadi selulosa asetat. Tahap aktivasi selulosa adalah selulosa dikembangkan supaya reaktifitas selulosa dalam bahan baku meningkat, mengembungkan serat-serat, dan menurunkan derajat polimerisasi. Reaksi antara selulosa dengan asam asetat anhidrida dengan katalis asam sulfat merupakan tahapan asetilasi. Pelepasan proton dengan cara bertahap sehingga diperoleh selulosa asetat adalah tahap hidrolisis. Tahapan penting dalam proses sintesis selulosa asetat adalah tahap asetilasi, karena pada tahap ini, menggunakan asam asetat anhidrida sebagai media asetilasi (Nurhayati, 2014).

Proses aktivasi dan asetilasi selulosa dilakukan melalui tiga tahap, yaitu :

1. Selulosa direaksikan dengan pelarut untuk bahan pengembang (*swelling agent*) atau aktivator. Dalam penelitian ini bahan pengembang yang digunakan yaitu asam asetat glasial (tahap pengembangan).
2. Penyisipan gugus asetil ke dalam selulosa. Penelitian ini menggunakan asetat anhidrida dan katalisator asam sulfat pekat pada media asam asetat (tahap asetilasi)

3. Deasetilasi atau menghidrolisis sebagian dari asam asetat primer menjadi asam asetat sekunder dengan derajat substitusi 2-2,5 dalam larutan asam asetat berair atau untuk mengurangi kadar asetil, derajat substitusi yang diinginkan dapat diperoleh (tahap hidrolisis) (Eka, 2012).

Berdasarkan derajat substitusinya selulosa asetat dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Selulosa monoasetat dengan derajat substitusi (DS) 0-2 dengan kandungan asetil $< 36,5\%$. Selulosa monoasetat dapat digunakan pada pembuatan plastik, cat, dan laker.
2. Selulosa diasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,0-2,8 dengan kandungan asetil $36,5 - 42,2\%$. Selulosa diasetat digunakan pada pembuatan membran, film topografi, dan benang.
3. Selulosa triasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,8-3,9 dengan kandungan asetil $43,5 - 44,8\%$. Selulosa triasetat digunakan pada pembuatan kain dan pembungkus benang (Lia, 2016).

2.7 Kadar Asetil

Dua atom karbon, tiga atom hidrogen, dan satu atom oksigen merupakan molekul penyusun asetil. Reaksi kimia dimana gugus asetil ditambahkan ke molekul lain merupakan pengertian asetilasi. Tujuan proses asetilasi selulosa adalah untuk menggantikan sebagian atau seluruh gugus hidroksil (OH), dengan gugus asetil (CH_3CO) dari anhidrida asetat menjadi selulosa asetat.

Faktor-faktor yang memengaruhi kadar asetil yaitu:

1. Kandungan air selulosa
2. Zat asetilasi pada selulosa

Meningkatnya rasio anhidrida asetat akan meningkatkan kadar asetil selulosa.

3. Katalis

Reaksi asetilasi memerlukan penambahan katalis asam sulfat yang bertujuan untuk menurunkan energi aktivasi reaksi, karena jika energi aktivasi turun maka akan semakin mudah terjadi reaksi kimia substitusi gugus asetil lebih banyak oleh gugus hidroksil.

4. Massa awal selulosa

Saat proses asetilasi, jumlah awal selulosa menjadi selulosa asetat berpengaruh yang berhubungan langsung dengan jumlah katalis yang digunakan.

5. Temperatur

Suhu tinggi pada proses asetilasi dapat mempercepat terjadinya reaksi asetilasi. Suhu optimum untuk proses asetilasi berkisar antara 50-85°C (Sawong, 2013).

Proses asetilasi sebaiknya berjalan pada suhu 40 – 50°C, karena jika lebih maka bahan akan mudah menguap dan ada sebagian yang akan rusak karena panas berlebih. Sehingga menyebabkan jumlah rendemen selulosa asetat berkurang (Gema, 2016).

Kadar asetil selulosa asetat dapat dihitung dengan rumus:

$$AG = \frac{[(V_{bi} + V_{bt})M_b - (V_a \cdot M_a)]}{M_{ca}} \times 4,3$$

Keterangan :

V_{bi} = Volume NaOH ditambahkan ke sampel (ml)

V_{bt} = Volume NaOH saat titrasi (ml)

M_b = konsentrasi NaOH (M)

V_a = Volume HCl yang ditambahkan ke sampel (ml)

M_a = konsentrasi HCl (M)

M_{ca} = berat sampel selulosa asetat (g)

AG = kadar asetil (%)

$$DS = \frac{162 \times 1 \times AG}{(43 \times 100) - (43 - 1) \times AG}$$

dimana 162 adalah berat molekul unit anhidroglukosa, 43 adalah mr asetil, dan 1 adalah massa atom hidrogen.

Karakteristik seperti kristalinitas polimer dan kelarutan dalam berbagai pelarut dipengaruhi oleh derajat substitusi. Seperti jika nilai derajat substitusi selulosa murni adalah 0, hal tersebut akan menyebabkan selulosa sulit dilarutkan dengan pelarut yang umum digunakan. Melalui pembentukan ester asetat dilakukan peningkatan nilai derajat substitusi dari selulosa (Annisa, 2018).

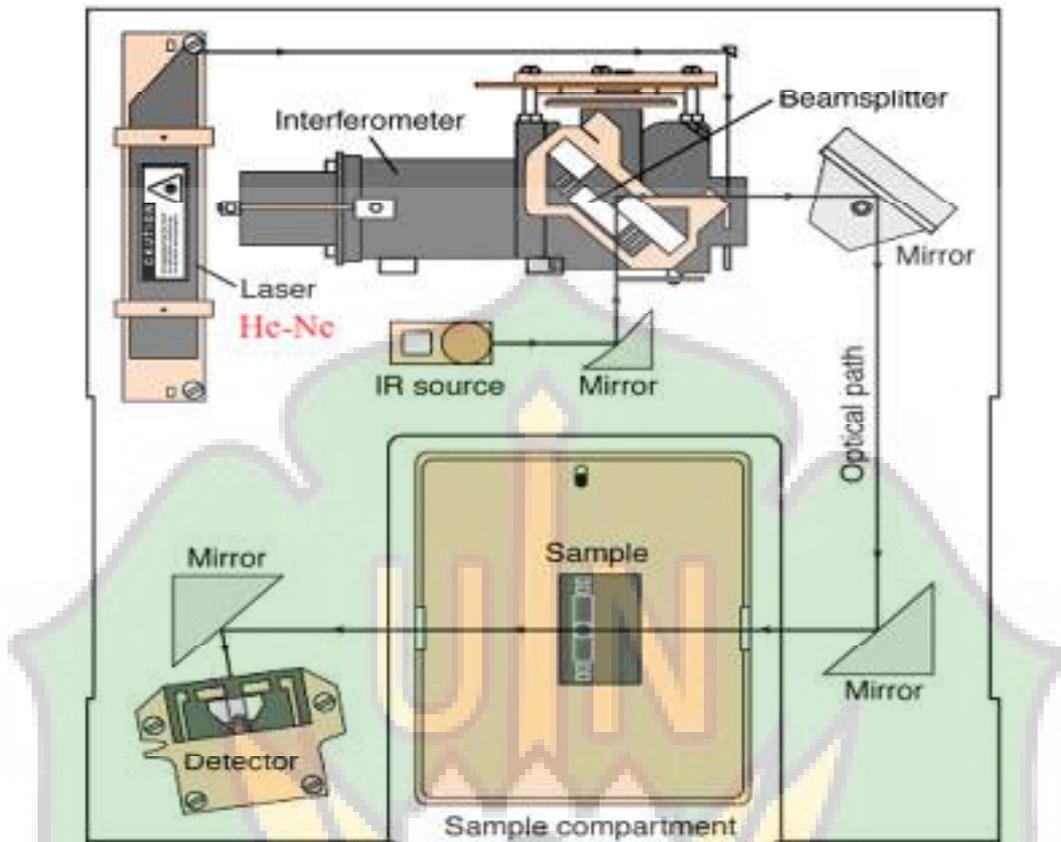
2.8 Instrumen Penelitian

2.8.1 FT-IR (*Fourier Transform infra Red*)

Analisis struktur atau analisis gugus fungsi kimia seperti senyawa organik menggunakan spektroskopi inframerah. Getaran (vibrasi) atau osilasi terjadi pada inti atom yang terikat oleh ikatan kovalen, seperti dua bola terikat oleh suatu pegas. Radiasi inframerah diserap oleh molekul, energi yang diserapnya akan menaikkan amplitudo getaran atom-atom yang terikat pada molekul tersebut. Molekul tersebut berada dalam keadaan vibrasi tereksitasi (*excited vibration state*). Jenis getaran pada ikatan tersebut menentukan panjang gelombang eksak dari absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu (Ni Ketut, 2010).

Range frekuensi elektromagnetik yang berbeda dimana setiap frekuensi bias dilihat sebagai warna yang berbeda pada cahaya tampak. Beberapa range frekuensi pada radiasi inframerah tidak dapat dilihat oleh mata. Pada daerah cahaya inframerah tengah (*mid-infrared*) yaitu pada panjang gelombang 2.5-50 μm atau bilangan gelombang 4000- 200 cm^{-1} dilakukan pengukuran spektrum inframerah. Radiasi akan mengakibatkan vibrasi atau getaran pada molekul sehingga menghasilkan energi. Setiap tipe ikatan kimia atau gugus fungsi memiliki pita absorpsi inframerah sangat khas dan spesifik. Mengidentifikasi senyawa organik dan organometalik metode ini sangat diperlukan (Dachriyanus, 2004).

Lampu tungsten, Narnst *glowers*, atau *glowbars* merupakan sumber cahaya yang dapat digunakan. Monokromator, yang berfungsi untuk menyeleksi panjang gelombang digunakan untuk dispersi spektrofotometer inframerah.



Gambar 2.6. Spektrofotometer Inframerah
(Sumber: Docplayer)

Jika suatu frekuensi tertentu dari radiasi inframerah dilewatkan pada sampel suatu senyawa organik maka akan terjadi penyerapan frekuensi oleh senyawa tersebut. Detektor yang ditempatkan pada sisi lain dari senyawa akan mendeteksi frekuensi yang dilewatkan pada sampel yang tidak diserap oleh senyawa. Banyaknya frekuensi yang melewati senyawa (yang tidak diserap) akan diukur sebagai persen transmittan. Persen transmittan 100 berarti tidak ada frekuensi IR yang diserap oleh senyawa. Pada kenyataannya, hal ini tidak pernah terjadi. Selalu ada sedikit dari frekuensi ini yang diserap dan memberikan suatu transmittan sebanyak 95%. Transmittan 5% berarti bahwa hampir seluruh frekuensi

yang dilewatkan diserap oleh senyawa. Serapan yang sangat tinggi ini akan memberikan informasi penting tentang ikatan dalam senyawa ini (Dachriyanus, 2004).

1. Radiasi Elektromagnetik

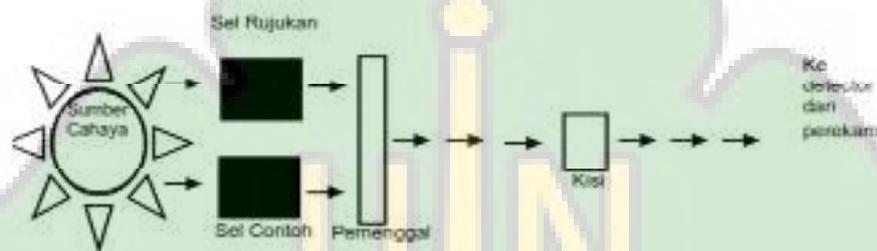
Energi yang dipancarkan menembus ruang dalam bentuk gelombang-gelombang merupakan radiasi elektromagnetik. Gelombang radio, *ultraviolet*, inframerah, *visible* dan lain-lain adalah beberapa jenis radiasi, setiap jenisnya dicirikan oleh panjang gelombangnya (*wavelength*, λ) atau frekuensi (*frequency*, ν) yang berbeda. Frekuensi dinyatakan dalam istilah bilangan gelombang (*wavenumber*, cm^{-1}), sedangkan panjang gelombang dinyatakan dalam satuan mm ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} = 10^{-4} \text{ cm}$) dalam spektroskopi inframerah. Bentuk paket-paket energi menyerupai partikel yang disebut foton dan kuantum merupakan pancaran dari radiasi elektromagnetik (Ni Ketut, 2010).

2. Absorpsi Radiasi Inframerah

Vibrasi (getaran) atau osilasi, seperti dua bola terikat oleh suatu pegas dialami oleh inti atom yang terikat oleh ikatan kovalen. Saat molekul menyerap radiasi inframerah, energi yang diserapnya tersebut menyebabkan naiknya *amplitude* getaran atom-atom yang terikat pada molekul tersebut. molekul tersebut berada dalam keadaan vibrasi tereksitasi (*excited vibration state*). Jenis getaran dari ikatan tersebut menentukan panjang gelombang eksak dari absorpsi dari suatu tipe ikatan. Tipe ikatan yang berbeda (seperti C-H, C-C, O-H) sesuai khasnya, hanya akan menyerap radiasi inframerah di panjang gelombang yang berbeda.

3. Prinsip Kerja Inframerah

Untuk mengukur serapan radiasi inframerah menggunakan alat instrumen spektrofotometer inframerah. Secara garis besar instrumen ini terdiri dari sumber cahaya, cermin difraksi, kuvet (sel) rangkap, pemenggal, kisi dan detektor serta perekam.

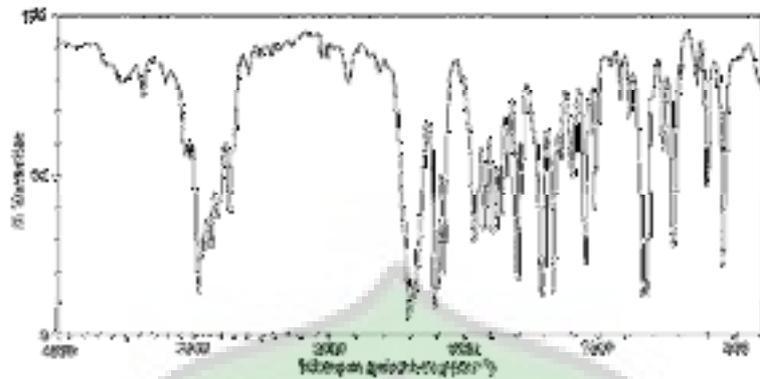


Gambar 2.7. Skema Spektrofotometer Inframerah
(Sumber: Ni Ketut, 2010)

Interaksi antara energi dan materi merupakan prinsip kerja dari FT-IR. *Infrared* akan melewati celah menuju sampel, celah tersebut akan berfungsi untuk mengontrol jumlah energi yang akan menuju sampel. Sampel akan menyerap *infrared* dan ada yang akan di transmisikan oleh permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan kemudian sinyal yang terukur akan dikirim ke komputer dan terekam dalam bentuk puncak-puncak (Ni Ketut, 2010).

4. Spektrum Inframerah

Grafik merupakan spektrum yang dihasilkan oleh spektrofotometer FT-IR, persentase transmittan akan terlihat berbeda pada setiap frekuensi radiasi inframerah.



Gambar 2.8. Spektrum Inframerah
(Sumber: Ni Ketut, 2010)

Bilangan gelombang menyatakan satuan frekuensi yang digunakan pada garis horizontal (aksis), yang didefinisikan sebagai banyaknya gelombang dalam tiap satuan panjang. Perubahan skala dapat terjadi pada pertengahan garis horizontal. Bilangan gelombang 2000 cm^{-1} sering terjadi perubahan skala dan perubahan skala pada sekitar 1000 cm^{-1} jarang terjadi. Interpretasi spektrum inframerah tidak dipengaruhi oleh perubahan skala karena yang dibutuhkan hanya nilai satuan yang ditunjuk skala horizontal.

5. Cara Menginterpretasikan Spektrum Inframerah

Basis dari interpretasi spektrum inframerah merupakan identifikasi setiap absorpsi ikatan yang khas dari setiap gugus fungsi. Pita serapan yang kuat pada daerah 3350 cm^{-1} merupakan regangan oleh O-H. Interpretasi awal dari spektrum inframerah dapat menggunakan beberapa daerah serapan yang khas pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.7. Bilangan Gelombang Beberapa Jenis Ikatan (Dachriyanus, 2004)

Bilangan Gelombang (ν, cm^{-1})	Jenis Ikatan
3750 – 3000	O-H, N-H (<i>stretch</i>)
3000 – 2700	-CH ₃ , -CH ₂ , C-H, C-H aldehyd (<i>stretch</i>)
2400 – 2100	-C≡C-, C≡N (<i>stretch</i>)
1900 – 1650	C=O (asam karboksilat, aldehid, keton, amida, ester, anhidrida) <i>stretch</i>
1675 – 1500	C=C (aromatik dan alifatik), C=N (<i>Stretch</i>)
1475 – 1300	C-H <i>bending</i>
1300 – 1200	C – O (asam karboksilat) <i>stretch</i>
1050 – 1000	C – O eter
1000 – 650	C=C-H, Ar-H <i>bending</i>
860 – 800	-p-disubstitusi



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Multifungsi Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, karakteristik sampel di Laboratorium FMIPA Kimia dan Biologi Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Dilaksanakan pada bulan Mei dan dilanjutkan pada bulan Agustus-November 2019.

3.2 Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu natrium hidroksida (NaOH 6%), Kalsium peklorat (CaOCl_2 0,25%), asam asetat glasial (CH_3COOH pa), asetat anhidrida (CH_3COOH), akuades (H_2O), kalsium klorida (KCl), asam klorida (HCl) 37%, asam sulfat (H_2SO_4) 97%, etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 96%. aluminium foil, indikator iodium, indikator benedict, indikator fenolftalein, kertas saring dan kertas pH.

2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu beaker gelas (Iwaki), gelas ukur (iwaki), erlenmeyer (*pyrex*), kaca arloji, cawan petri, batang pengaduk, labu ukur

kulkas (Panasonic), blender (Miyako), Oven (GP - 45BE), pipet tetes, pipet volume (*pyrex*), statif dan klem, spatula, lumpang dan alu, dan FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) merk (Shimadzu).

3.3 Cara Kerja

3.3.1 Pengambilan dan Identifikasi Sampel

Sampel rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* diambil di laut Ulee Lheu, Banda Aceh. Bulan Mei rumput laut diambil saat air laut surut musim panas. Rumput laut diambil ditepi laut dekat batu karang. Rumput laut diidentifikasi di Laboratorium Prodi Biologi, FMIPA Universitas Syiah Kuala.

3.3.2 Preparasi Sampel

Preparasi sampel rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* dimulai dengan memisahkan rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* dari rumput laut lain. Rumput laut selanjutnya dicuci dengan air mengalir hingga tidak ada lagi tanah atau pasir yang menempel pada rumput laut sampai air jernih. Rumput laut direndam dalam air selama 24 jam untuk mengurangi kadar garam dalam rumput laut. Rumput laut dijemur dibawah sinar matahari selama ± 5 hari, Setelah kering dimasukkan ke plastik penyimpanan untuk proses selanjutnya.

3.3.3 Ekstraksi Agar dengan pelarut NaOH (Kusuma, 2013)

Rumput laut kering sebanyak 240 gram di rendam dalam larutan CaOCl_2 0,25 % sebanyak 4800 ml larutan selama 2 jam, untuk proses pemucatan.

Selanjutnya disaring dan dicuci bersih untuk menghilangkan sisa-sisa kaporit. Kemudian ditambahkan pelarut NaOH 6% sebanyak 3600 ml larutan dan dipanaskan selama 1,5 jam dengan suhu $\pm 85-90^{\circ}\text{C}$ supaya dapat memecah dinding sel rumput laut. Selanjutnya dicuci dengan air mengalir sampai air cucian tidak berwarna. Ditambah 3600 ml akuades dan diblender selama 2 menit. Proses berikutnya diekstraksi selama 2 jam, pada suhu $\pm 90-95^{\circ}\text{C}$ dengan menambahkan CH_3COOH glasial hingga pH 6, sambil diaduk supaya bagian bawah tidak berkerak. Kemudian disaring selagi panas, dan ditambah KCl sebanyak 29 gram untuk membantu proses penjedalan, kemudian diaduk hingga homogen. Filtrat yang ada kemudian dibiarkan di suhu ruang selama 18 jam, hingga membentuk gel. Agar yang terbentuk selama 48 jam dibekukan dalam *freezer*. Lalu didiamkan di suhu ruang selama 24 jam. Ditiriskan untuk menghilangkan sisa air pada agar. Kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 60°C setelah itu dihaluskan dengan lumpang dan alu.

3.3.4 Isolasi Selulosa (Nurhayati, 2014)

Tepung agar 30 gram direndam dengan larutan NaOH 6%. Campuran dipanaskan selama 35 menit dengan suhu 95°C , kemudian disaring dan dicuci dengan air panas hingga air cucian jernih. Disuspensikan endapan dalam air, ditambah HCl pekat untuk mengatur pH hingga netral (pH= 7). Disaring dan dicuci endapan yang diperoleh, dengan menggunakan oven endapan dikeringkan pada suhu 70°C , dihaluskan dengan lumpang dan alu, hingga menjadi tepung, dan disaring, sehingga diperoleh tepung selulosa. Kemudian dianalisis menggunakan

FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) dan analisa kualitatif dengan menggunakan uji iodin dan uji benedict.

3.3.5 Sintesis selulosa asetat (Nurhayati, 2014)

Selulosa sebanyak 5 gram ditambahkan CH_3COOH glasial sebanyak 125 ml untuk proses aktivasi dan diaduk selama 30 menit dengan suhu $50\text{ }^\circ\text{C}$ menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan kemudian ditambahkan 0,8 ml H_2SO_4 dan 48,5 ml asam asetat glasial kemudian selama 25 menit diaduk dengan *magnetic stirrer*. Campuran ditambah dengan asam asetat anhidrida dengan perbandingan antara selulosa dan asetat anhidrida yaitu 1:10 (b/v), kemudian selama 30 menit di *stirrer* dengan suhu $50\text{ }^\circ\text{C}$. Selama 14 jam campuran didiamkan pada suhu ruang, dan kemudian disaring. Ditambahkan air setetes demi setetes ke dalam filtrat hasil penyaringan sampai terbentuk endapan. Pisahkan endapan yang diperoleh dari larutan, dicuci hingga netral endapan yang didapatkan kemudian dikering anginkan.

3.3.6 Analisa secara kualitatif

1. Uji Benedict

Tepung selulosa yang diperoleh di analisis dengan uji Iodin dan Benedic. Sebanyak 1 ml larutan sampel hasil ekstraksi dimasukkan dalam tabung reaksi kemudian tambahkan reagen benedict, gojog, kemudian didihkan dengan api kecil selanjutnya didinginkan. Hasil akhir terbaik yaitu terbentuk warna hijau, orange, merah bata jika sampel mengandung gula pereduksi.

2. Uji Iodin

Tepung selulosa ditambah beberapa ml akuades , kemudan ditambah reagen iodin, dan digojog. Hasil akhir diperoleh larutan berwarna coklat yang menandakan adanya polisakarida dalam sampel.

3. FT-IR Selulosa dan Selulosa Asetat

Analisa dengan FT-IR berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada sampel yang di uji. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentransmision cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}).

3.3.7 Analisa Kuantitatif

1. Menentukan kadar asetil (%) dan nilai Derajat Substitusi (DS) selulosa asetat (Annisa, 2018) dalam jurnal Nedjma, 2013

Sebanyak 0,1 gram selulosa asetat ditambahkan 5 ml NaOH 0,25 M dan 5 mL etanol. Campuran didiamkan selama 24 jam. Setelah itu, ditambahkan 10 ml HCl 0,25 M dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya larutan ditambahkan 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan NaOH 0,25 M.

Kadar asetil ditentukan dengan rumus:

$$AG = \frac{[(V_{bi} + V_{bt})M_b - (V_a \cdot M_a)]}{M_{ca}} \times 4,3$$

Keterangan:

V_{bi} = Volume NaOH ditambahkan ke sampel (ml)

V_{bt} = Volume NaOH saat titrasi (ml)

M_b = konsentrasi NaOH (M)

V_a = Volume HCl yang ditambahkan ke sampel (ml)

M_a = konsentrasi HCl (M)

m_{ca} = berat sampel selulosa asetat (g)

AG = kadar asetil

Menghitung derajat substitusi dari selulosa asetat dapat menggunakan rumus:

$$DS = \frac{162 \times 1 \times AG}{(43 \times 100) - (43 - 1) \times AG}$$

Keterangan:

162 = berat molekul unit anhidroglukosa

43 = adalah Mr asetil

1 = massa atom hidrogen

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, antara lain: pengambilan sampel, identifikasi rumput laut, preparasi sampel, ekstraksi agar, isolasi selulosa, sintesis selulosa asetat, analisa kualitatif selulosa dengan uji iodine dan benedict, analisa gugus fungsi selulosa dan selulosa asetat dengan FTIR dan penentuan kadar asetil selulosa asetat.

4.1 Hasil Penelitian

Tabel 4.1. Data Hasil Rendemen Penelitian

No	Proses	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
1	Preparasi Sampel	7500	750	10
2	Ekstraksi Agar	240	42	17,5
3	Isolasi Selulosa	30	10	33,3
4	Sintesis Selulosa Asetat	5	0,5	10

Tabel 4.2. Kadar Asetil dan Nilai Derajat Substitusi (DS) Penelitian

Kadar asetil Selulosa Asetat (%)		Derajat Substitusi (DS)		Jenis Selulosa Asetat
Ketetapan (Sawong, 2013)	Hasil Penelitian	Ketetapan (Sawong, 2013)	Hasil Penelitian	
43 – 44,8	44,08	2,8 – 3,0	2,9	Selulosa Triasetat

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pemilihan Sampel

Rumput laut merah yang digunakan di Penelitian ini adalah *Gracilaria vermiculophylla*. Sampel diambil di peisisir laut Ulee Lheu. Metode pengambilan sampel diambil secara acak dengan mempertimbangkan ukuran dan warna rumput laut, yaitu diambil yang agak besar dan bewarna merah kecoklatan, dengan panjang sekitar 15-25 cm.

4.2.2 Identifikasi Rumput Laut

Rumput laut di identifikasi di Laboratorium Prodi Biologi, FMIPA Universitas Syiah Kuala.

Rumput laut diambil dengan pertimbangan panjang rumput laut ± 30 cm. Kemudian dimasukkan ke dalam botol yang diisi dengan air laut. Lalu, Diidentifikasi jenisnya, dan didapatkan klasifikasinya sebagai berikut:

Kingdom : *Protista*

Phylum : *Rhodophyta*

Class : *Florideophyceae*

Ordo : *Gracilariales*

Family : *Gracilariaceae*

Genus : *Gracilaria*, Greville 1830

Species : *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss 1967.

Gracilaria vermiculophylla merupakan rumput laut merah penghasil agar, kaya akan asam lemak tak jenuh ganda dengan 20 atom karbon (Ikbal *et al.*, 2019).

4.2.3 Preparasi Sampel

Preparasi sampel merupakan tahap awal yang penting supaya didapatkan hasil yang berkualitas. Rumput laut dipisahkan dari alga hijau dan kerang yang menempel, kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan lumpur dan pasir yang menempel pada *thallus*. Rumput laut yang telah ditimbang sebanyak 7,5 kg direndam dalam baskom dengan air tawar selama 24 jam supaya kadar garam dalam rumput laut berkurang, dapat diamati setelah beberapa jam rumput laut yang direndam mengalami penyusutan, karena kadar garam terlarut dalam rumput laut berkurang dan keluar dari rumput laut.

Rumput laut dijemur dibawah sinar matahari selama \pm 5 hari, hingga kering, Selama pengeringan rumput laut dibalik-balik supaya kering merata. Setelah kering, rumput laut ditimbang, dan didapat berat bersih rumput laut kering sebesar 750 gram. Rendemen rumput laut kering sebanyak 10%. Hal tersebut karena dalam rumput laut mengandung kadar air yang tinggi sehingga saat proses penjemuran menggunakan panas matahari kadar air yang ada dalam rumput laut berkurang.

4.2.4 Ekstraksi Agar

Pemucatan dengan CaOCl_2 supaya tepung agar yang dihasilkan lebih bersih dan warnanya lebih putih. NaOH berfungsi sebagai pelarut karena dengan menggunakan NaOH, kekuatan gel nya lebih tinggi dibanding pelarut asam atau netral (Sperisa, *et al.* 2008). Di dalam jaringan sel selulosa rumput laut alkali terdifusi, dan struktur kimia prekursor (rumput laut) berubah saat terjadi reaksi

dan menjadi struktur agar-agar. Suhu yang digunakan sekitar 85-90°C untuk memecah dinding rumput laut supaya didapatkan ekstrak agar.

Perendaman dengan alkali dapat meningkatkan kekuatan gel agar-agar, meskipun rendemennya lebih rendah dibandingkan dengan asam. Kadar sulfat di dalam agar-agar sangat mempengaruhi *gel strength*, karena sifat sulfat sangat hidrofilik sehingga dengan banyaknya kadar sulfat dalam agar-agar akan menurunkan kekuatan gel agar-agar, dengan alkali maka gugus hidroksil pada prekursor akan menjadi terionisasi dan mengakibatkan gugus sulfat lepas.

Dari hasil ekstraksi yang telah dilakukan, dengan menggunakan pelarut NaOH 6% diperoleh hasil tepung agar berwarna kecoklatan sebanyak 42 gram, dengan rendemen sebesar 17,5%. Dibuktikan dari penelitian (Kusuma, 2013) bahwa penggunaan NaOH 6% menghasilkan rendemen yang tinggi yaitu sebesar 13,89%.

4.2.5 Isolasi Selulosa

Berat awal sampel yang digunakan yaitu 30 gram tepung agar. Diperoleh berat hasil isolasi selulosa dari agar rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* sebanyak 10 gram. Didapatkan persen rendemen dari selulosa yaitu 33,3%. Hal ini menunjukkan dengan menggunakan NaOH 6% diperoleh rendemen yang tinggi. Pengamatan ini dilihat dari literatur yang dipakai (Nurhayati, 2014) yang mendapatkan rendemen tinggi dengan penggunaan NaOH 6% dibandingkan NaOH 9%. Dapat disimpulkan semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan saat proses isolasi maka semakin sedikit rendemen yang di peroleh.

Jenis tumbuhan sebagai sumber selulosa yang digunakan menentukan rendemen selulosanya. Kandungan selulosa yang tinggi biasanya juga terdapat pada tumbuhan yang berserat tinggi dan hanya sedikit selulosa yang terdapat pada tumbuhan yang memiliki serat rendah. Kation Na^+ dapat memasuki pori terkecil selulosa dan berpindah ke dalam struktur selulosa saat perlakuan alkali, dan reaksi lebih mudah terjadi sehingga akan mempengaruhi kristalinitas selulosa. Gugus-gugus ujung dalam polisakarida menjadi berbagai asam karboksilat pada monosakarida terubah saat menggunakan alkali kuat. Polisakarida dengan ikatan 1,4 glikosida dan hemiselulosa akan terdegradasi pada tahap tersebut dengan mekanisme pemutusan ikatan dari ujung ke ujung. Senyawa yang disebut α -selulosa merupakan bagian rantai selulosa yang tersisa pada proses tersebut (Nurhayati, 2014).

Hasil analisa selulosa dengan uji iodin menghasilkan warna coklat, yang menandakan positif adanya polisakarida pada sampel selulosa yang didapat.



Gambar 4.1. Uji Iodin (Positif Selulosa)
(Sumber: Dokumentasi peneliti)

Kemudian dilakukan uji benedict pada sampel selulosa. Uji benedict dengan pemanasan di dapat hasil positif selulosa adanya gugus aldehyd yang ditandai dengan warna hijau setelah pemanasan. Warna hijau mendakan sedikit

selulosa yang terkandung didalam sampel yang digunakan. Jika kadar selulosanya tinggi maka akan menghasilkan warna merah bata pada sampel.

Uji benedict merupakan uji kimia yang dilakukan untuk mengetahui kandungan gula (karbohidrat) pereduksi. Gula pereduksi meliputi semua jenis monosakarida dan beberapa disakarida seperti laktosa dan maltosa. Pada uji Benedict, pereaksi ini akan bereaksi dengan gugus aldehid, kecuali aldehid dalam gugus aromatik, dan alpha hidroksi keton. Untuk mengetahui adanya monosakarida dan disakarida pereduksi dalam makanan, sampel karbohidrat (sukrosa, laktosa, fruktosa, maltosa, dan galaktosa) dilarutkan dalam air, dan ditambahkan sedikit pereaksi benedict. Dipanaskan dalam *waterbath* selama 4 - 5 menit. Selama proses ini larutan akan berubah warna menjadi biru (tanpa adanya glukosa), hijau, kuning, orange, merah dan merah bata atau coklat (warna tersebut menunjukkan tingkat kandungan selulosa dari rendah ke tinggi).

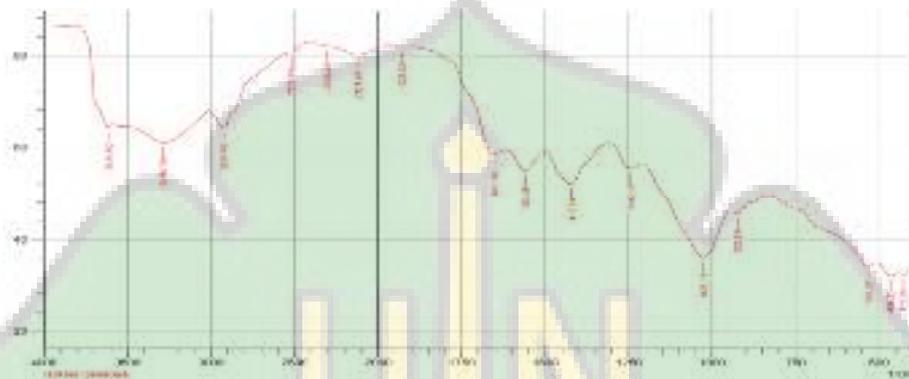


Gambar 4.2. Uji Benedict Selulosa
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Spektrum IR selulosa dari agar rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Selulosa asetat dengan kualitas yang baik dapat diperoleh dari selulosa yang memiliki tingkat keurnian tinggi. Tingginya nilai α -

selulosa dan adanya puncak khas pada spektrum IR selulosa dapat menunjukkan tingkat kemurnian selulosa. Gugus hidroksi (OH) merupakan gugus fungsi utama pada selulosa, karena selulosa merupakan rantai panjang dari β glukosa.

FT-IR selulosa didapatkan spektrum sebagai berikut.



Gambar 4.3. Hasil Spektrum IR Selulosa
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Pada spektrum selulosa muncul pada daerah serapan antara 3000 – 3750 cm^{-1} muncul serapan gugus OH *stretch*. Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa spektrum selulosa sebelum proses asetilasi memiliki gugus fungsi O-H *stretch* yang muncul pada sekitar 3286,70 cm^{-1} , gugus fungsi C-H *bending* muncul pada bilangan gelombang 1242,16, dan gugus C-O *stretch* dengan bilangan gelombang 1026,13 cm^{-1} .

Hasil analisis gugus fungsi selulosa dari agar rumput laut *Gracilaria vermiculophylla* menggunakan FT-IR menunjukkan kemiripan dengan gugus fungsi selulosa murni pada jurnal (Dina, 2018).

Tabel 4.3. Hasil FT-IR Selulosa

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Selulosa Murni (Dina, 2018)	Selulosa <i>Gracilaria vermiculophylla</i>
1	O – H <i>stretch</i>	3000 – 3750	3350	3286,70
2	C – H <i>stretch</i>	2700 – 3000	2800	2924,09
3	CH ₂ <i>bend</i>	1475 – 1300	1431	1419,61
4	C – H <i>bend</i>	1000 – 1300	1300	1242,16
5	C – O <i>stretch</i>	1000 – 1050	1035	1026,13

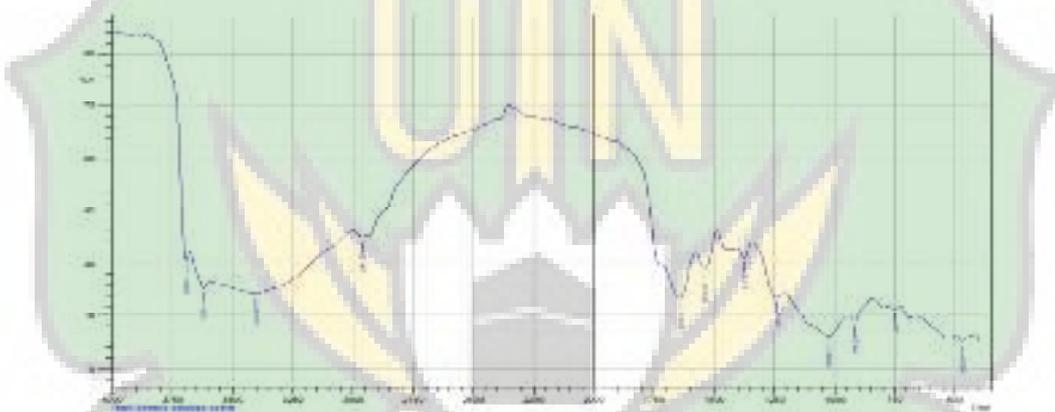
4.2.6 Sintesis Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan ester organik yang berbentuk padatan tidak berbau, tidak beracun, tidak berasa dan berwarna putih yang dibuat dengan mereaksikan selulosa dengan asam asetat anhidrida dengan bantuan asam sulfat sebagai katalis (Sawong, 2013).

Tahap *swelling*, tahap asetilasi, dan tahap netralisasi merupakan tahapan yang digunakan untuk sintesis selulosa asetat. Tujuan tahap *swelling* untuk aktivasi selulosa, asetat anhidrida digunakan sebagai aktivator, selulosa dengan asetat glasial diaduk. Proses pengadukan dilakukan hingga suhu reaksi mencapai yaitu pada 50°C. Permukaan selulosa asetat akan meluas dan akan membantu meningkatkan reaktivitas selulosa asetat terhadap reaksi asetilasi saat proses reaksi *swelling*. Penambahan asam asetat anhidrida dilakukan supaya gugus asetil dapat menggantikan lebih banyak gugus hidroksida yang ada di selulosa yang tergantikan oleh gugus asetil pada tahap reaksi asetilasi. Tahap ini ditambahkan katalis asam sulfat kemudian diaduk kontinyu selama waktu reaksi.

Suhu yang digunakan saat reaksi asetilasi yaitu antara 40°C sampai 50°C, laju reaksi berjalan lambat jika suhu lebih rendah. Saat suhu 50°C atau lebih, akan mengakibatkan bahan lebih cepat menguap dan sebagian akan terpapar panas. Sehingga mengakibatkan bahan yang tersisa menjadi rusak dan mengurangi rendemen hasil reaksi. Hasil yang diperoleh dari reaksi asetilasi ini adalah bahan berupa gumpalan-gumpalan selulosa asetat berwarna putih kekuning-kuningan.

Kemudian karakteristik menggunakan FT-IR menghasilkan spektrum sebagai berikut.



Gambar 4.4. Hasil Spektrum IR Selulosa Asetat
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Gugus fungsi selulosa asetat *Gracilaria vermiculophylla* menggunakan FT-IR menunjukkan kemiripan dengan gugus fungsi selulosa asetat komersial. Gugus fungsi tersebut menunjukkan adanya senyawa selulosa asetat dengan adanya puncak tajam pada gugus ester C=O *stretch* dengan bilangan gelombang 1638,60 cm^{-1} , munculnya gugus ester dari gugus asetil C-O dengan bilangan gelombang 1240,28 cm^{-1} dan 1023,28 dan terjadi penurunan intensitas gugus hidroksil O-H *stretch* dengan bilangan gelombang 3402,58 cm^{-1} .

Hasil analisis gugus fungsi selulosa asetat *Gracilaria vermiculophylla* menggunakan FT-IR dengan perbandingan selulosa asetat komersial dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil FT-IR Selulosa Asetat

No	Gugus Fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Selulosa Asetat Komersial (Nurhayati, 2014)	Selulosa asetat <i>Gracilaria vermiculophylla</i>
1	O – H stretch	3000 – 3750	3486,97	3402,58
2	C – H stretch	2850 – 2960	2960,38	2961,82
3	C = O stretch	1650 – 1900	1754,63	1638,60
4	C – H bend	1300 – 1475	1383,89	1375,30
5	C – O asetil	1200 – 1300	1238,12	1240,28
6	C – O stretch	1000 – 1050	1049,69	1023,28

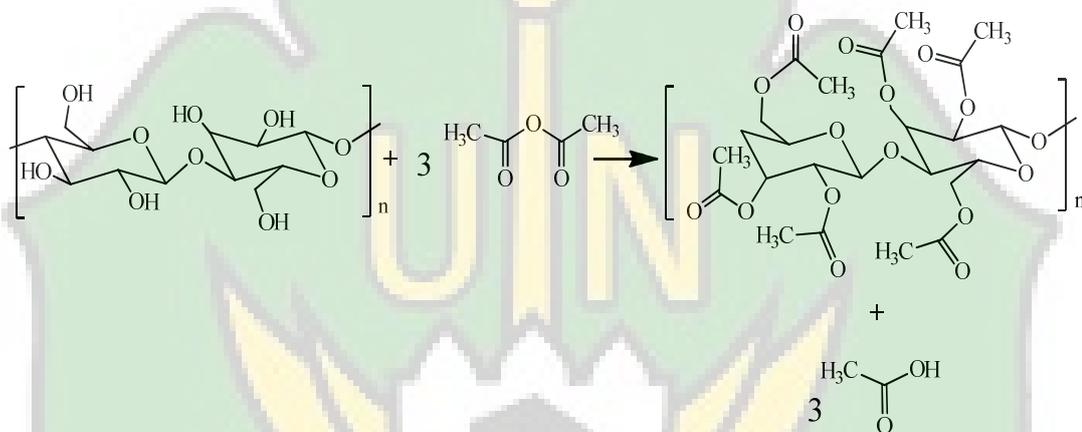
4.2.7 Penentuan Kadar Asetil

Tahap terjadinya pencampuran antara selulosa dengan asam asetat glasial sebagai *acetylating agent* merupakan proses asetilasi. Berdasarkan penelitian ini penentuan kadar asetil yang dilakukan diperoleh bahwa selulosa asetat hasil sintesis merupakan selulosa triasetat, dengan kadar asetil sebanyak 44,08% dan dengan derajat substitusi (DS) yaitu 2,9.

Tabel 4.5. Hubungan derajat substitusi dan kadar asetil (Sawong, 2013)

Derajat Substitusi (DS)	Kadar Asetil (%)	Jenis Selulosa Asetat
0,6 – 0,9	13,0 – 18,6	-
1,2 – 1,8	22,2 – 32,2	Selulosa Monoasetat
2,2 – 2,7	36,5 – 42,2	Selulosa Diasetat
2,8 – 3,0	43,0 – 44,8	Selulosa Triasetat

Reaksi asetilasi pembentukan selulosa asetat:



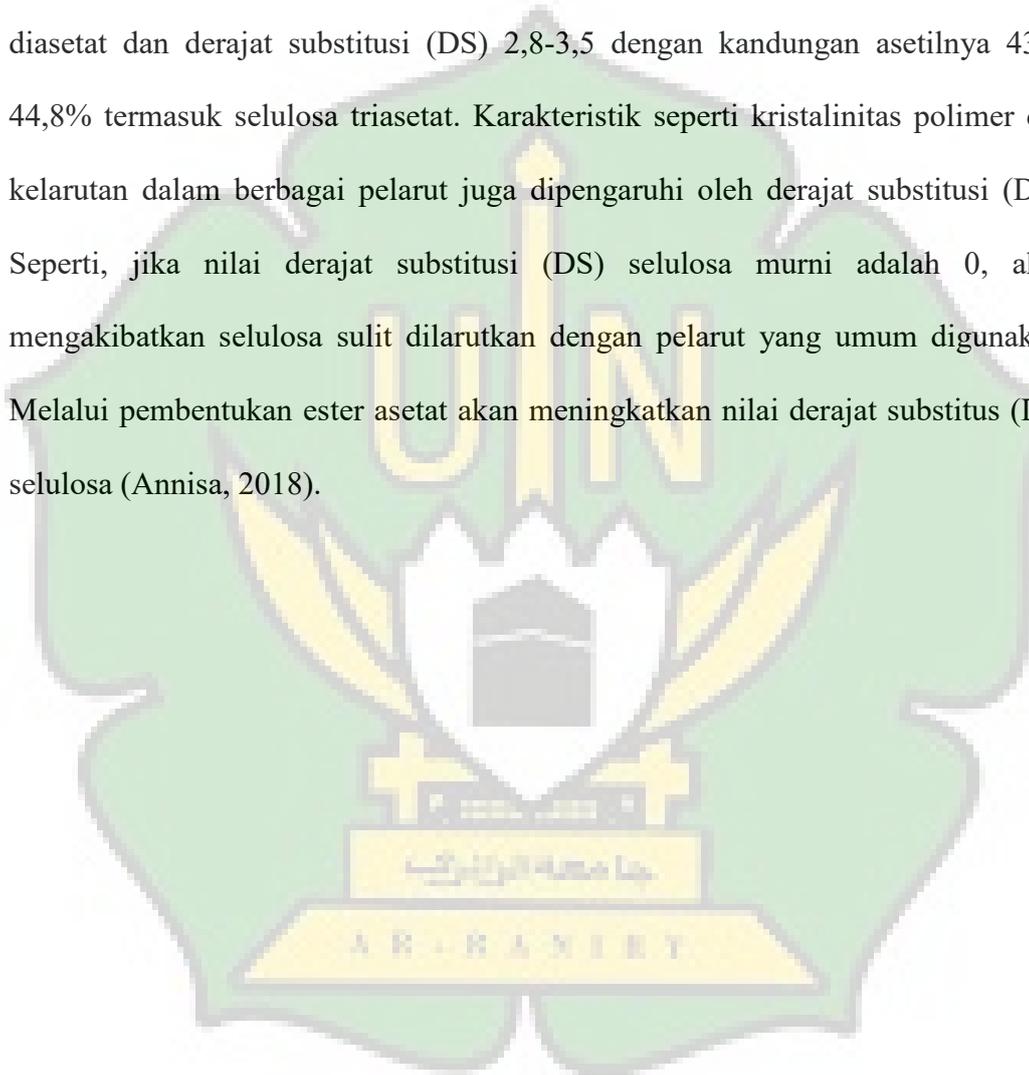
Gambar 4.5. Reaksi Asetilasi
(Sumber: Dokumentasi peneliti)

Ukuran dari jumlah asam asetat yang diesterifikasi pada rantai selulosa (kadar asetil) akan menentukan nilai derajat substitusi (DS). Jika kadar asetil semakin tinggi maka derajat substitusinya juga akan semakin tinggi (Sawong, 2013).

Tujuan penentuan kadar asetil adalah untuk mengetahui jenis selulosa asetat yang terbentuk, apakah termasuk mono, di, atau triasetat. Dasar dari penentuan kadar asetil adalah reaksi saponifikasi, yaitu reaksi antara basa dengan ester asetat membentuk sabun dan asam asetat. Kandungan asam asetat bebas ditentukan melalui titrasi dengan NaOH. Etanol digunakan saat reaksi saponifikasi

sebagai *swelling agent* yang akan membantu proses saponifikasi (Nurhayati, 2014).

Derajat substitusi (DS) $0 < DS < 2$ termasuk selulosa monoasetat, derajat substitusi (DS) 2,0-2,8 dengan kandungan asetilnya 35-43,5% termasuk selulosa diasetat dan derajat substitusi (DS) 2,8-3,5 dengan kandungan asetilnya 43,5-44,8% termasuk selulosa triasetat. Karakteristik seperti kristalinitas polimer dan kelarutan dalam berbagai pelarut juga dipengaruhi oleh derajat substitusi (DS). Seperti, jika nilai derajat substitusi (DS) selulosa murni adalah 0, akan mengakibatkan selulosa sulit dilarutkan dengan pelarut yang umum digunakan. Melalui pembentukan ester asetat akan meningkatkan nilai derajat substitusi (DS) selulosa (Annisa, 2018).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Sintesis Selulosa dan Selulosa Asetat dari Agar Rumput Laut Merah *Gracilaria vermiculophylla*”, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan selulosa asetat yaitu preparasi, ekstraksi agar, isolasi selulosa, dan sintesis selulosa asetat. Dengan rendemen yang dihasilkan berturut-turut 10%, 17,5%, 33,3%, dan 10%.
2. Analisis dengan FT-IR menunjukkan terbentuknya senyawa selulosa asetat dengan adanya puncak tajam pada gugus karbonil C = O *stretch* dengan bilangan gelombang 1638,60 cm^{-1} , munculnya gugus ester dari gugus asetil dengan bilangan gelombang 1240,28 cm^{-1} dan 1023,28 dan terjadi penurunan intensitas gugus hidroksil O - H *stretch* dengan bilangan gelombang 3402,58 cm^{-1} . Penentuan kadar asetil selulosa asetat didapatkan nilai kadar asetil yaitu 44,08%, dan nilai derajat substitusi (DS) sebesar 2,9, yang mendakan selulosa hasil sintesis penelitian merupakan selulosa triasetat.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, disarankan:

1. Rumput laut yang diekstraksi dapat menggunakan pelarut selain basa dan dilakukan variasi.
2. Selulosa asetat hasil sintesis dari agar rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* dapat diaplikasikan menjadi serat.



DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Annisa, S., Ni Ketut, S. dan Hardi, J. (2018). *Sifat fisika kimia edible film agar-agar rumput laut (Gracilaria sp.) tersubstitusi glyserol*. *Journal of Science and Technology*, 6(2). Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan Alam universitas Tadulako.
- Aulia, M. H. (2018). *Pengaruh variasi waktu ekstraksi α -selulosa dari pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan mikrokristalin α -selulosa dari pelepah kelapa sawit*. Laporan Penelitian Tugas Akhir. Medan: Agrobisnis Perkebunan Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian.
- Basir, A., Tarman, K. dan Desniar, D. (2017). *Aktifitas antioksidan dan antibakteri alga hijau Halimeda gracilis dari Kepulauan Seribu*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20 (2).
- Dachriyanus. (2004). **Analisis struktur senyawa organik secara spektroskopi**. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi. Universitas Andalas. Padang.
- Divia, Y., Habibah, U. H. dan Gema, F. (2017). *Pengaruh waktu delignifikasi terhadap pembentukan alfa selulosa asetat hasil asetilasi sari limbah kulit pisang kepok*. *Jurnal UMJ*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
- Eka, C. M. (2012). *Pembuatan dan karakterisasi membran nanofiltrasi untuk pengolahan air*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ernawati, M. (2015). *Rumput laut, komoditas potensial yang belum dimanfaatkan*. AMP Press. Jakarta Selatan. Hal. 1.
- Fensia, A. S. dan Jolantje, L. (2018). *Sintesis karakteristik selulosa asetat (CA)*. *Jurnal Penelitian Kimia*, 5(2). Ambon: Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura.
- Fung, A., Hamid, N. dan Lu, J. (2013). *Fucoanthin content and antioxidant properties of Undaria pinnatifida*. *Food chemistry*, 135(2).

- Gema, F., Abdullah, S. (2016). *Sintesis selulosa asetat dari dari pemanfaatan limbah kulit pisang diaplikasikan sebagai masker asap rokok*. Jurnal UMJ. Universitas Muhammadiyah. Jakarta.
- Grace, S., Elias, B. K., Karel, L. R. dan Lena, D. (2018). *Potensi beberapa jenis rumput laut sebagai bahan pangan fungsional, sumber pigmen dan antioksidan alami*. JPHPI 2018, 21(2). Manado: Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi.
- Isdradjad, S., Eddy, S., Ucun, J., Bahtiar dan Harmin, H. (2009). **Rumput laut Indonesia, jenis dan upaya pemanfaatan**. Unhalu Press. Sulawesi Tenggara.
- Kadi, A. (2014). *Rumput laut sebagai produk alam dari perairan Indonesia*. OSEANA. XXXIX (3). Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Kusuma, W. I., Widi, G. S. dan Pramesti, R. (2013). *Pengaruh konsentrasi NaOH yang berbeda terhadap mutu agar rumput laut Gracilaria verrucosa*. *Journal of Marine Research*, 2(2). Semarang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Lia, L., Meutia, P. Z., Novarani, T. dan Darni, Y. (2016). *Sintesis selulosa asetat dari limbah ubi kayu*. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 11(2). Bandar Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Lutfi, J. (2013). *Pemanfaatan Rumput laut Gracilaria verrucosa sebagai produk bacto agar dan aplikasinya dalam media pertumbuhan mikroorganisme*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Melinda, D. L. (2017). *Optimasi ekstraksi selulosa dari limbah pengolahan agar (Gracilaria verrucosa) sebagai precursor bioethanol*. Skripsi. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Ni Ketut, S. (2010). **Analisa instrumentasi**. Yayasan Humaniora. Surabaya.
- Nidya, T. Y. dan Agustono. (2018). *Proses ekstraksi dan karakterisasi fisika kimia bubuk agar Gracilaria sp. skala laboratorium di PT. Java biocolloid*

- Surabaya. Journal of Marine and Coastal Science*, 7(3). Surabaya: Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
- Nurhayati dan Rinta, K. (2014). *Sintesis selulosa asetat dari limbah pengolahan agar*. JPB Perikanan, 9(2). Jakarta Pusat.
- Nurma, K. W., Siswanto, dan Indrati, L.U. (2017). *Kajian proses asetilasi terhadap kadar asetil selulosa asetat dari ampas tebu*. *Jurnal Teknik Kimia*. 12(1). UPN "Veteran". Surabaya.
- Ratna, D.D.A. (2018). *Hidrolisis polisakarida dari agar-agar rumput laut (Gracilaria sp.) dengan konsentrasi asam dan lama pemasakan serta pengaplikasiannya pada produk custard*. Skripsi. Malang: Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang.
- Renhoran M, Noviendri, D, Setyaningsih I, Uju. 2017. *Ekstraksi dan purifikasi fukosantin dari Sargassum sp. sebagai anti-acne*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20 (2).
- Riyad, M. AK. (2016). *Pertumbuhan, produksi dan kandungan agar rumput laut Gracilaria verrucosa dengan metode budidaya berbeda di tambak*. Skripsi. Makassar: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Sawong, A. S. dan Meta, A. S. (2013). *Pembuatan selulosa asetat berbahan dasar nata de soya*. *Jurnal Konversi*, 2(2). Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Shiella, F. E. (2013). *Optimasi rendemen dan mutu agar-agar dari rumput laut Gracilaria verrucosa dengan metode respon permukaan*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Shinta, K. F. (2019). *Kajian perbandingan rumput laut dengan belut (Monoprerus albulus) serta suhu pengeringan terhadap karakteristik snack nori*. Skripsi. Bandung: Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Sperisa, D., Rachmawati, D. A. dan Eka, L. F. (2008). *Pengaruh konsentrasi dan jenis larutan perendaman terhadap kecepatan ekstraksi dan sifat gel agar-agar dari rumput laut Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(1). Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

- Suparmi dan Sahri, A. (2017). *Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan*. Jurnal *Researchgate*. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Thomsen, M. s., Peter, A. S., Cecilia, D. N., Steen, S., Dorte, K. J. dan Brian, R. S. (2007). *Gracilaria vermiculophylla (Ohmi) Papenfuss, 1967 (Rhodophyta, Gracilariaceae) in northern Europe, with emphasis on Danish conditions, and what to expect in the future*. USA: *Departmen of Marine Ecology University of Florida*. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2007.2.2.1>
- Uju, Santoso, J., Ramadhan W., dan Abrory, M. F. (2018). *Ekstraksi native agar dari rumput laut Gracilaria sp. Dengan akselerasi ultrasonikasi pada suhu rendah*. *JPHPI* 2018, 21(3). Bogor.
- Yan, X., Chuda, Y., Suzuki M. dan Nagata, T. (2014). *Fucoxanthin as the Major Antioxidant in Hijikia fusiformis, a common edible seaweed*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63(3).
- Yuniarti, Aditya, K. W. dan Setiawan, Y. (2008). *Pembuatan selulosa asetat dari limbah rami dan prospeknya sebagai bahan membran*. Balai Besar Penelitian Pulp Kertas. Bandung.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Penelitian

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

No	Proses	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
1	Preparasi Sampel	7500	750	10
2	Ekstraksi Agar	240	42	17,5
3	Isolasi Selulosa	30	10	33,3
4	Sintesis Selulosa Asetat	5	0,5	10

Rumus penentuan rendememen (%)

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

1. Preparasi Sampel

$$\begin{aligned} \text{Rendemen Rumput Laut} &= \frac{\text{Berat Rumput laut kering (gram)}}{\text{Berat Rumput laut basah (gram)}} \times 100\% \\ &= \frac{750 \text{ gram}}{7500 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

2. Ekstraksi Agar

$$\begin{aligned} \text{Rendemen agar} &= \frac{\text{Berat tepung agar (gram)}}{\text{Berat Rumput laut Kering}} \times 100\% \\ &= \frac{21 \text{ gram}}{120 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 17,5\% \end{aligned}$$

3. Isolasi Selulosa

$$\begin{aligned} \text{Rendemen Selulosa} &= \frac{\text{Berat Selulosa (gram)}}{\text{Berat Tepung Agar (gram)}} \times 100\% \\ &= \frac{10 \text{ gram}}{30 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 33,3\% \end{aligned}$$

4. Sintesis Selulosa Asetat

$$\begin{aligned} \text{Rendemen Selulosa Asetat} &= \frac{\text{Berat Selulosa Asetat}}{\text{Berat Selulosa}} \times 100\% \\ &= \frac{0,5 \text{ gram}}{5 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

Penentuan Kadar asetil dan Derajat Substitusi (DS)

Tabel 4.2. Kadar Asetil dan Nilai Derajat Substitusi (DS) Penelitian

No	Kadar asetil Selulosa Asetat (%)		Derajat Substitusi (DS)		Jenis Selulosa Asetat
	Ketetapan (Sawong, 2013)	Penelitian	Ketetapan (Sawong, 2013)	Penelitian	
1	43 – 44,8	44,08	2,8 – 3,0	2,9	Selulosa Triasetat

Rumus penentuan Kadar asetil

$$AG = \frac{[(V_{bi} + V_{bt})M_b - (V_a \cdot M_a)]}{M_{ca}} \times 4,3$$

Keterangan:

AG = Kadar asetil

V_{bi} = Volume NaOH yang ditambah ke sampel (ml)

V_{bt} = Volume NaOH saat titrasi (ml)

M_b = Konsentrasi NaOH

V_a = Volume HCl yang ditambah ke sampel

M_a = Konsentrasi HCl

M_{ca} = Berat sampel selulosa asetat

Rumus penentuan Derajat Substitusi (DS)

$$DS = \frac{162 \times 1 \times AG}{43 \times 100 - (43 - 1)AG}$$

Keterangan:

162 = Berat molekul unit anhidroglukosa

43 = mr asetil

1 = Masa atom hydrogen

Diketahui: $V_{bi} = 5 \text{ ml}$

$V_{bt} = 9,1 \text{ ml}$

$M_b = 0,25 \text{ M}$

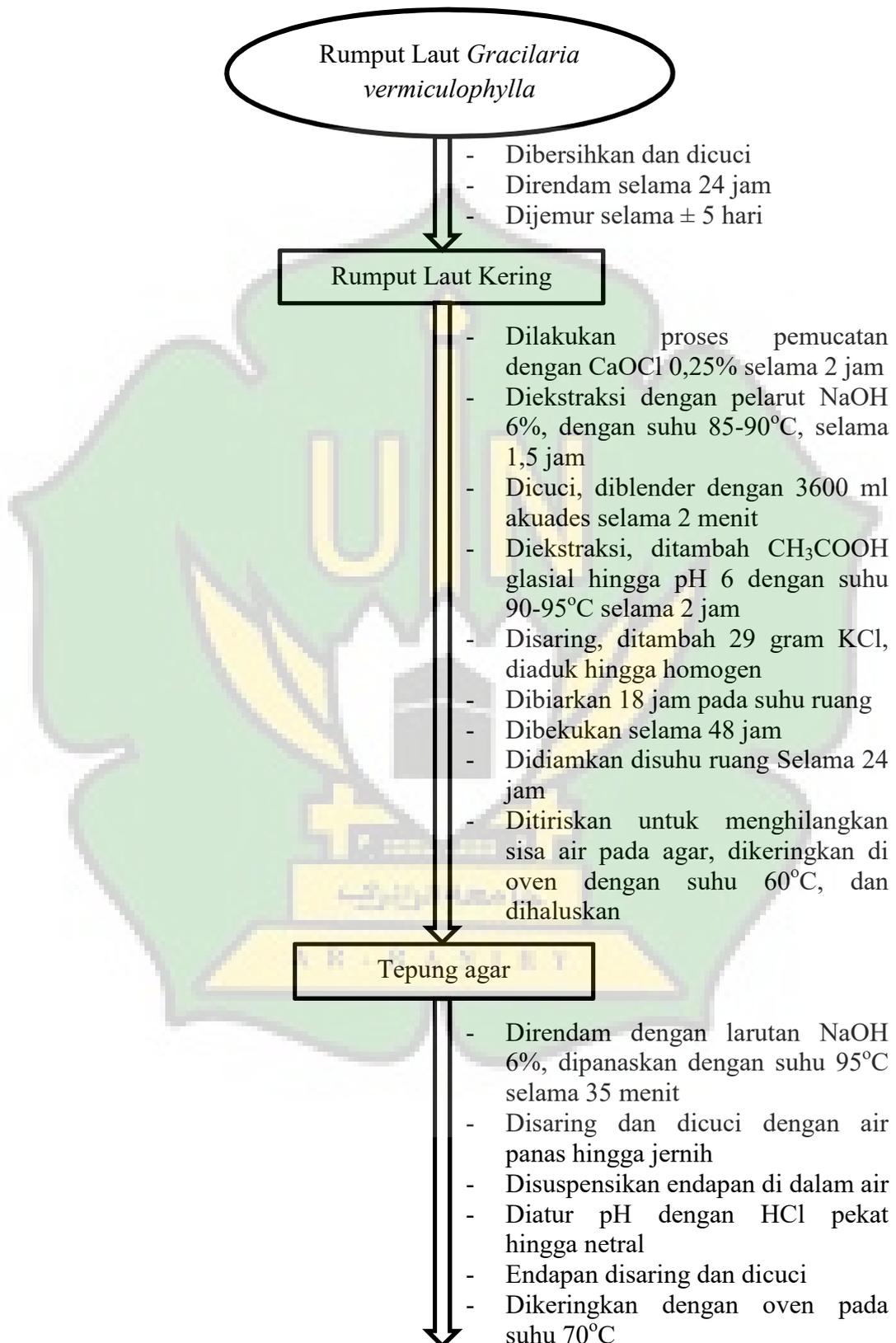
$V_a = 10 \text{ ml}$

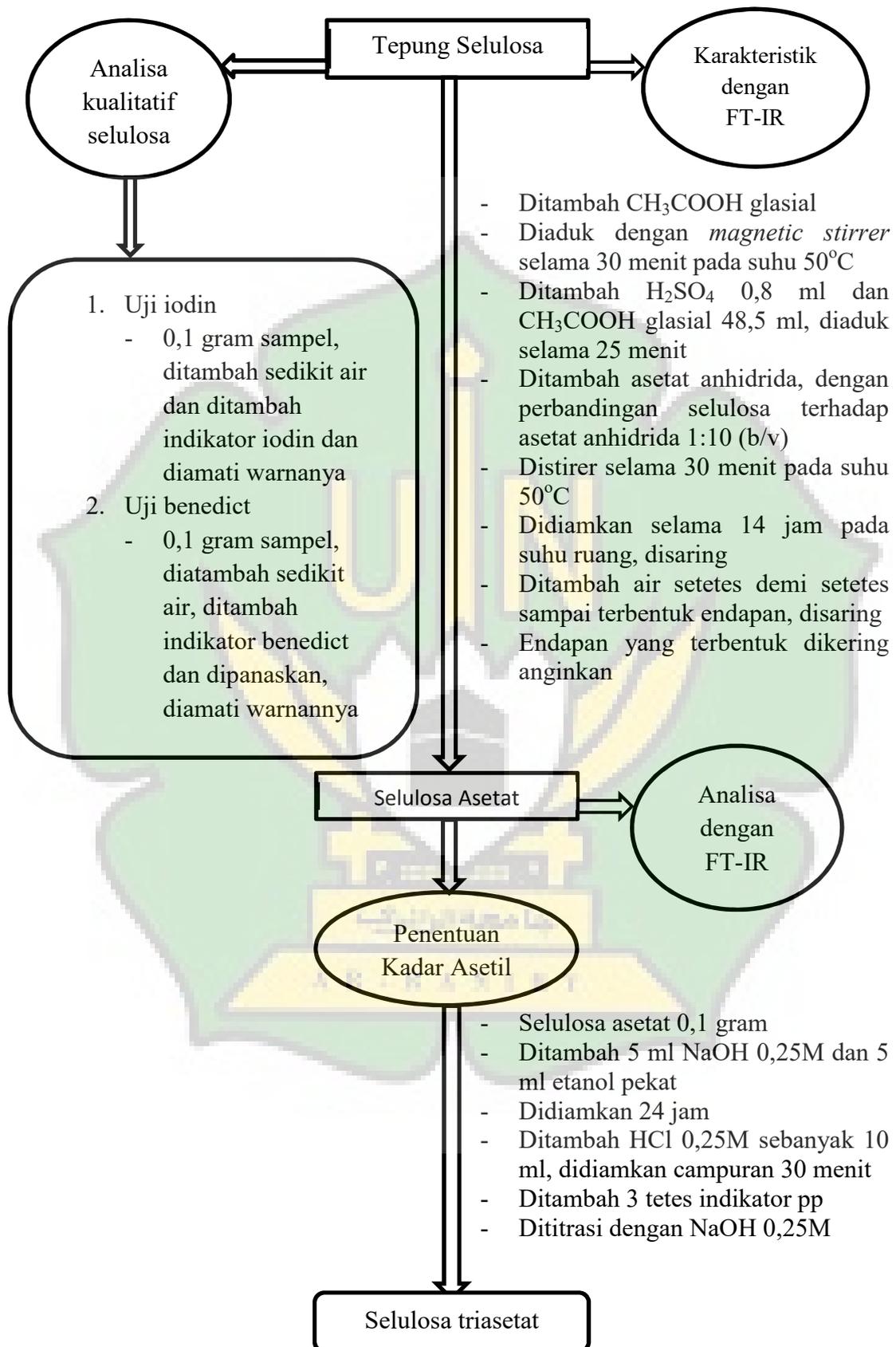
$M_a = 0,25 \text{ M}$

$M_{ca} = 0,1 \text{ gr}$

$$\begin{aligned} \text{Penentuan Kadar Asetil} &= AG = \frac{[(V_{bi}+V_{bt})M_b - (V_a \cdot M_a)]}{M_{ca}} \times 4,3 \\ &= AG = \frac{[(5+9,1)0,25 - (10 \cdot 0,25)]}{0,1} \times 4,3 \\ &= AG = 44,08\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Substitusi (DS)} &= DS = \frac{162 \times 1 \times AG}{(43 \times 100) - (43 - 1)AG} \\ &= DS = \frac{162 \times 1 \times 44,08}{(43 \times 100) - (43 - 1)44,08} \\ &= DS = 2,9 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Skema Kerja



Lampiran 3. Foto Proses Penelitian

1. Preparasi Sampel



Gambar 1. Pengambilan Rumput Laut



Gambar 2. Pembersihan Rumput Laut



Gambar 3. Penjemuran Rumput Laut

2. Ekstraksi Agar



Gambar 4. Pemucatan dengan CaOCl_2



Gambar 5. Ekstraksi dengan NaOH



Gambar 6. Penghalusan rumput Laut



Gambar 7. Ekstraksi dengan penambahan HCl



Gambar 8. Penambahan KCl

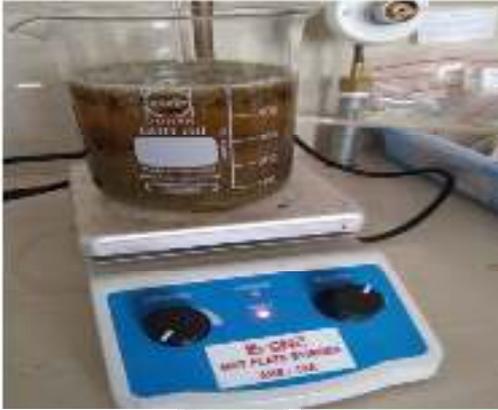


Gambar 9. Setelah Pembekuan 48 jam



Gambar 10. Pengeringan agar di Oven

3. Proses Isolasi Selulosa



Gambar 11. Isolasi dengan NaOH



Gambar 12. Penyaringan hasil isolasi



Gambar 13. Pensuspensian dan pengaturan pH dengan HCl



Gambar 14. Pengeringan dengan Oven

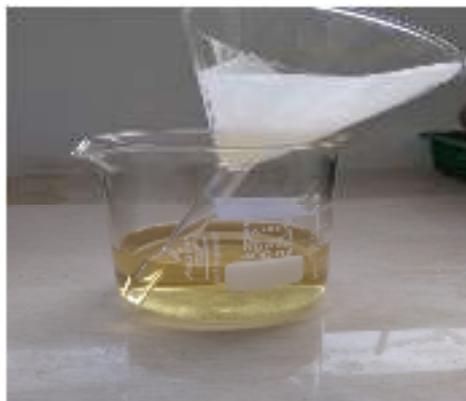
4. Proses Sintesis Selulosa Asetat



Gambar 15. Proses Sintesis Selulosa Asetat



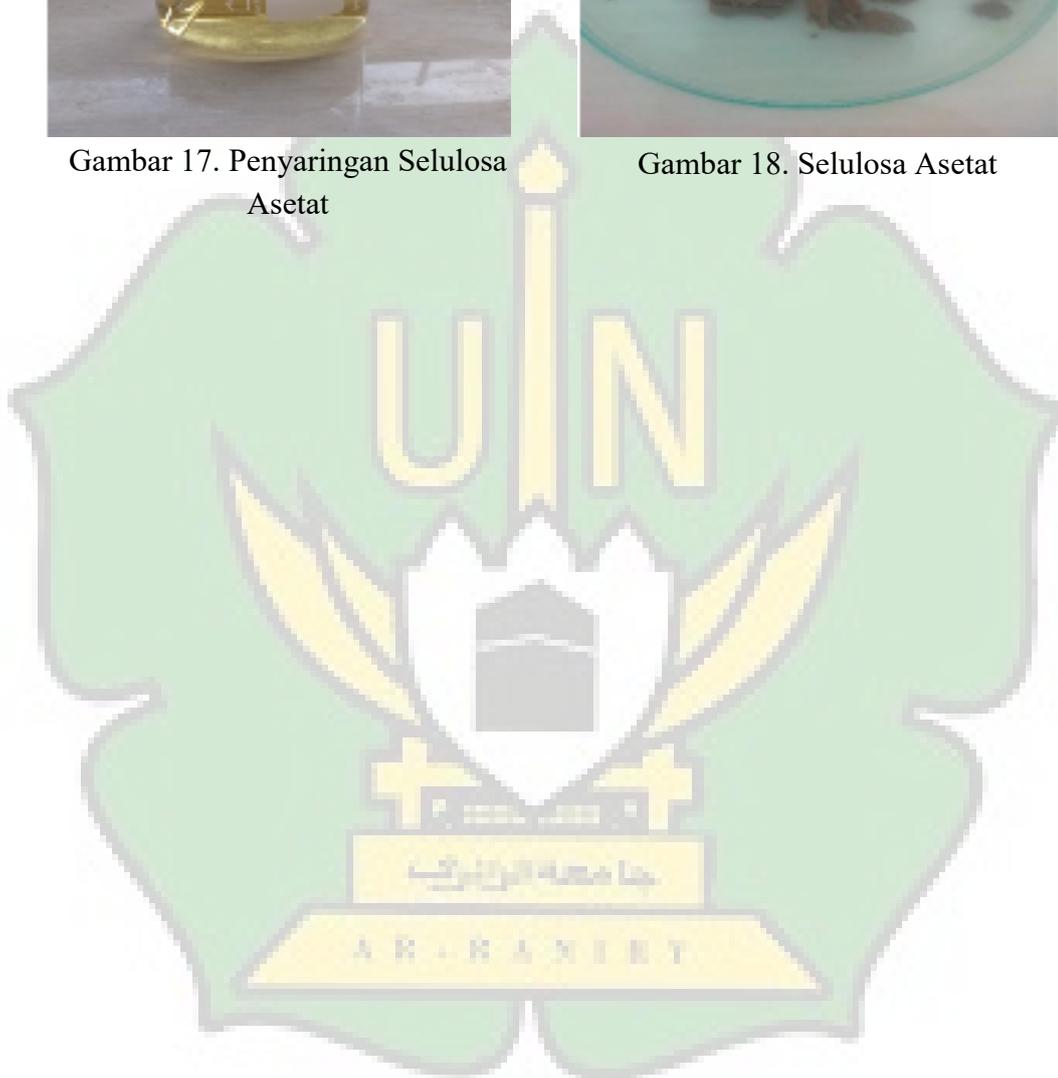
Gambar 16. Penambahan Akuades



Gambar 17. Penyaringan Selulosa Asetat



Gambar 18. Selulosa Asetat



Lampiran 4. Foto Hasil Penelitian



Gambar 19. Rumput Laut Kering



Gambar 20. Agar *Gracilaria vermiculophylla*



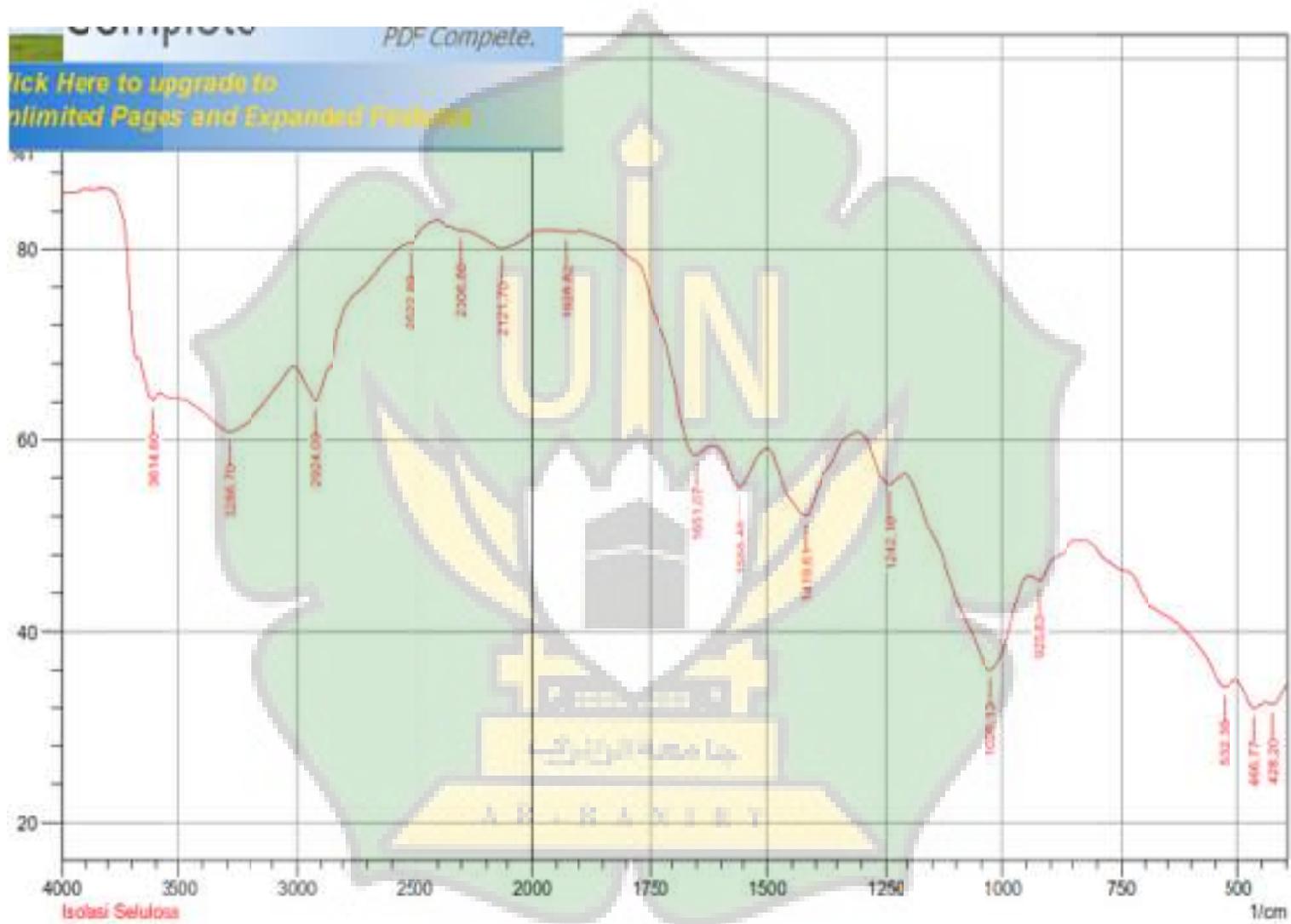
Gambar 21. Selulosa



Gambar 22. Selulosa Asetat

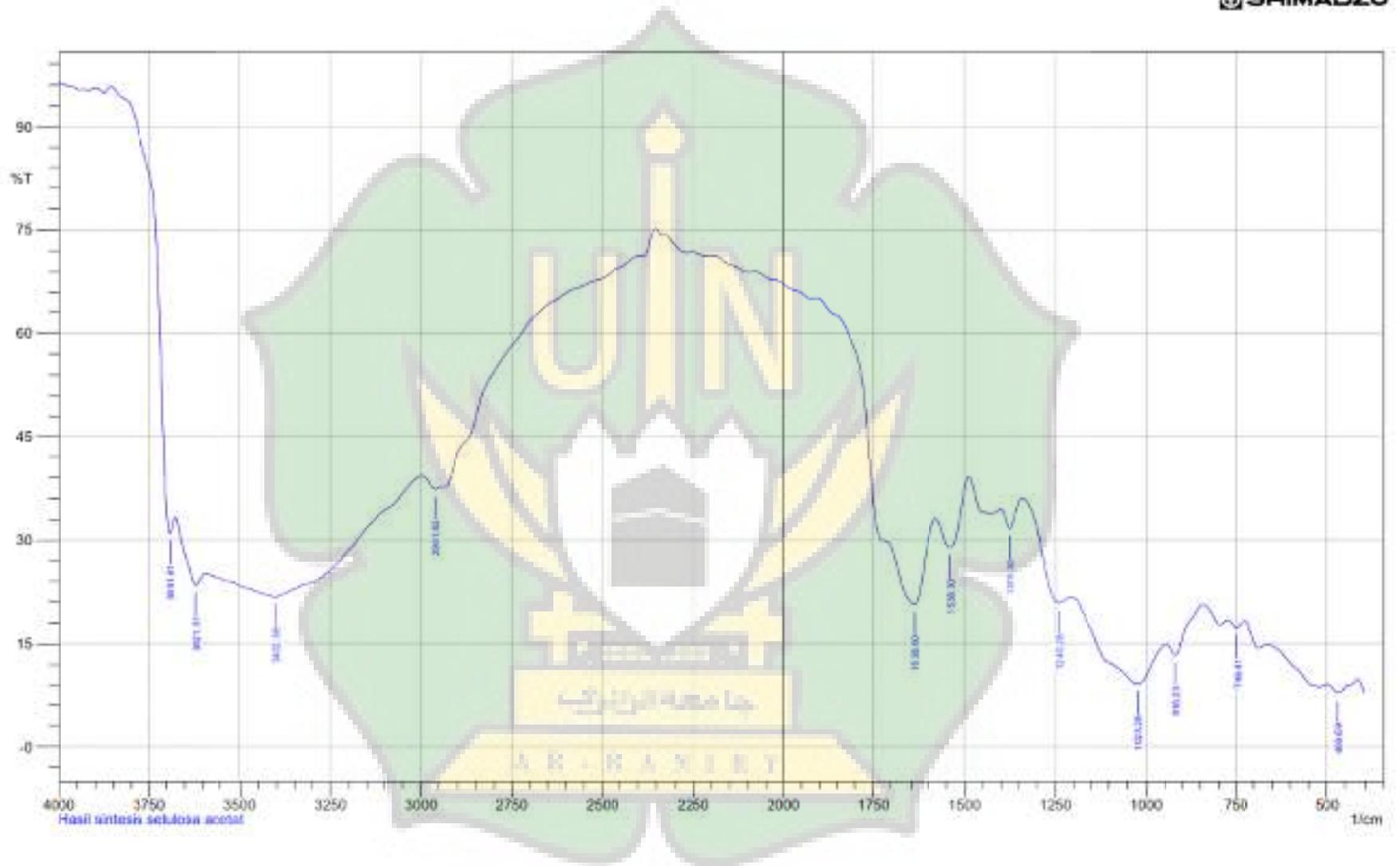


Lampiran 5. Hasil FT-IR Selulosa dan Selulosa Asetat, dan Hasil Identifikasi Rumput Laut.



Tabel 3. Hasil Bilangan Gelombang (cm^{-1}) dan Transmitan (%) FT-IR Selulosa

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Transmitan (%)
428,2	32,494147
466,77	31,417009
532,35	34,004534
925,83	45,237794
1026,13	36,020849
1242,16	55,537493
1419,61	51,827400
1558,48	55,011714
1651,07	58,187289
1928,82	81,885477
2121,7	80,085518
2306,86	81,875896
2522,89	80,527070
2924,09	63,987608
3286,7	60,875597
3614,6	63,932130

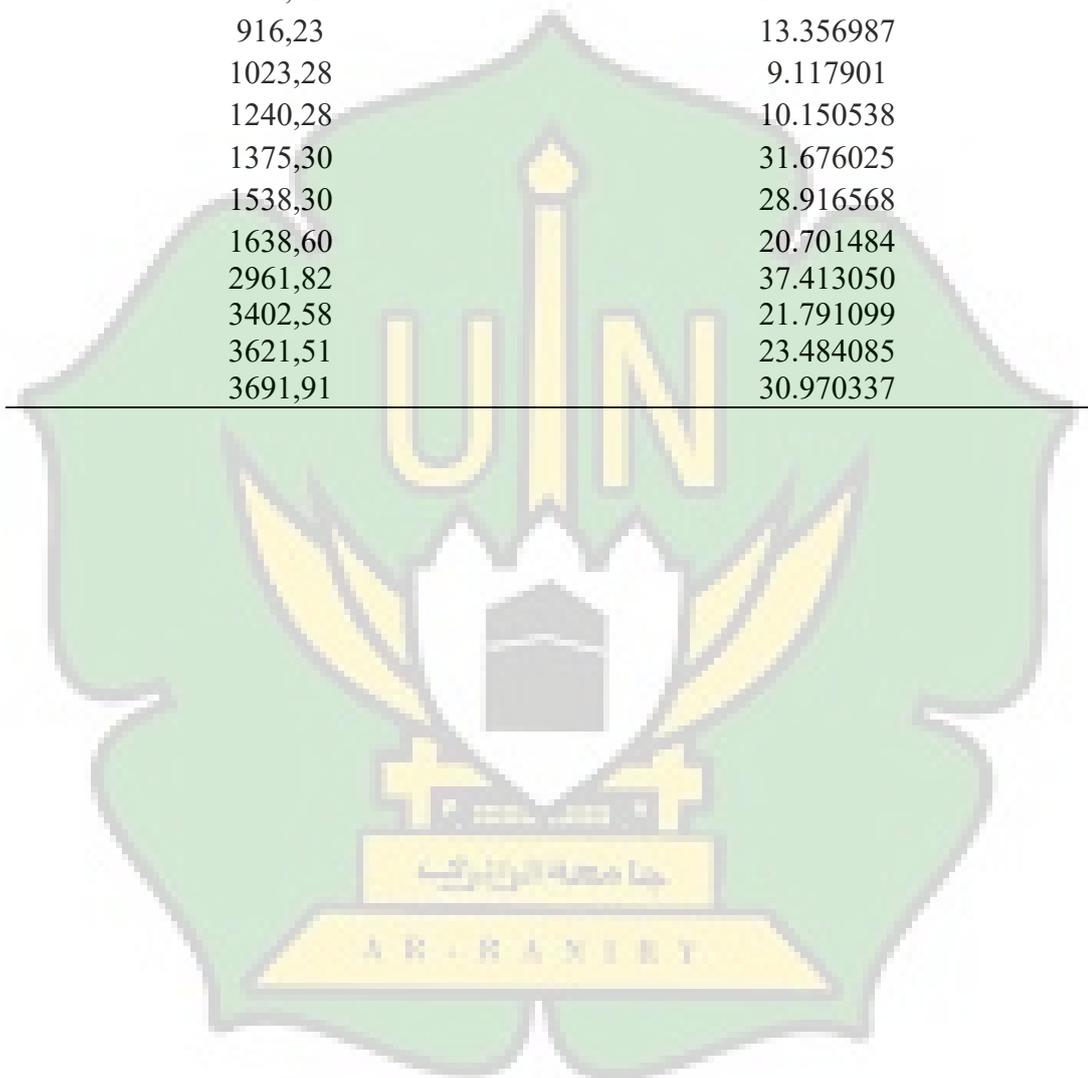


Hasil sintesis sekulosa acetat

Tabel 4. Hasil Bilangan Gelombang (cm^{-1}) dan Transmittan (%) FT-IR Selulosa

Asetat

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Transmittan (%)
469,69	7.849686
748,41	17.307057
916,23	13.356987
1023,28	9.117901
1240,28	10.150538
1375,30	31.676025
1538,30	28.916568
1638,60	20.701484
2961,82	37.413050
3402,58	21.791099
3621,51	23.484085
3691,91	30.970337



Lampiran 5. Surat Identifikasi Sampel



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN BIOLOGI**

DARUSSALAM - BANDA ACEH Telpon: 0651 - 7428212, Fax: 7552291

Nomor : B/133/UN11.1.8.1/TU/2019

25 Januari 2019

Lampiran : -

Hal : **Identifikasi Sampel Herbarium**

Kepada Yth.

Sdr. **Safrida**

Mahasiswa Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Jurusan Prodi Kimia

Fakultas Sains & Teknologi

Darussalam Banda Aceh

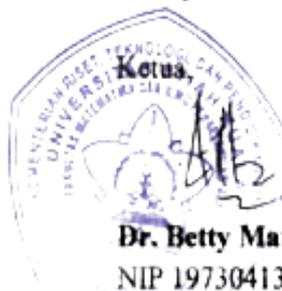
Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa telah dilakukan identifikasi tumbuhan rumput laut dengan klasifikasi taksonomi sebagai berikut :

Regnum/Kingdom	:	Protista
Phyllum	:	Rhodophyta
Classis/Class	:	Florideophyceae
Ordo/Order	:	Gracilariales
Familia/Family	:	Gracilariaceae
Genus/Genus	:	<i>Gracilaria</i> , Greville 1830
Species/Species	:	<i>Gracilaria vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenfuss 1967.

Staf Pengajar yang mengi si:

Dr. Saida Rasnovi, M.Si (NIP 197111131997022002)

Demikian hasil identifikasi ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.



Dr. Betty Mauliya Bustam, M.Sc
NIP 197304131997022001