

**ANALISIS KANDUNGAN AGAR, PROKSIMAT DAN PIGMEN RUMPUT
LAUT *Gracilaria* sp. PADA PERAIRAN ULEE LHEUE KECAMATAN
MEURAXA KOTA BANDA ACEH**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

MUHAMMAD HAIKAL

NIM. 180704046

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M /1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI
ANALISIS KANDUNGAN AGAR, PROKSIMAT DAN PIGMEN RUMPUT
LAUT *Gracilaria* sp. PADA PERAIRAN ULEE LHEUE KECAMATAN
MEURAXA KOTA BANDA ACEH

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Kimia

Oleh:
MUHAMMAD HAIKAL
NIM. 180704046
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

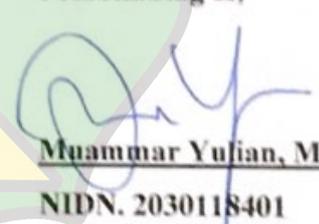
Disetujui Untuk Dimunaqasyahkan oleh:

Pembimbing I,


Reni Silvia Nasution, M.Si.

NIDN. 2022028901

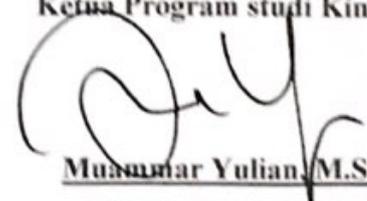
Pembimbing II,


Muammar Yulian, M.Si.

NIDN. 2030118401

Mengetahui,

Ketua Program studi Kimia


Muammar Yulian, M.Si.

NIDN. 2030118401

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KANDUNGAN AGAR, PROKSIMAT DAN PIGMEN RUMPUT
LAUT *Gracilaria* sp. PADA PERAIRAN ULEE LHEUE KECAMATAN
MEURAXA KOTA BANDA ACEH

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu/Prodi Kimia

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 25 Juli 2023
07 Muharram 1445 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi

Ketua,



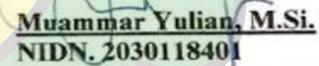
Reni Silvia Nasution, M.Si.
NIDN. 2022028901

Penguji I,



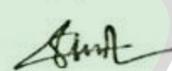
Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.
NIDN. 2027118603

Sekretaris,



Muammar Yulian, M.Si.
NIDN. 2030118401

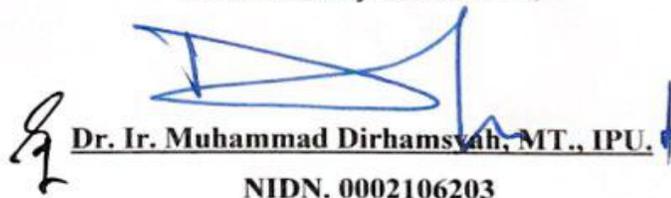
Penguji II,



Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU.
NIDN. 0002106203

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Haikal
NIM : 180704046
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Analisis Kandungan Agar, Proksimat Dan Pigmen Rumput Laut *Gracilaria* sp. Pada Perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/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 dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 02 Agustus 2023

Yang Menyatakan



(Muhammad Haikal)

ABSTRAK

Nama : Muhammad Haikal
NIM : 180704046
Program Studi : Kimia
Judul : Analisis Kandungan Agar, Proksimat Dan Pigmen Rumput Laut *Gracilaria* sp. Pada Perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh
Tanggal Sidang : 25 Juli 2023
Jumlah Halaman : 63
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, M.Si.
Pembimbing II : Muammar Yulian, M.Si.
Kata Kunci : *Gracilaria* sp, Analisis kandungan, Perairan Ulee Lheue.

Gracilaria sp. adalah salah satu spesies rumput laut yang memiliki kandungan agar, proksimat dan pigmen. Ketiga kandungan tersebut banyak digunakan dalam bidang industri, bioteknologi dan sebagai makanan yang baik dan sehat. Penelitian ini menggali potensi budidaya *Gracilaria* sp. di sepanjang pesisir Ulee Lheue, Kota Banda Aceh, berdasarkan kandungan agar, proksimat dan pigmen. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk analisis Agar adalah gravimetri dan dikarakterisasi menggunakan FTIR, untuk analisis proksimat mengacu pada metode standar *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC). Pengujian pigmen menggunakan metode maserasi tunggal serta dikarakterisasi menggunakan UV-Vis. Hasil yang diperoleh bahwa kadar agar rumput laut *Gracilaria* sp. sebesar 17,1%. Untuk kadar proksimat yaitu kadar abu 12,46 %, kadar air 11,04 %, kadar lemak 1.63 %, kadar protein 13.32%, dan kadar karbohidrat 61,55 %. Kadar pigmen rumput laut *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 5,28 %, kadar klorofil a 3,43 µg/g dan kadar karotenoid 1,6 µg/g.

ABSTRACT

Name : Muhammad Haikal
NIM : 180704046
Study Program : Chemistry
Title : *Analysis of agar, proximate and pigment content of Gracilaria sp. In Ulee Lheue seashore, Meuraxa District, Banda Aceh City*
Session Date : 25 July 2023
Thesis Thickness : 63
Advisors I : Reni Silvia Nasution, M.Si.
Advisors II : Muammar Yulian, M.Si.
Keyword : *Gracilaria sp, Content analysis, Ulee Lheue Coastal.*

Gracilaria sp. is one of the seaweed species that has agar, proximate and pigment content. The three contents are widely used in industry, biotechnology and as a good and healthy food. This study explores the potential of Gracilaria sp. cultivation along the coast of Ulee Lheue, Banda Aceh City, based on agar, proximate and pigment content. The method used in this study for Agar analysis is gravimetric and characterized using FTIR, for proximate analysis refers to the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) standard method. Pigment testing using a single maceration method and characterized using UV-Vis. The results obtained showed that the agar content of Gracilaria sp. seaweed was 17.1%. For proximate content is 12.46% ash content, 11.04% water content, 1.63% fat content, 13.32% protein content, and 61.55% carbohydrate content. Pigment levels of Gracilaria sp. seaweed were obtained at 5.28%, chlorophyll a levels of 3.43 µg/g and carotenoid levels of 1.6 µg/g.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai *hudan li an-nas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan li al-alamin* (rahmat bagi segenap alam), sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW. beserta keluarganya, para sahabatnya dan seluruh umatnya yang selalu istiqomah hingga akhir zaman.

Penulis dalam kesempatan ini penulis mengambil judul skripsi “**Analisis Kandungan Agar, Proksimat dan Pigmen Rumput Laut *Gracilaria* sp. Pada Perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh**”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan tahap terakhir pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam membuat dan menyelesaikan skripsi, penulis juga mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih, terutama kepada orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan untaian doa nya selama ini. Tidak lupa pula ucapan terimakasih penulis kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Muammar Yulian, M.Si., selaku Ketua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, sekaligus dosen pembimbing II Skripsi.
3. Ibu Reni Silvia Nasution M.Si., selaku Dosen Pembimbing I dari Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Bhayu Gita Bhernama, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penasehat Akademik saya di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Seluruh Ibu/Bapak Dosen di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

6. Semua teman-teman seperjuangan angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama penulis membuat dan menyelesaikan skripsi.
7. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

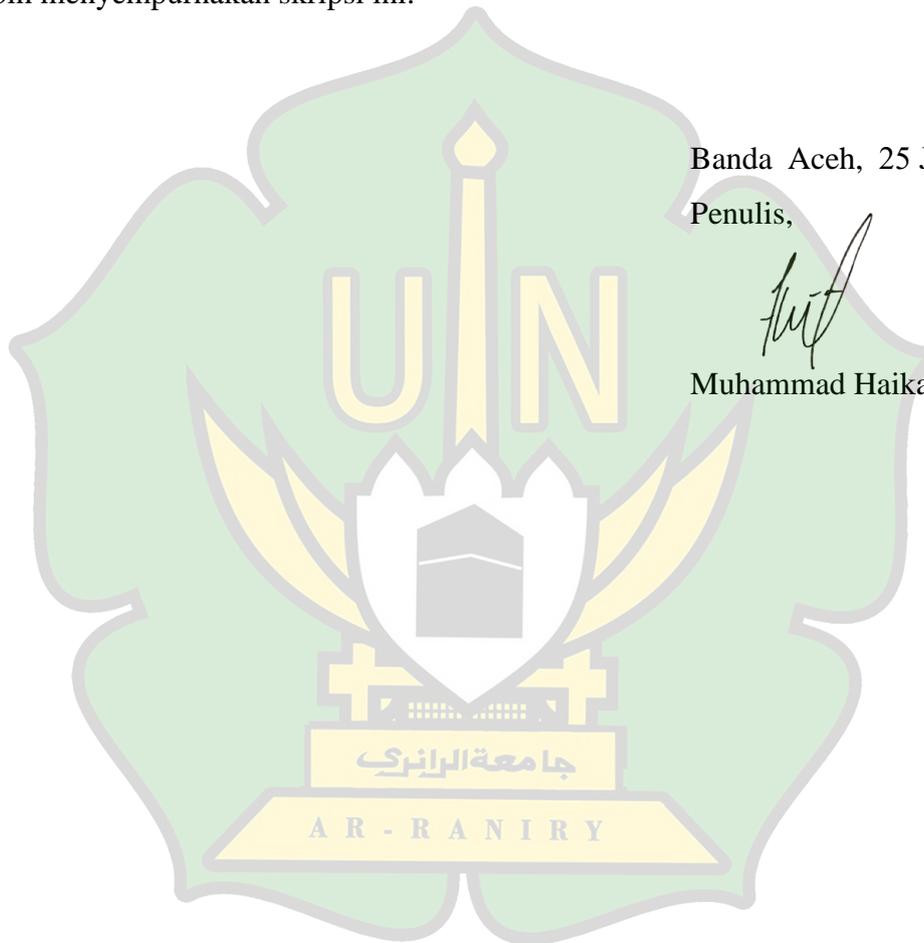
Semoga amal baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk lebih menyempurnakan skripsi ini.

Banda Aceh, 25 Juli 2023

Penulis,



Muhammad Haikal



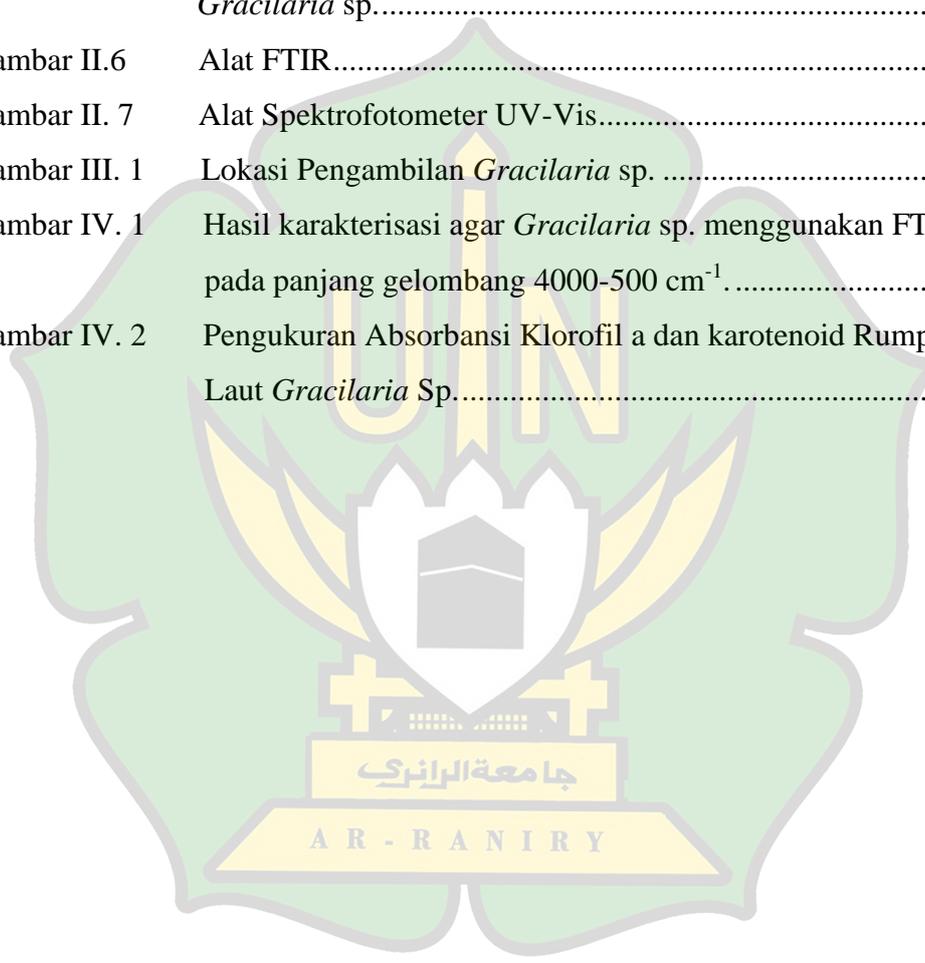
DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Manfaat Penelitian.....	3
I.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 <i>Gracilaria</i> sp.	4
II.2 Kandungan Kimia <i>Gracilaria</i> sp.....	6
II.2.1 Agar	7
II.2.2 Proksimat	9
II.2.3 Pigmen	13
II.3 Ekologi Perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.....	14
II.4 Ekstraksi	16
II.4.1 Ekstraksi Maserasi	17
II.4.2 Ekstraksi Sokletasi.....	18
II.5 Metode Kjeldahl.....	19
II.6 Spektrofotometri FTIR.....	21

II.7 Spektrofotometri UV-Vis.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
III.1 Waktu dan Tempat.....	25
III.2 Alat dan Bahan.....	25
III.2.1 Alat	25
III.2.2 Bahan.....	25
III.3 Prosedur Percobaan.....	26
III.3.1 Lokasi Sampling.....	26
III.3.2 Identifikasi <i>Gracilaria</i> sp.	26
III.3.3 Preparasi dan Analisis Agar <i>Gracilaria</i> sp.....	26
III.3.4 Analisis Proksimat <i>Gracilaria</i> sp.....	27
III.3.5 Ekstraksi Pigmen <i>Gracilaria</i> sp.	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV.1 Data Hasil Pengamatan.....	31
IV.2 Pembahasan	32
IV.2.1 Analisis Agar <i>Gracilaria</i> sp.....	32
IV.2.2 Analisis Kadar Proksimat.....	34
IV.2.3 Analisis Pigmen <i>Gracilaria</i> sp.....	38
BAB V PENUTUP.....	40
V.1 Kesimpulan	40
V.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	<i>Gracilaria</i> sp.	5
Gambar II. 2	Struktur kimia agarosa (A) dan agaropektin (B) dari agar	8
Gambar II. 3	Struktur Klorofil a	13
Gambar II. 4	Struktur Karoten	14
Gambar II. 5	Citra Satelit Lokasi pengambilan sampel rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.....	15
Gambar II.6	Alat FTIR.....	21
Gambar II. 7	Alat Spektrofotometer UV-Vis.....	23
Gambar III. 1	Lokasi Pengambilan <i>Gracilaria</i> sp.	26
Gambar IV. 1	Hasil karakterisasi agar <i>Gracilaria</i> sp. menggunakan FTIR pada panjang gelombang 4000-500 cm ⁻¹	33
Gambar IV. 2	Pengukuran Absorbansi Klorofil a dan karotenoid Rumput Laut <i>Gracilaria</i> Sp.....	38



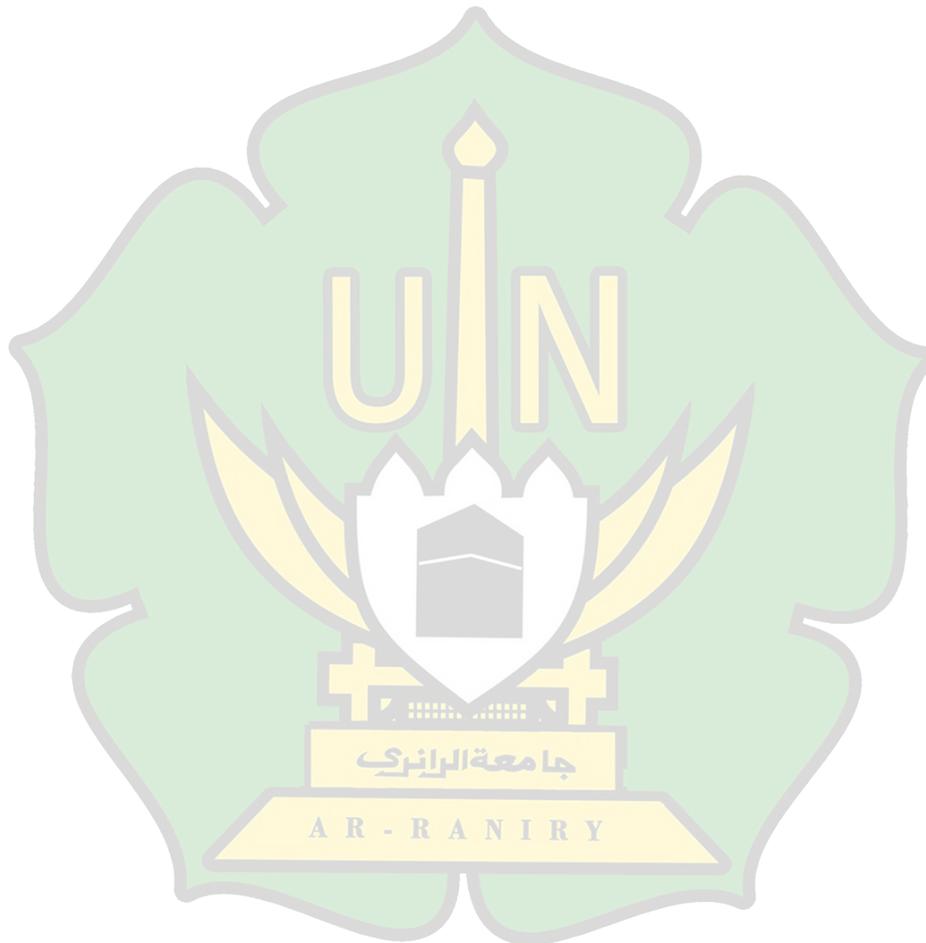
DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Klasifikasi <i>Gracilaria</i> sp.	4
Tabel II. 2	Kandungan kimia rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.	7
Tabel IV. 1	Hasil pengujian taksonomi rumput laut <i>Gracilaria</i> sp. dari perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh...	31
Tabel IV. 2	Data hasil pengujian kadar agar, proksimat (abu, air, lemak, protein dan karbohidrat) dan pigmen (klorofil a dan karotenoid) dari rumput laut <i>Gracilaria</i> sp. kering.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema Kerja	51
Lampiran 2	Perhitungan.....	55
Lampiran 3	Hasil Identifikasi Taksonomi	58
Lampiran 4	Dokumentasi Penelitian.....	60



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
DO	Oksigen terlarut atau <i>Dissolved oxygen</i>	1
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>	1
pH	<i>Potential Hydrogen</i>	1
dkk	dan kawan-kawan	1
TSS	<i>Total suspended solids</i>	2
bk	Berat kering	6
PUFA	<i>Polyunsaturated Fatty Acid</i>	10
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>	18
UV-Vis	<i>Ultra Violet-Visible</i>	19
SNI	Standar Nasional Indonesia	31
LAMBANG		
%	Persen	1
ppt	part per thousand	1
b/b	Berat per Berat	8
°C	Derajat Celsius	8
cm	Centimeter	19
tm	<i>Trademark</i>	22
g	gram	23

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Gracilaria sp. adalah rumput laut yang sering dijumpai di Indonesia dan salah satu spesies yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, dikarenakan kemampuannya untuk menghasilkan agar serta dapat dibudidayakan dengan mudah (Du dkk., 2016 dan Hernandez, 2017). Rumput laut *Gracilaria* sp. kaya akan kandungan agar, vitamin, protein, karbohidrat, serta mineral dan senyawa bioaktif lainnya, menjadikannya sebagai makanan yang baik dan sehat (Kumar dkk., 2008). *Gracilaria* sp. telah digunakan sebagai sumber utama untuk pengolahan agar, produksi makanan, pakan ternak, pupuk, kosmetik, dan juga sebagai bahan obat tradisional di banyak negara Asia (Kılınç dkk., 2013).

Kandungan agar dan komposisi proksimat memiliki peran penting dalam menentukan kualitas *Gracilaria* sp. (Ate dkk., 2017 dan Trawanda dkk., 2013). Kandungan pigmen yang tinggi dalam fotosintesis dapat menghasilkan proksimat dengan baik (Ai dan Banyo, 2011). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Gazali dkk., (2018) diketahui bahwa komponen proksimat pada rumput laut mengindikasikan adanya pigmen dalam jumlah yang cukup banyak. Selain itu, komposisi biokimia *Gracilaria* sp. juga sangat dipengaruhi oleh faktor geografis lingkungan tempatnya tumbuh. Rosemary dkk., (2019) menyajikan temuan bahwa berbagai faktor lingkungan seperti kandungan nutrisi utama yaitu nitrat dan fosfat, suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan keasaman (pH) mempengaruhi metabolisme, sintesis pigmen, komposisi langsung, dan produksi agar *Gracilaria* spp. Kajian Anton, (2017) menunjukkan bahwa *Gracilaria* sp. tumbuh pada salinitas 20 ppt memberikan hasil agar yang lebih tinggi (40,71%) jika dibandingkan dengan salinitas 30 ppt (29,58%). Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Andiska dkk., (2019) dimana hasil ekstraksi agar *Gracilaria* sp. dari laut lebih tinggi dibandingkan dari Tambak. Perairan dengan kandungan nutrisi tinggi juga akan berpengaruh terhadap kandungan proksimat seperti kadar abu (Wenno dkk, 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa faktor lingkungan memiliki pengaruh terhadap rendemen agar yang dihasilkan oleh *Gracilaria* sp.

Perairan pesisir Aceh merupakan salah satu tempat yang memiliki penyebaran makroalga yang tersebar di sepanjang pesisirnya. Hal ini dikarenakan Perairan ini memiliki kondisi yang ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut, serta memiliki tingkat pencemaran laut yang rendah (Gazali dkk., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Ondara dkk., (2020) melakukan penelitian mengenai kualitas perairan di Ulee Lheue, Kota Banda Aceh, dengan menggunakan standar kualitas air laut untuk kehidupan biota laut yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Berdasarkan penelitian tersebut, parameter-parameter seperti suhu, TSS (*total suspended solids*), lapisan minyak, pH, salinitas, DO (oksigen terlarut), BOD5 (kebutuhan oksigen biokimia), ammonia total, fosfat, nitrat, sulfida, surfaktan, minyak dan lemak, raksa, kromium heksavalen (Cr^{6+}), arsenik, kadmium, tembaga, timbal, seng, dan nikel, semuanya masih berada di bawah batas yang telah ditetapkan dan memenuhi standar kualitas air laut yang diperlukan untuk kehidupan biota laut.

Untuk memanfaatkan potensi budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. di sepanjang pesisir Ulee Lheue, Kota Banda Aceh, penting untuk mengetahui komposisi kimia *Gracilaria* sp. guna memastikan potensinya sebagai sumber pangan, pakan, dan bahan industri. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan agar, proksimat, dan pigmen rumput laut *Gracilaria* sp. di pesisir Ulee Lheue, Kota Banda Aceh.

I.2 Rumusan Masalah

Menyimpulkan dari latar belakang permasalahan, rumusan masalah dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Berapa kadar agar dan proksimat (abu, air, lemak, protein dan karbohidrat) rumput laut *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.
2. Berapa kadar pigmen (klorofil a dan karotenoid) rumput laut *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Untuk menggali informasi kadar agar dan proksimat (abu, air, lemak, protein dan karbohidrat) rumput laut *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.
2. Untuk mengetahui kadar pigmen (klorofil a dan karotenoid) rumput laut *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan dapat memberikan sumber informasi terkait kualitas rumput laut *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.
2. Diharapkan juga sebagai langkah awal untuk melakukan pemanfaatan lebih luas menggunakan bahan dasar rumput laut *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.

I.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian sini:

1. Rumput laut yang digunakan adalah *Gracilaria* sp. berasal dari perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.
2. Analisis yang dilakukan kadar agar, proksimat (abu, air, lemak, protein dan karbohidrat) dan pigmen (klorofil a dan karotenoid).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 *Gracilaria* sp.

Genus *Gracilaria* adalah kumpulan makroalga yang mencakup sekitar 300 spesies. Kelompok ini mencakup alga merah, alga hijau, dan alga coklat kehijauan (de Almeida dkk., 2011). Contohnya adalah *Gracilaria* sp., yang merupakan jenis alga merah (*Rhodophyceae*) yang tersebar di wilayah tropis dan subtropis, serta banyak tumbuh di perairan laut dangkal (Komarawidjaja dan Kurniawan, 2008).

Klasifikasi *Gracilaria* sp. menurut (Anggadiredja dkk., 2006) adalah sebagai berikut:

Tabel II. 1 Klasifikasi *Gracilaria* sp.

Tingkatan Takson	Rumput Laut
Kingdom	Protista
Divisi	Rhodophyta
Kelas	Florideophyceae
Ordo	Gracilariales
Famili	Gracilariaceae
Genus	Gracilaria
Spesies	<i>Gracilaria</i> sp.

Gracilaria sp. memiliki morfologi yang tidak membedakan antara akar, daun, dan batang, sehingga seluruh tubuhnya disebut *thallus* (Soenardjo, 2011). *Thallus* ini memiliki bentuk yang memanjang dengan cabang-cabang yang tipis. Beberapa spesies *Gracilaria* juga memiliki *thallus* yang pipih dan berlapis-lapis, sedangkan yang lain memiliki *thallus* yang kasar dan berbentuk seperti ranting. *Gracilaria* sp. memiliki karakteristik yang khas, yaitu bentuk *thallus* nya yang berbentuk silindris dan permukaannya yang licin. *Thallus* ini terdiri dari jaringan yang kuat serta memiliki cabang dengan panjang sekitar 250 mm, sedangkan garis tengah cabang berkisar dari 0,5 hingga 2,0 mm. Percabangan pada *Gracilaria* sp. biasanya terjadi secara bergantian dengan posisi tegak yang berbeda tingginya, bersebelahan, atau

memiliki jarak tertentu satu sama lain. Beberapa cabang bahkan kadang-kadang hampir *dichotomous*, dengan artian percabangan berulang dua terus menerus, dan memiliki pertulangan *lateral* yang berbentuk memanjang menyerupai rumput. Bentuk cabang-cabangnya sendiri berbentuk silindris serta meruncing di ujungnya (Rachmat, 1999).

Gracilaria sp. merupakan kelompok alga merah (*Rhodophyceae*) (Hendri dkk., 2017). Gambar II.1. merupakan gambar ciri morfologi dari *Gracilaria* sp.



Gambar II. 1 *Gracilaria* sp.

Sumber: Dokumen pribadi

Struktur mikroskopis dari *Gracilaria* sp. terdiri dari sel-sel yang tersusun dalam jaringan parenkim. Sel-sel ini memiliki dinding sel yang cukup tebal yang mengandung berbagai komponen seperti selulosa, hemiselulosa, dan polisakarida lainnya. Di dalam sel-sel tersebut, terdapat kloroplas yang berperan penting dalam proses fotosintesis (Phang dkk., 2016).

Proses fotosintesis pada rumput laut menghasilkan berbagai zat yang memiliki nilai ekonomis, tergantung pada jenis spesiesnya. Beberapa diantaranya

adalah *floridin starch*, *mannoglycerate*, dan *floridosida*. Secara lebih khusus, *Gracilaria* sp. dikenal sebagai produsen polisakarida seperti agar-agar dan karaginan, sehingga termasuk dalam kelompok agarofit (Fikri dkk., 2018). Tingkat pertumbuhan *Gracilaria* sp. juga tergolong lebih cepat dibandingkan dengan jenis-jenis rumput laut lainnya. Pertumbuhannya diperkirakan mencapai 7-13%, bahkan dapat mencapai 20% setiap harinya (Adini dkk., 2014). Karena tingkat pertumbuhannya yang tinggi ini, *Gracilaria* sp. banyak dibudidayakan dan telah berhasil dikembangkan di Indonesia (Mulyaningrum dkk., 2014).

II.2 Kandungan Kimia *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp. merupakan salah satu varietas rumput laut yang memiliki tingkat budidaya yang tinggi di dunia, dengan produksi global mencapai lebih dari 3,8 juta ton setiap tahunnya. Negara-negara seperti China dan Indonesia merupakan produsen utama *Gracilaria* sp. di dunia (Hendri dkk., 2017). Rumput laut *Gracilaria* sp. juga menjadi pilihan yang populer dalam produksi agar-agar. Hal ini dikarenakan ketersediaannya yang melimpah, harga yang terjangkau, dan kemudahan dalam pengolahannya. Kualitas agarosa dan agaropektin yang terdapat dalam *Gracilaria* sp. membuatnya mampu menghasilkan agar-agar dengan spesifikasi kekuatan gel yang lebih kuat dan stabil jika dibandingkan agar hasil ekstraksi dari *Gelidium* sp. (Winarno, 2002).

Beberapa senyawa yang umum ditemukan dalam *Gracilaria* sp. antara lain karbohidrat, protein, lemak, serat, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif seperti fenolat, flavonoid, dan fitosterol. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kılınc dkk., (2013). Komponen utama dari ganggang adalah karbohidrat (polisakarida) dan protein, contohnya seperti gandum. Semua jenis ganggang memiliki kandungan karbohidrat yang besar, termasuk gula dan pati, yang terdapat dalam bentuk kimia polisakarida berbentuk gel. *Gracilaria* sp. memiliki kandungan karbohidrat sebesar 70% (Hasanah, 2007). Selain sebagai sumber agar, *Gracilaria* sp. juga dikenal sebagai sumber fitokimia aktif biologis seperti karotenoid, *terpenoid*, *xanthophylls*, *phycobilins*, asam lemak tak jenuh, polisakarida, vitamin, *sterol*, *tokoferol*, dan *phycocyanin* (Francavilla dkk., 2013). Komposisi kimia *Gracilaria* sp. seperti pada tabel II.2 berikut:

Tabel II. 2 Kandungan kimia rumput laut *Gracilaria* sp.

Parameter	% Rendemen			
	(Rosemary dkk., 2019)	(Andiska dkk., 2019)	(Insani dkk., 2022)	(Yudiati dkk., 2020)
Agar ^{bk}	-	15,31	-	31,4- 16,21
Proksimat				
Abu ^{bk}	7.36- 8.10	41,45	21,02	4,38- 9,95
Air ^{bk}	8.40- 10.40	9,77	16,25	17,06 -18,23
Lemak ^{bk}	4.76- 7.07	0,39	0,09	1,82 -2,39
Protein ^{bk}	22.84 -25.29	6,89	0,22	15,38- 7,87
Karbohidrat ^{bk}	4.71- 8.30	41,48	61,80	61,38 -62,06
Pigmen	-	-	-	4,88- 2,31
Klorofil a	8.96 - 17.14	-	-	-
Karotenoid	2.99- 12.82	-	-	-

*Keterangan: bk= berat kering

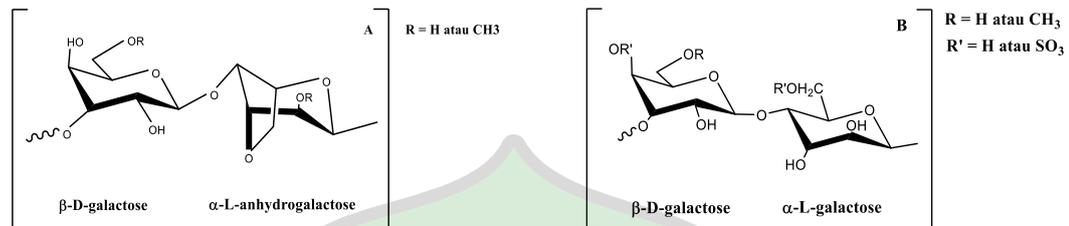
II.2.1 Agar

Dwiyitno (2011), mengungkapkan bahwa berdasarkan komposisi polisakaridanya, rumput laut dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok, yaitu rumput laut penghasil agar-agar (*agarofit*), karaginan (*karaginofit*), dan alginat (*alginofit*). *Gracilaria* sp. termasuk dalam rumput laut penghasil agar-agar dengan kualitas yang maksimal karena mengandung agarosa dan agaropektin yang baik dengan kekuatan gel yang kuat. Kehadiran *Gracilaria* sp. sangat penting dalam industri dan bioteknologi karena kandungan *phycocolloids*-nya, terutama α -(1,4)-3,6-*anhydro-L-galaktosa* dan β -(1,3)-*D-galaktosa*, yang merupakan bahan utama pembuatan agar-agar (de Almeida dkk., 2011).

Agar-agar adalah salah satu produk utama yang berasal dari rumput laut, terutama dihasilkan dari kelompok *Rhodophyceae* yang meliputi *Gracilaria*, *Sargassum*, dan *Gelidium*. Sifat agar yang memungkinkannya membentuk lapisan gel atau film menjadikannya berguna dalam berbagai aplikasi sebagai bahan penstabil, pengemulsi, pelapis, pensuspensi, inhibitor dan pembentuk gel.

Secara struktur molekuler, agar merupakan jenis polisakarida yang memiliki rantai panjang yang terdiri dari pasangan ulangan dua unit molekul polimer, yaitu agarosa dan agaropektin. Rasio kedua jenis polimer, yaitu agarosa dan agaropektin,

dapat bervariasi tergantung pada jenis spesies rumput laut yang digunakan. Persentase agarosa dalam agar juga dapat bervariasi, berkisar antara 50 hingga 90% b/b, (Fransiska dan Murdinah, 2007). Berikut gambar II.2 adalah struktur dari Agar yang terdapat pada *Gracilaria* sp.



Gambar II. 2 Struktur kimia agarosa (A) dan agaropektin (B) dari agar

Sumber: (Barros dkk., 2013)

Agar memiliki sifat tidak larut dalam air dingin, akan tetapi agar dapat larut dengan mudah dalam air panas. Ketika suhu mencapai 32-39 °C, agar akan membentuk gel dan pada suhu 85 °C akan meleleh. Agar yang memiliki tingkat kemurnian tinggi tidak akan mudah larut pada suhu 25 °C, tetapi dapat larut dengan mudah dalam air panas, amida, formalin, serta etanol. Gel agar dapat terbentuk bahkan dalam larutan agar yang sangat encer dengan konsentrasi sebesar 1%. Gel agar menunjukkan ciri-ciri khas berupa kepekaan, kemudahan pembentukan, dan memiliki titik leleh yang terdefinisi. Kekuatan gel agar sangat tergantung pada perbandingan kandungan agarosa dan agaropektin dalam rumput laut. Semakin tinggi kandungan agarosa dalam rumput laut, semakin kuat pula gel yang terbentuk. Gel agar juga memiliki sifat *thermoreversible*, yang berarti saat suhu di atas titik lelehnya, gel akan berubah menjadi fase sol, dan sebaliknya. Akan tetapi, perubahan fase ini terjadi pada suhu yang berbeda (Winarno, 2002).

Agarosa merupakan suatu bahan kimia yang digunakan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk industri obat-obatan, kosmetik, teknik jaringan, sel enkapsulasi, imunologi, dan kultur mikroorganisme. Selain itu, agarosa juga diaplikasikan dalam bidang bioteknologi, contohnya pada elektroforesis serta sebagai fase diam agarose pada kromatografi. Penggunaan agarosa dalam bidang

bioteknologi terkait dengan kemampuannya untuk membentuk gel yang kuat (Abidin dkk., 2015).

II.2.2 Proksimat

Analisis Proksimat atau sering dikenal juga dengan analisis WEENDE. Analisis Proksimat merupakan metode analisis kimia berdasarkan komposisi dan fungsi bahan kimia, yaitu kadar abu, air, lemak, protein dan karbohidrat (Suparjo, 2010).

a. Abu

Bahan pangan umumnya mengandung bahan anorganik dan air sebagai komponen utama, termasuk unsur-unsur mineral seperti natrium (Na), kalsium (Ca), kalium (K), klor (Cl), magnesium (Mg), besi (Fe), dan sulfur (S) sebagai komponen tambahan (Tambunan dkk., 2013). Saat bahan organik terbakar, akan tersisa zat anorganik yang disebut dengan abu (Nurhidayah dkk., 2019). Kadar abu pada bahan pangan merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang ada dalam bahan tersebut, dan nilai kadar abu ini mencerminkan jumlah mineral yang terkandung dalam bahan tersebut (Wenno dkk., 2012). Winarno, (1990) menyatakan bahwa produk perikanan dapat memiliki kadar abu yang berbeda-beda. Oleh karena itu, kandungan abu pada produk pangan dapat digunakan sebagai indikator kemurnian produk itu sendiri yang dipengaruhi oleh kandungan mineral pada bahan baku.

Kandungan abu pada rumput laut ternyata cukup tinggi bahkan melebihi tumbuhan darat yang hanya berkisar antara 5 hingga 10% (Kumar dkk., 2011). Tingginya kandungan abu pada rumput laut disebabkan oleh mekanisme penyerapan nutrisi mineral melalui seluruh permukaan *thallus* sebagai adaptasi terhadap lingkungan laut yang kaya akan mineral. Kadar abu pada jaringan rumput laut dipengaruhi oleh jumlah nutrisi mineral yang berhasil diserap, sehingga kadar abu pada rumput laut menjadi tinggi (Nosa dkk., 2020).

Selain itu, perlu diketahui bahwa hasil pengukuran kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh metode pengeringan yang digunakan. Sebagai contoh, pada kadar abu pada *C. lentillifera* yang dikeringkan dengan metode sinar matahari tidak langsung lebih tinggi, mencapai 41,83%, dibandingkan dengan pengeringan langsung yang menghasilkan kadar abu sebesar 40,66% (Tapotubun, 2018). Hal ini

menunjukkan bahwa metode pengeringan yang berbeda dapat memberikan perbedaan dalam hasil pengukuran kadar abu. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan metode pengeringan yang digunakan dalam analisis kadar abu untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil yang diperoleh.

Penelitian lainnya yang dilakukan Damayanti, (2019) diperoleh bahwa semakin tinggi salinitas menyebabkan semakin tinggi kadar abu yang dikandung, dimana pada salinitas 35 ppt diperoleh kadar abu 4,10 % dan pada salinitas 25 ppt. diperoleh lebih rendah yaitu 2,94 %. Selain salinitas, Kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh umur panen. *Gracilaria* sp. Umur panen 55 hari memberikan kadar abu tertinggi dan berbeda nyata dengan umur panen 40, 45, dan 50 hari (Wenno dkk., 2012).

b. Air

Kadar air dalam suatu bahan pangan memiliki dampak yang signifikan terhadap masa simpannya. Semakin tinggi kadar air dalam bahan pangan, semakin besar kemungkinan bahan tersebut mengalami kerusakan (Ate dkk., 2017). Komposisi kimia dari *Caulerpa* spp. dalam keadaan segar didominasi oleh air, mencapai 94,84% (Tapotubun, 2018). Namun, setelah *C. lentillifera* mengalami proses pengeringan, kadar airnya menurun menjadi 9,22-18,22%. Proses pengeringan menguapkan sebagian besar air, sehingga kadar air menurun secara drastis. Metode pengeringan tidak langsung (kering-angin) memerlukan waktu lebih lama, yaitu selama 7 hari, dibandingkan dengan pengeringan langsung di bawah sinar matahari yang hanya memerlukan waktu 3 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pengeringan udara dengan suhu rendah dalam waktu yang cukup lama dapat menghasilkan kadar air yang lebih rendah. Pada kondisi segar, rumput laut memiliki kandungan air sekitar 80-90%, namun setelah pengeringan dengan udara kadar airnya menjadi 10-20% (Chaidir, 2006).

Pengetahuan mengenai kadar air dalam bahan pangan sangat penting, karena hal tersebut mempengaruhi penanganan dan penyimpanan bahan pangan secara tepat untuk mempertahankan mutu dan daya tahan bahan pangan tersebut. *C. lentillifera* memiliki kandungan air yang sangat tinggi, sehingga memerlukan ruang penyimpanan yang luas dan dapat menjadi rentan terhadap kerusakan. Salah satu cara untuk memaksimalkan pemanfaatan *C. lentillifera* adalah dengan

menggunakan metode pengeringan. Pengeringan memungkinkan *C. lentillifera* untuk disimpan dalam ruang yang lebih kecil sambil tetap mempertahankan potensi nutrisinya. Dengan *C. lentillifera* yang sudah dikeringkan, bahan tersebut dapat disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama (Tapotubun, 2018).

c. Lemak

Lemak dan minyak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar. Kandungan lemak yang sangat rendah dalam rumput laut memiliki manfaat yang baik bagi kesehatan manusia, sehingga rumput laut ini aman dikonsumsi dalam jumlah besar dan dapat menjadi bahan utama dalam makanan diet rendah lemak. Studi oleh Ortiz dkk., (2006) menyatakan bahwa lemak dalam rumput laut umumnya terdiri dari poli asam lemak tak jenuh, terutama PUFA C18 yang sangat diperlukan oleh tubuh. Kandungan lemak dalam rumput laut pada umumnya kurang dari 4% dan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan tanaman darat (Kumar dkk., 2011).

Rumput laut termasuk dalam kelompok bahan alam dengan kandungan lemak yang rendah. Setelah mengalami proses pengeringan dengan metode sinar matahari langsung, kadar lemak dari rumput laut *C. lentillifera* menjadi sebesar 0,88%, sementara dengan metode pengeringan tidak langsung menjadi sebesar 0,99%. Kedua metode pengeringan tersebut memberikan hasil kadar lemak yang hampir identik dan hanya mengalami sedikit peningkatan dibandingkan dengan keadaan segar, yaitu sebesar 0,76% (Tapotubun, 2018).

d. Protein

Protein memiliki fungsi yaitu sebagai unsur utama dan pembentuk jaringan organ pada tubuh manusia (Anissa dan Dewi, 2021). Kandungan Protein pada rumput laut umumnya memiliki kadar yang tinggi. Protein pada beberapa rumput laut mengandung semua asam amino esensial memastikan tubuh mendapatkan berbagai asam amino yang baik (De Bhowmick dan Hayes, 2022). Kandungan protein dalam rumput laut berkisar antara 5-15% dari berat keringnya, sedangkan pada rumput laut hijau dan merah berkisar antara 10-30% dari berat kering. Beberapa jenis rumput laut merah, seperti *Palmaria palmate* (dulse) dan *Porphyra tenera* (nori), memiliki kandungan protein yang lebih tinggi, mencapai 35-47% dari

berat keringnya. Kandungan protein dalam agarosa lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran yang kaya protein seperti kacang kedelai. Kacang kedelai memiliki kandungan protein sekitar 35% dari berat keringnya, sedangkan kadar protein dalam agarosa lebih besar daripada itu (Almatsier, 2016).

Kandungan protein pada rumput laut dipengaruhi oleh salinitas, kadar nitrat dan fosfat (Yulianingsih dan Tamzil, 2007). Kadar protein berkorelasi dengan yang tersedia di lingkungan hidupnya, dimana energi yang dihasilkan dari fotosintesis berupa ATP akan tinggi jika kadar fosfat tinggi. Sebaliknya apabila kadar fosfat rendah akan terjadi proses penurunan dari kandungan protein pada sel-sel rumput laut yang kemudian diikuti oleh degradasi berbagai komponen sel yang terlibat dalam sintesis protein, seperti klorofil a serta pigmen-pigmen lainnya (Yudiati dkk., 2020). Kandungan protein akan meningkat apabila kadar salinitas semakin tinggi, selain itu salinitas juga mempunyai pengaruh terhadap produktivitas protein pengurangan pertumbuhan dan produktivitas dibawah tekanan salinitas kemungkinan besar disebabkan oleh pengalihan energi yang tersedia menuju proses seperti osmoregulasi. Selain mempengaruhi jumlah total protein, salinitas juga mempengaruhi kualitas protein (komposisi asam amino) yang ada pada makroalga (Sukmawan dkk., 2014),

e. Karbohidrat

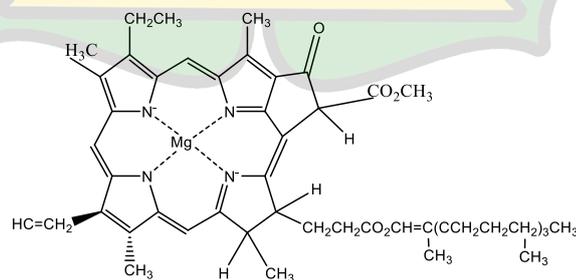
Karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari serat kasar dan bahan bebas dari nitrogen, yang juga dikenal sebagai *nitrogen free extract* (NFE). Bentuk sederhana dari karbohidrat umumnya lebih mudah larut dalam air dibandingkan lemak atau protein. Karbohidrat memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, seperti rasa, warna, dan tekstur (Yuliani dkk., 2017). Kandungan karbohidrat yang terdapat pada rumput laut biasanya berupa serat yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan. Keberadaan karbohidrat dalam bentuk serat kasar memiliki peran penting dalam membentuk gumpalan kotoran dan memfasilitasi pengeluaran feses dari usus. Sebagai akibatnya, konsumsi karbohidrat ini hanya memberikan asupan kalori dalam jumlah kecil dan sangat cocok digunakan sebagai makanan dalam diet (Kumar dkk., 2011).

II.2.3 Pigmen

Klorofil adalah pigmen utama yang berperan dalam proses fotosintesis dengan menyerap energi cahaya matahari untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat. Pigmen ini memberikan warna hijau pada organisme fotosintetik dan memiliki struktur dasar porfirin dengan ion magnesium di pusat molekulnya. Klorofil a merupakan pigmen utama yang hadir pada hampir semua organisme fotosintetik oksigenik dan bertanggung jawab atas proses fotosintesis (Gross, 1991). Rumput laut juga mengandung klorofil a serta pigmen pendukung seperti klorofil b, c, atau d, serta karotenoid yang berfungsi melindungi klorofil a dari fotooksidasi (Atmadja, 1992).

Kandungan total klorofil pada daun hijau tua lebih tinggi daripada daun berwarna merah tua karena daun hijau tua memiliki klorofil yang lebih mendominasi. Selama perkembangan daun, terjadi sintesis klorofil b dari klorofil a. sehingga kandungan klorofil meningkat seiring perkembangan daun dari hijau muda menjadi hijau tua (Maulid dan Laily, 2015).

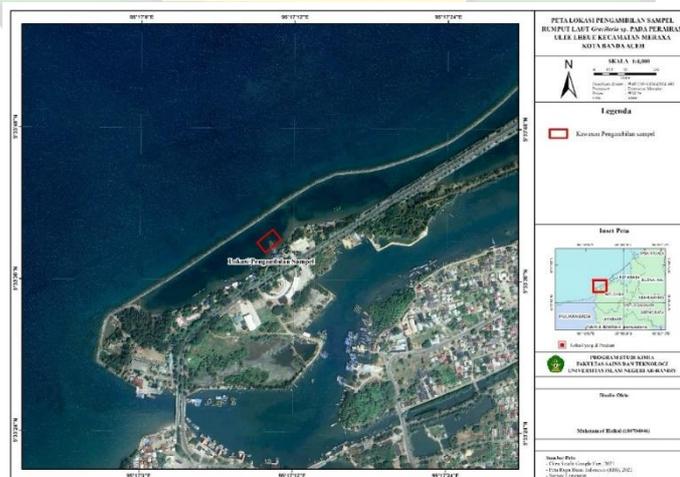
Klorofil a dan b terdapat dalam membran tilakoid, dan pembentukan klorofil dipengaruhi oleh faktor seperti gen, cahaya, serta unsur-unsur seperti nitrogen, magnesium, dan besi. Tanaman hijau mengandung klorofil a dan b, dengan klorofil a menjadi komponen dominan. Kandungan klorofil dalam tanaman umumnya sekitar 1% berat kering. Kemampuan daun untuk melakukan fotosintesis meningkat saat daun berkembang, namun akan menurun seiring dengan penuaan daun yang ditandai dengan kerusakan klorofil dan fungsi kloroplas (Maulid dan Laily, 2015). Struktur Klorofil a dapat dilihat pada gambar II.3 berikut.



Perairan Ulee Lheue memiliki karakteristik lokasi dengan komposisi pasir berlempung dan lempung liat berpasir. pH perairannya stabil dalam rentang 7,6-7,7, sementara suhunya berkisar antara 20-27 °C. pH dan suhu permukaan air laut di perairan Ulee Lheue dikategorikan sebagai nilai normal yang mendukung kelangsungan hidup biota laut. Kadar oksigen terlarut (DO) di perairan ini berkisar antara 4,07-4,85 mg/l, sementara salinitasnya berkisar antara 20-25 ppt. Hal ini dapat dijelaskan oleh adanya pasokan air tawar yang mengalir ke perairan pantai, yang mempengaruhi stabilnya nilai pH serta mendukung kelangsungan, keanekaragaman serta produktivitas hidup biota laut di dalamnya (Lindawaty dkk., 2016).

Pada penelitian yang dilakukan Ondara dkk., (2020) mengkaji nilai kualitas perairan Kota Banda Aceh menggunakan baku mutu air laut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 untuk kehidupan biota laut. Dengan menggunakan parameter yang meliputi salinitas, suhu, pH, TSS (*Total Suspended Solids*), lapisan minyak, DO (*Dissolved Oxygen*), fosfat, nitrat, BOD5 (*Biological Oxygen Demand*), ammonia total, sulfida, surfaktan, raksa, Cr6+ (krom), minyak dan lemak, arsen, kadmium, tembaga, timbal, seng, dan nikel masih berada di bawah ambang batas dan memenuhi standar kualitas air laut untuk mendukung kehidupan biota laut. Kondisi ini memberikan peluang baru dalam proses budidaya rumput laut di pesisir laut Aceh.

Berikut adalah citra satelit perairan Ulee Lheue Kota Banda Aceh yang dapat dilihat pada gambar II.4 dibawah ini:



Gambar II. 5 Citra Satelit Lokasi pengambilan sampel rumput laut *Gracilaria* sp.

Pemilihan lokasi atau lahan yang tepat merupakan faktor yang sangat penting dalam produksi budidaya rumput laut, seperti yang disebutkan oleh Maryunus dkk., (2019). Lokasi yang dipilih harus memenuhi sejumlah kriteria yang relevan, seperti kualitas perairan, kondisi pasang-surut, suhu air, kecepatan aliran, serta ketersediaan nutrisi yang cukup. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas rumput laut. Dengan memilih lokasi yang sesuai, tingkat keberhasilan budidaya rumput laut dapat ditingkatkan (Anggadiredja dkk., 2006). Selain pemilihan lokasi yang tepat, faktor penting lainnya yang berkontribusi terhadap pertumbuhan rumput laut adalah kualitas air, termasuk ketersediaan unsur hara yang cukup. Air yang berkualitas baik dengan kandungan nutrisi yang memadai akan memberikan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan dan produktivitas rumput laut (Ridwan dkk., 2019).

Gracilaria sp. merupakan salah satu jenis alga merah (*Rhodophyceae*) yang tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, terutama di perairan laut dangkal (Komarawidjaja dan Kurniawan, 2008). Habitat alami *Gracilaria* sp. adalah di perairan pantai. Menurut penelitian oleh Hendrajat dkk., (2010) *Gracilaria* sp. adalah salah satu jenis rumput laut yang memiliki sifat *euryhaline*, yang berarti memiliki kemampuan untuk hidup diperairan dengan kisaran salinitas antara 15 hingga 30 ppt. Karena sifat ini, *Gracilaria* sp. dapat dibudidayakan dengan baik baik di daerah pantai maupun tambak. Selain sebagai sumber daya laut yang bermanfaat sebagai bahan makanan yang sehat, rumput laut *Gracilaria* juga memainkan peran penting dalam mengendalikan kualitas perairan. Penelitian oleh Kartono dkk., (2008) menunjukkan bahwa *Gracilaria* sp. memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas lingkungan perairan, termasuk sebagai faktor penentu dinamika oksigen. Hal ini membuktikan bahwa rumput laut *Gracilaria* dapat memberikan manfaat seperti, berperan sebagai pemacu untuk menjaga kondisi pertumbuhan yang optimal.

II.4 Ekstraksi

Ekstraksi telah menjadi metode umum yang digunakan sejak zaman kuno. Menurut Panda dan Manickam, (2019) ekstraksi merupakan suatu proses penting dalam industri farmasi, kedokteran, kosmetik dan makanan dan perkembangan

teknologi ekstraksi dapat memberikan manfaat yang lebih baik. Beberapa penelitian terkait ekstraksi produk alami dengan menggunakan bantuan kavitas, seperti protein, senyawa bioaktif, polisakarida, rasa, minyak esensial, wewangian, dan bahan kimia halus (seperti pigmen dan pewarna), telah menunjukkan keunggulan dalam mencapai hasil ekstraksi yang optimal dan kualitas ekstrak yang lebih baik dari berbagai sumber (baik makanan, tanaman, maupun mikroorganisme).

Ekstraksi merupakan metode untuk memisahkan zat tertentu dari campuran dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan harus mampu mengekstrak zat yang diinginkan tanpa melarutkan bahan lain. Proses ekstraksi melibatkan tiga langkah dasar:

1. Penambahan sejumlah pelarut untuk melarutkan sampel, biasanya melalui proses difusi.
2. Zat yang terlarut dipisahkan dari sampel dan terlarut dalam pelarut, membentuk fase ekstrak.
3. Pemisahan sampel dengan ekstrak

Menurut Nahor dkk., (2020), ekstraksi atau penyaringan adalah proses yang digunakan untuk memisahkan senyawa dari bahan simplisia dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Tujuan utama dari proses ekstraksi adalah untuk mengisolasi atau memisahkan senyawa-senyawa yang diinginkan dari bahan simplisia. Contoh metode ekstraksi yang umum digunakan adalah maserasi dan sokletasi.

II.4.1 Ekstraksi Maserasi

Asal usul istilah "*maserasi*" berasal dari bahasa Latin "*macerare*", yang berarti merendam. Metode ini adalah salah satu cara ekstraksi di mana simplisia direndam dalam pelarut non polar atau setengah air selama periode tertentu. Maserasi termasuk dalam metode ekstraksi tanpa pemanasan atau sering disebut ekstraksi dingin, di mana pelarut dan sampel tidak dipanaskan sama sekali. Oleh karena itu, metode maserasi cocok digunakan untuk senyawa yang mudah terpengaruh oleh panas (termolabil) (Mubarak, 2021). Prinsip dasar maserasi adalah zat aktif akan terikat atau larut berdasarkan kelarutannya dalam pelarut (*like dissolves like*). Prosesnya melibatkan merendam bahan simplisia dalam pelarut yang khusus selama beberapa hari sambil sesekali diaduk, lalu disaring untuk mendapatkan ekstraknya. Dalam metode ekstraksi, terdapat berbagai cara untuk

mengekstraksi senyawa aktif dari tanaman atau hewan dengan menggunakan pelarut yang tepat. Beberapa pelarut bersifat "bisa mencampur air" (seperti air itu sendiri, disebut pelarut polar), sedangkan pelarut lainnya bersifat "tidak bisa mencampur air" (seperti aseton, etil asetat, disebut pelarut nonpolar atau pelarut organik).

Metode ekstraksi maserasi melibatkan proses merendam bahan dalam pelarut yang sesuai untuk mengekstraksi senyawa aktif yang diinginkan, baik dengan atau tanpa pemanasan. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi termasuk waktu, suhu, jenis pelarut, perbandingan bahan dan pelarut, serta ukuran partikel (Novitasari dan Putri, 2016). Kelebihan metode ekstraksi dengan maserasi meliputi penggunaan alat yang sederhana, biaya operasional yang relatif rendah, dan proses yang hemat energi serta tidak melibatkan pemanasan. Namun, terdapat juga beberapa kelemahan, seperti hasil ekstraksi yang tidak sempurna karena hanya sekitar 50% zat aktif yang terekstraksi, dan proses yang memakan waktu lama, biasanya beberapa hari.

II.4.2 Ekstraksi Sokletasi

Sokletasi adalah metode atau proses pemisahan komponen dalam zat padat melalui penyaringan berulang menggunakan pelarut khusus, sehingga semua komponen yang diinginkan dapat terisolasi. Isolasi senyawa organik dari bahan padat disebut ekstraksi. Jika senyawa organik tersebut hanya terdapat dalam jumlah kecil dalam bahan padat, metode ekstraksi seperti maserasi tidak efektif, dan digunakan teknik lain di mana pelarut harus dipanaskan agar isolasi senyawa organik tersebut lebih efisien. Teknik isolasi semacam itu disebut sokletasi.

Prinsip sokletasi adalah melakukan penyaringan berulang sehingga hasil yang diperoleh lebih sempurna, sambil menggunakan jumlah pelarut yang relatif sedikit. Setelah proses penyaringan selesai, pelarutnya diuapkan kembali dan yang tersisa adalah zat yang terlarut (Tiwari dkk., 2011).

Sokletasi adalah metode yang menggunakan pelarut yang mudah menguap dan memiliki kemampuan untuk melarutkan senyawa organik yang terdapat dalam bahan padat, sementara tidak melarutkan zat padat yang tidak diinginkan. Sokletasi merupakan kombinasi antara metode maserasi dan perkolasi. Jika metode destilasi uap tidak dapat digunakan karena jumlah senyawa yang ingin diisolasi terlalu kecil

atau pelarut yang dibutuhkan tidak tersedia untuk maserasi atau perkolasi, maka sokletasi menjadi cara terbaik untuk pemisahan tersebut. Sokletasi biasanya dilakukan menggunakan pelarut organik tertentu. Dengan memanaskan, uap yang terbentuk setelah pendinginan akan secara berulang basahi sampel, dan pelarut tersebut secara teratur dimasukkan kembali ke dalam labu bersama dengan senyawa kimia yang akan diisolasi (Puspitasari dan Proyogo, 2017). Pelarut yang mengandung senyawa kimia kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* agar pelarut tersebut dapat dikembalikan atau dipulihkan. Jika campuran organik dalam bentuk cair atau padat ditemukan dalam zat padat, dapat diekstraksi menggunakan pelarut yang diinginkan. Menurut Hilma dkk., (2020) keunggulan dan kelemahan sokletasi adalah sebagai berikut:

Keunggulan sokletasi:

1. Sampel diekstraksi dengan sempurna karena proses berulang-ulang.
2. Jumlah pelarut yang digunakan relatif sedikit.
3. Proses metode sokletasi berlangsung relatif cepat.
4. Dalam sokletasi, jumlah sampel yang dibutuhkan hanya sedikit.
5. Pelarut organik dapat mengambil senyawa organik berulang kali.

Kelemahan sokletasi:

1. Tidak cocok untuk mengekstraksi bahan tumbuhan yang mudah rusak atau senyawa yang tidak tahan panas karena dapat menyebabkan penguraian.
2. Identifikasi harus dilakukan setelah proses penyaringan menggunakan pereaksi seperti Meyer, Na, Wagner, atau reagen lainnya.
3. Pelarut yang digunakan memiliki titik didih rendah, sehingga mudah menguap.

II.5 Metode Kjeldahl

Metode Kjeldahl merupakan metode yang dapat mengukur protein, asam amino, atau senyawa lain yang mengandung nitrogen dengan mengukur jumlah total nitrogen yang terkandung dalam senyawa tersebut. Dalam metode ini, sampel diperlakukan dengan asam sulfat dan dikatalisis menggunakan katalis yang sesuai untuk menghasilkan amonium sulfat. Setelah dibebaskan dengan alkali kuat, amonia yang terbentuk diekstraksi secara kuantitatif ke dalam larutan penyerap dan

kemudian dititrasi. Metode ini telah mengalami banyak variasi dan modifikasi (Poedjiadi dan Supriyanti, 2015).

Metode Kjeldahl cocok digunakan pada skala semi mikro karena hanya membutuhkan sedikit sampel, reagen, dan waktu analisis yang singkat. Meskipun demikian, metode ini kurang akurat jika digunakan pada senyawa yang memiliki ikatan nitrogen yang terikat langsung pada oksigen atau nitrogen. Namun, untuk senyawa seperti amina, protein, dan sejenisnya, metode Kjeldahl memberikan hasil yang memuaskan. Metode Kjeldahl digunakan untuk menentukan kandungan protein kasar pada bahan pangan secara tidak langsung dengan mengukur kandungan nitrogennya. Hasil analisis nitrogen dikalikan dengan angka konversi 6,25 untuk mendapatkan nilai protein dalam bahan pangan. Angka konversi bervariasi tergantung pada jenis bahan, misalnya untuk beras, kedelai, dan gandum, angka konversinya masing-masing adalah 5,95, 5,71, dan 5,83. Angka konversi 6,25 didasarkan pada tingkat konversi albumin serum yang umumnya mengandung nitrogen sekitar 16% (Ispitasari dan Haryanti, 2022).

Prinsip dasar analisis Kjeldahl adalah sebagai berikut: pertama, sampel dilarutkan menggunakan asam sulfat pekat dengan bantuan katalis seperti selenium oksiklorida atau butiran seng. Amonia yang terbentuk kemudian dikumpulkan dan dititrasi dengan indikator yang sesuai. Secara umum, metode analisis Kjeldahl dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu metode makro dan semi mikro. Metode Kjeldahl makro digunakan untuk sampel yang sulit dihomogenkan dengan berat 1-3 gram, sedangkan metode Kjeldahl semi mikro dirancang untuk sampel yang lebih kecil, yaitu kurang dari 300 mg dan sudah dalam keadaan homogen.

Metode analisis ini berhasil jika tidak terdapat jumlah nitrogen yang signifikan dalam bentuk ikatan N-N dan N-O dalam sampel. Namun, metode ini memiliki kelemahan yaitu beberapa senyawa seperti purin, pirimidin, vitamin, asam amino besar, kreatin, dan kreatinin juga diukur sebagai nitrogen protein. Meskipun demikian, metode ini masih banyak digunakan dan dianggap cukup memadai dalam mengukur kandungan protein pada bahan pangan. Analisis dengan metode Kjeldahl terdiri dari tiga tahapan yaitu proses penghancuran, proses distilasi, dan tahap titrasi (Andrie dkk., 2021).

II.6 Spektrofotometri FTIR

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah salah satu metode analisis yang sangat efektif dalam mengidentifikasi struktur molekul suatu senyawa. Metode ini menggunakan interferometer Michelson sebagai komponen utama untuk memecah radiasi infra merah menjadi komponen frekuensi. Keunggulan metode FTIR adalah kemampuannya untuk memberikan informasi struktur molekul secara akurat dan presisi dengan resolusi tinggi. Selain itu, metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel dalam berbagai fase, seperti gas, padat, atau cair. Jika menghadapi kesulitan dalam identifikasi menggunakan spektroskopi FTIR, data yang diperoleh dapat digabungkan dengan metode spektroskopi lainnya untuk mendapatkan informasi yang lebih komprehensif (Sankari dkk., 2010).

Spektroskopi infra merah adalah teknik yang mempelajari interaksi antara molekul dengan radiasi elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang 0,75-1.000 μm atau bilangan gelombang 13.000-10 cm^{-1} . Fenomena absorpsi, emisi, fluoresensi, dan interaksi lainnya antara molekul dan radiasi elektromagnetik diamati dalam metode spektroskopi ini. Rentang infra merah ini mencakup berbagai jenis interaksi, termasuk eksitasi elektronik, vibrasi, dan rotasi dalam molekul (Yudhapratama dkk., 2010).



Gambar II.6 Alat FTIR

Sumber: Dokumen pribadi

Prinsip dasar spektrofotometer infra merah adalah menggunakan fotometri. Cahaya dari sumber infra merah terdiri dari kombinasi panjang gelombang yang berbeda. Cahaya ini melewati interferometer dan difokuskan pada sampel. Cahaya yang melewati sampel kemudian difokuskan ke detektor. Perubahan intensitas cahaya menghasilkan interferogram, yang kemudian diubah menjadi sinyal oleh detektor. Sinyal ini diperkuat, dikonversi menjadi sinyal digital, dan diproses lebih lanjut. Sistem optik FTIR menggunakan radiasi laser untuk menginterferensikan dengan radiasi infra merah, sehingga sinyal infra merah dapat diterima lebih baik oleh detektor.

Dalam metode FTIR, prinsip operasinya berbeda dengan spektrofotometer infra merah konvensional. Interferometer Michelson menggantikan monokromator yang biasanya digunakan dalam spektrofotometer infra merah. Interferometer ini menghasilkan interferogram yang memberikan informasi tentang intensitas frekuensi getaran molekul (Khopkar, 2003).

II.7 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah sebuah perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat serapan yang terjadi karena adanya interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan partikel atau atom zat kimia dalam rentang UV-Vis. Tujuan utamanya adalah melakukan analisis kuantitatif dengan mengukur jumlah cahaya yang diserap oleh senyawa dalam larutan. Menurut González-Morales dkk., (2020), spektrofotometer adalah alat pengukuran yang umumnya digunakan dalam analisis kuantitatif untuk menentukan jumlah cahaya yang sebagian diserap oleh analit dalam larutan. Prinsip ini sesuai dengan pernyataan Chaianantakul dkk., (2018) yang menyatakan bahwa spektrofotometer umumnya digunakan untuk menentukan jumlah relatif dari molekul atom yang menarik dengan mengukur intensitas serapan cahaya.

Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk menganalisis sampel dalam bentuk gas, larutan, atau uap. Alat ini dapat dikelompokkan berdasarkan rentang spektral yang digunakan, seperti spektrofotometer UV dengan rentang 190 nm hingga 380 nm, dan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang 800 nm sampai 2500 nm. Spektrofotometer dapat berupa perangkat stasioner di laboratorium atau

perangkat portabel yang dapat digunakan untuk analisis di lapangan. Namun, spektrofotometer konvensional cenderung memiliki ukuran yang besar dan kompleks, sehingga kurang cocok untuk digunakan dalam analisis di lapangan.



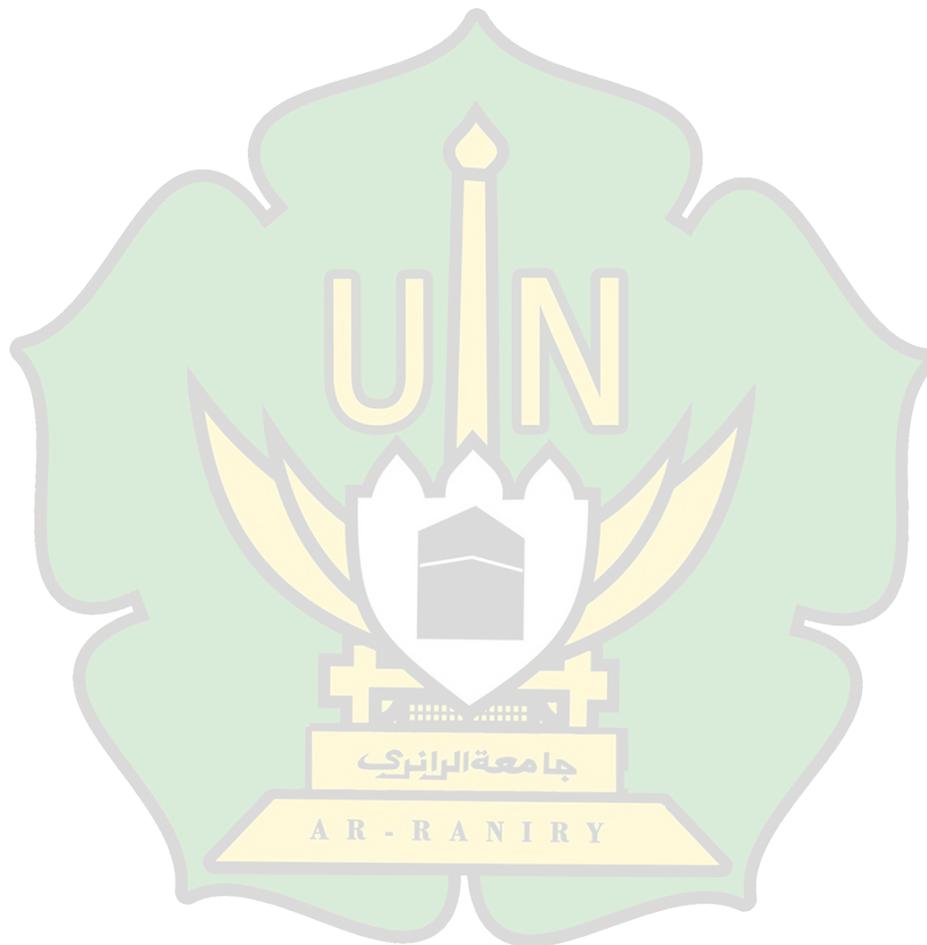
Gambar II. 7 Alat Spektrofotometer UV-Vis

Sumber: Dokumen pribadi

Prinsip dasar spektrofotometri UV-Vis adalah mengukur sejauh mana cahaya diserap atau ditransmisikan oleh partikel dalam larutan. Ketika cahaya dengan frekuensi tertentu melewati larutan, sebagian energinya akan diserap atau dipancarkan. Untuk menggunakan spektrofotometri UV-Vis, sampel harus diubah menjadi larutan yang jernih dengan memenuhi beberapa persyaratan terkait pelarut yang digunakan. Persyaratan tersebut mencakup homogenitas larutan, penggunaan pelarut yang tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi atau tidak berwarna, serta menghindari interaksi dengan senyawa yang sedang dianalisis.

Beberapa pelarut umum yang digunakan dalam spektrofotometri UV-Vis adalah etanol, metanol, dan n-heksana karena sesuai dengan rentang UV yang digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, penting untuk memperhatikan konsentrasi sampel yang digunakan dan mematuhi peraturan Lambert-Lager dengan menggunakan sel dengan lebar 1 cm. Dengan memenuhi persyaratan ini, pengukuran spektrofotometri UV-Vis dapat dilakukan dengan baik dan menghasilkan data yang dapat diandalkan (Suhartati, 2017). Nadhila dan Nuzlia,

(2021) menyatakan bahwa instrumen spektrofotometri UV-Vis memiliki beberapa keuntungan, antara lain kemudahan penggunaan, kemampuan untuk mengukur larutan dengan konsentrasi kecil, dan umumnya tidak memerlukan waktu yang lama dalam pengukuran.



BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 sampai dengan Maret 2023, di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Banda Aceh.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Alat alat yang digunakan pada percobaan ini adalah wadah plastik, blender, saringan plastik, timbangan (M254Ai - BEL *Engineering*), spatula, kaca arloji, aluminium foil, *hotplate stirrer* (DLAB Model : MS-H280-Pro), pH meter (Spear Eutech *Double Junction*), termometer, *magnetic stirrer*, kertas saring (*Whatman no.41*), *drying oven* (FCD-3000 *serials*), batang pengaduk, spektrofotometer FTIR (PerkinElmer *Spectrum Two* UATR), cawan porselin, tanur (Thermolyne F48020-33 Muffle), desikator, cawan petri, *heating mantle* (Gratech CAP 1000 mL), labu lemak (Pyrex), ekstraktor soklet, kondensor soklet, ember plastik, pompa *aquarium*, statif, *rotary evaporator* (B-ONE RE-1000HN), labu Kjeldahl, batu didih, digester (Gerhardt Kjeldatherm), destilator (Kjeltectm 2100), Gelas kimia (Iwaki), kuvet dan spektrofotometer UV-Vis (LAMBDA 365+ PerkinElmer).

III.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah Natrium hidroksida (NaOH 5%, 40%), akuades (H₂O), asam asetat (CH₃COOH), Kalium Klorida (KCl), Kloroform (CHCl₃), Selenium Reagent (Merck 1.04874.0250 KGaA), asam sulfat pekat (H₂SO₄), Asam borat (H₃BO₃), asam klorida (HCl) 0,1048 N, Etil asetat (C₄H₈O₂) dan aseton (C₃H₆O) 80%,

III.3 Prosedur Percobaan

III.3.1 Lokasi Sampling

Pengambilan sampel rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan di perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh. Detail lokasi pengambilan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar III. 1 Lokasi Pengambilan *Gracilaria* sp.

III.3.2 Identifikasi *Gracilaria* sp.

Identifikasi rumput laut dilakukan pada Laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.

III.3.3 Preparasi dan Analisis Agar *Gracilaria* sp.

a. Preparasi *Gracilaria* sp

Gracilaria sp. yang telah diperoleh dilakukan proses pencucian berulang guna menghilangkan pengotor yang melekat pada permukaannya, kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 3-5 hari. Setelah mengering, *Gracilaria* sp. dipotong menjadi potongan sekitar 0,5 cm dan ditempatkan dalam wadah yang telah dilapisi dengan aluminium foil untuk penyimpanan (Yudiati dkk., 2020).

b. Ekstraksi Agar

Metode ekstraksi agar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada metode Yudiati dkk., (2020). Sampel *Gracilaria* sp. yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak 50 g dan kemudian dipanaskan dalam 750 mL NaOH 5% pada suhu 85°C selama 1,5 jam. Selanjutnya, dilakukan pencucian berulang menggunakan akuades hingga sampel tidak berwarna. Sampel yang telah dibersihkan ditambahkan dengan 750 mL akuades dan di blender hingga homogen. kemudian diturunkan pH larutan menjadi 6 dengan penambahan asam asetat (CH₃COOH). Selanjutnya, larutan dipanaskan pada suhu sekitar 90-95°C selama 2 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil ekstraksi disaring untuk memisahkan filtratnya, kemudian ditambahkan 6 g KCl, diaduk hingga homogen, dan dituangkan pada cetakan. Filtrat dibiarkan membentuk gel pada suhu ruangan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan persentase agar menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Rendemen Agar} = \frac{\text{Berat agar (g)}}{\text{berat } Gracilaria \text{ sp. (g)}} \times 100\%$$

c. Analisis Agar dengan *Fourier Transform Infrared* (FT-IR)

Pengujian FTIR untuk menganalisis gugus fungsional dilakukan dengan mengambil serbuk agar kemudian direkam pada bilangan gelombang yaitu 500 – 4000 cm⁻¹ (Atef dkk., 2014).

III.3.4 Analisis Proksimat *Gracilaria* sp.

Analisis proksimat mengacu pada metode standar *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC).

a. Analisis Kadar Abu

Sebanyak 2 g *Gracilaria* sp. ditimbang kemudian diarangkan ke dalam *furnace* pada suhu 500- 600°C hingga menjadi abu. Cawan berisi abu didinginkan kemudian dilakukan penimbangan. Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu (g)}}{\text{berat } Gracilaria \text{ sp. (g)}} \times 100\%$$

(Yudiati dkk., 2020).

b. Analisis Kadar Air

Gracilaria sp. ditimbang sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{a - b}{c} \times 100\%$$

*Keterangan:

a = cawan + sampel kering;

b = cawan kosong;

c = bobot sampel sebelum pengeringan (Yudiati dkk., 2020).

c. Analisis Kadar Lemak

Analisis kadar lemak menggunakan metode sokletasi. *Gracilaria* sp. kering sebanyak 2 g disokletasi ± 5 jam hingga pelarut kloroform 150 mL yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih. Hasil ekstraksi dievaporasi (rpm 50, suhu 69°C) dalam labu evaporasi yang telah dikeringkan pada suhu 105 °C, kemudian dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C kemudian didinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan. Kadar lemak dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{\text{berat lemak (g)}}{\text{berat } Gracilaria \text{ sp. (g)}} \times 100\%$$

(Yudiati dkk., 2020).

d. Analisis Kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl. 1 g *Gracilaria* sp. dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl kemudian ditambah 1 g selenium reagent didestruksi menggunakan 25 mL asam sulfat pekat (H₂SO₄) dengan pemanasan 350°C ±150 menit sampai berwarna jernih. Hasil destruksi didinginkan dan ditambah 40 mL akuades. didestilasi dengan penambahan 120 mL NaOH 40%. dengan pemanasan selama 5 menit, destilat ditampung dalam 25 mL larutan asam borat (H₃BO₃) kemudian dititiasi dengan larutan asam klorida (HCl) 0,1048 N.

Hasil titrasi digunakan untuk mengetahui nilai total nitrogen. Kadar protein *Gracilaria* sp. dihitung dengan mengalikan total nitrogen dan faktor koreksi.

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(V_A - V_B) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 1000}$$

Keterangan:

- V_A : mL HCl untuk Titrasi contoh
 V_B : mL HCl untuk Titrasi Blanko
 N : Normalitas HCl Standar yang digunakan
14,007 : Berat atom Nitrogen
6.25 : Faktor Konversi protein untuk pangan
 W : Berat contoh (g) Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g contoh (%) (Yudiati dkk., 2020).

e. Perhitungan Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat dilakukan dengan cara *by difference* dengan persamaan:

Kadar Karbohidrat % = 100% - (%bb abu + %bb air + %bb protein + %bb lemak)
(Yudiati dkk., 2020).

III.3.5 Ekstraksi Pigmen *Gracilaria* sp.

a. Ekstraksi Pigmen

Metode ekstraksi pigmen *Gracilaria* sp. dilakukan dengan maserasi tunggal menggunakan pelarut etil asetat 100 mL (1:10) selama 1x24 jam pada suhu ruangan. Hasil maserasi disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman no. 41* hingga diperoleh ekstrak dan residu dari *Gracilaria* sp. Ekstrak kemudian diisolasi dari pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C. Ekstrak yang didapatkan kemudian disimpan dalam vial untuk dilakukan pengujian selanjutnya (spektrofotometer UV-Vis). Perhitungan rendemen ekstrak dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak (pasta) dan labu (g)} - \text{berat labu (g)}}{\text{jumlah berat awal } Gracilaria \text{ sp.}} \times 100\%$$

(Yudiati dkk., 2020).

b. Analisis Klorofil A dan Karotenoid Menggunakan UV-Vis

Pengukuran klorofil a pada penelitian ini dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis seperti yang pernah dilakukan oleh (Wellburn, 1994), ditimbang 5 mg ekstrak sampel *Gracilaria* sp. kemudian dilarutkan dengan 5 mL aseton 80%. Masing-masing konsentrasi diukur absorbansinya pada panjang gelombang 645 nm, 663 nm dan 480 nm. Selanjutnya dihitung kadar klorofil dan karotenoid berdasarkan rumus:

$$\text{Klorofil a } \mu\text{g/g sampel (Ca)} = 12,21 \times A_{663} - 2,81 \times A_{646}$$

$$\text{Karotenoid } \frac{\mu\text{mol}}{\text{g}} \text{ sampel (Cx+c)} = \frac{A_{480} + (0,114 \times A_{664}) \times V \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10}$$

Keterangan:

A₆₆₃ = Absorbansi pada panjang gelombang 663 nm

A₆₄₆ = Absorbansi pada panjang gelombang 646 nm

A₄₈₀ = Absorbansi pada panjang gelombang 480 nm

V = Volume ekstrak mL

112,5 = faktor pengubah untuk mengubah volume sampel dari mL ke L

0,1 = faktor pengubah untuk mengubah massa sampel dari gram menjadi miligram (Yudiati dkk., 2020).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Hasil Pengamatan

Identifikasi taksonomi yang telah dilakukan pada sampel berupa rumput laut di Laboratorium Zoologi Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dengan hasil klasifikasi dapat dilihat pada tabel IV.1 berikut:

Tabel IV. 1 Hasil pengujian taksonomi rumput laut *Gracilaria* sp. dari perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.

Tingkatan Takson	Rumput Laut
Kingdom	Protista
Phylum	Rhodophyta
Kelas	Florideophyceae
Ordo	Gracilariales
Familia	Gracilariaceae
Genus	Gracilaria
Spesies	<i>Gracilaria</i> sp. (Hudson) Papenfuss, 1950

Tabel IV. 2 Data hasil Analisis kadar agar, proksimat (abu, air, lemak, protein dan karbohidrat) dan pigmen (klorofil a dan karotenoid) dari rumput laut *Gracilaria* sp. kering

No.	Parameter	Nilai	Satuan
1	Rendemen Agar	17,1	%
2	Analisis Proksimat		
	a. Kadar Abu	12,46	%
	b. Kadar Air	11,04	%
	c. Kadar Lemak	1,63	%
	d. Kadar Protein	13,32	%
	e. Kadar Karbohidrat	61,55	%
3	Kadar Pigmen	5,28	%
	a. Kadar Klorofil A	3,437	µg/g
	b. Kadar Karotenoid	1,6	µg/g

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Analisis Agar *Gracilaria* sp.

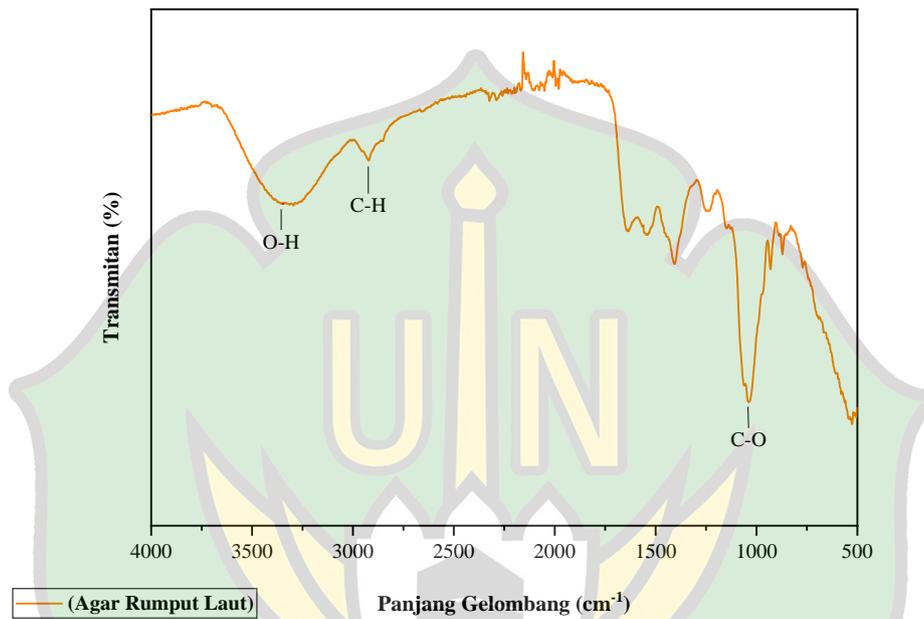
Kandungan agar memiliki peran penting dalam menentukan kualitas *Gracilaria* sp. Rumput laut dikatakan bermutu jika rendemen agar yang terkandung jumlahnya tinggi (Waluyo dkk., 2017). Pada penelitian ini, dilakukan analisis kadar agar pada rumput laut *Gracilaria* sp. dengan metode gravimetri. Metode ini mempunyai keunggulan, yaitu tidak memerlukan zat pembanding (agar baku) serta proses analisis sederhana dibandingkan dengan metode-metode lainnya (Adawiyah, 2017). Pemilihan pelarut pada proses ekstraksi akan berpengaruh terhadap persen rendemen yang diperoleh. *Gracilaria* sp. harus mendapat perlakuan alkali sebelum proses ekstraksi untuk meningkatkan karakteristik dari gel yang dihasilkan. NaOH juga mampu merusak dinding sel sehingga akan mempermudah agar untuk diekstraksi serta mengalami peningkatan signifikan terhadap nilai rendemen agar. Penggunaan NaOH juga mampu mengurangi kandungan sulfat yang mampu menghambat pembentukan agar (Suharto, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh persentase rendemen agar sebesar 17,1%. Rendemen ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Andiska dkk., (2019) yang mengekstraksi agar dengan metode ekstraksi non alkali dan rendemen sebesar 15%. Penambahan asam asetat bertujuan untuk memaksimalkan ekstrak agar. Hal ini sejalan dengan apa yang ditemukan oleh Distantina dkk., (2008) dimana rendemen agar yang diekstrak menggunakan CH_3COOH lebih tinggi dibandingkan menggunakan HCl. Pembentukan agar yang diperoleh rumput laut *Gracilaria* sp. juga dipengaruhi oleh nutrisi yang ada pada perairan yang dapat mempengaruhi kualitas agar yang dihasilkan, seperti sumber bahan baku, waktu dan suhu ekstraksi serta metode pengolahan yang digunakan.

Pada penelitian yang dilakukan Yudiati dkk., (2020) menunjukkan bahwa habitat yang memiliki kandungan nutrisi serta fosfat yang baik, memiliki rendemen agar yang lebih tinggi. Apabila penelitian ini dibandingkan dengan menggunakan metode ekstraksi yang sama, bahwa *Gracilaria verrucosa* yang diambil dari pesisir Kalpitiya, Sri Lanka terdapat kandungan agar yang lebih tinggi yaitu, 18,6% (Jayasinghe dkk., 2016). Hal ini disebabkan oleh aktivitas pertanian Semenanjung Kalpitiya, Sri Lanka sehingga menyebabkan kadar nitrat sangat tinggi yaitu berkisar

0,60-212,40 mg/L pada musim kemarau (Jayasingha dkk., 2011), sedangkan pada perairan Banda Aceh kadar nitrat hanya berkisar 0,2-0,4 mg/L (Ondara dkk., 2020). Hal ini menunjukkan adanya faktor kandungan nutrisi seperti nitrat yang mempengaruhi rendemen agar pada penelitian ini.

Karakterisasi Agar menggunakan FTIR dapat dilihat pita serapannya pada gambar IV.1 berikut ini:



Gambar IV. 1 Hasil karakterisasi agar *Gracilaria* sp. menggunakan FTIR pada panjang gelombang 4000-500 cm^{-1} .

Berdasarkan pada hasil analisis agar menggunakan FTIR, terdapat puncak pada 3353 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus O-H (hidroksil). Selanjutnya, pada 2925 cm^{-1} terdapat puncak yang menunjukkan adanya gugus alkana (CH_2 atau CH_3). Selain itu, terdapat serapan pada 1059 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus eter (C-O). Kehadiran gugus O-H, gugus alkana, dan gugus eter pada spektrum FTIR mengindikasikan keberadaan ikatan 3,6-anhidrogalaktosa yang mengindikasikan adanya komposisi agar dari ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. Hasil ini konsisten dengan karakteristik spektrum FTIR agarosa yang telah dilaporkan sebelumnya, dimana pada bilangan gelombang 3400 cm^{-1} ditemukan gugus hidroksil (O-H). gugus alkana (CH_3 atau CH_2) pada bilangan gelombang

sekitar 2900 cm^{-1} (Yudiati dkk., 2020). Pada pita serapan daerah sidik jari yaitu $1500\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ terdapat serapan gelombang pada 930 cm^{-1} , 1073.3 cm^{-1} dan 1072.3 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya ikatan 3,6-anhidrogalaktosa, senyawa ini umum dalam struktur agar (Rasheed dkk., 2019).

IV.2.2 Analisis Kadar Proksimat

a. Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui secara umum kandungan mineral yang terdapat dalam rumput laut. Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi, karena kemampuannya dalam menyerap mineral yang berasal dari lingkungannya. Nilai kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Wenno dkk., 2012). Kadar abu yang diperoleh dari pengurangan 2 g *Gracilaria* sp. kering adalah sebesar 12,46%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan *Gracilaria* sp. dari Tambak Pamekasan yaitu sebesar 21,02%. (Insani dkk., 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Andiska dkk., (2019) pada Pantai Pok Tunggal yang memiliki salinitas tinggi didapatkan kadar abu sebesar 41,45% yang lebih tinggi dibandingkan kadar abu di Tambak 4,62 % yang memiliki salinitas lebih rendah. Penelitian lainnya yang dilakukan Damayanti, (2019) diperoleh bahwa semakin tinggi salinitas menyebabkan semakin tinggi kadar abu yang dikandung, dimana pada salinitas 35 ppt diperoleh kadar abu 4,10 % dan pada salinitas 25 ppt. diperoleh lebih rendah yaitu 2,94 %. Lindawaty dkk., (2016) menyatakan perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh memiliki salinitas yang rendah berkisar antara 20-25 ppt. hal ini disebabkan ada nya pasokan air tawar yang masuk ke perairan. Perairan dengan salinitas yang tinggi menyebabkan rumput laut banyak mengandung garam-garam mineral, Mineral makro yang terkandung seperti Na, Ca, K, Cl, Mg, P, S, dan *trace element* seperti I, Mn, Cu, Fe banyak dijumpai pada rumput laut (Sangkia dkk., 2018). Selain salinitas, Kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh umur panen. *Gracilaria* sp. Umur panen 55 hari memberikan kadar abu tertinggi dan berbeda nyata dengan umur panen 40, 45, dan 50 hari (Wenno dkk., 2012).

b. Kadar Air

Pengujian kadar air dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air dalam bahan pangan. Kadar air sangat berpengaruh terhadap daya simpannya. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan maka semakin tinggi kemungkinan bahan tersebut untuk mengalami kerusakan (Ate dkk., 2017). Penentuan berat air dihitung secara gravimetri berdasarkan selisih berat sampel sebelum dan sesudah sampel dikeringkan. Kadar air yang diperoleh dari 2 g rumput laut berat kering menggunakan pemanasan oven adalah sebesar 11,04 %. Nilai standar kadar air bahan pangan berdasarkan Badan Standarisasi Nasional, (SNI 2690:2015) adalah maksimal 12%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produk rumput laut kering *Gracilaria* sp. masih dalam batas standar yang telah ditentukan oleh SNI. Kadar air yang lebih rendah ini juga menunjukkan bahwa rumput laut ini memiliki kualitas yang baik (Hidayat, 2004).

Nilai kadar air yang didapatkan dalam suatu bahan segar diakibatkan oleh kondisi lingkungan, lama penyimpanan, suhu dan kelembaban (Yanuarti dkk., 2017). Metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar air simplisia. Metode pengeringan angin menghasilkan kadar air rendah, antioksidan dan total fenol tertinggi dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari (Dharma dkk., 2020).

c. Kadar Lemak

Kandungan lemak pada rumput laut umumnya sangat rendah, sehingga rumput laut ini aman dikonsumsi dalam jumlah banyak dan dapat dikembangkan sebagai salah satu makanan diet rendah lemak (Ortiz dkk., 2006). Kadar lemak pada sampel *Gracilaria* sp. dianalisis menggunakan metode sokletasi. Sokletasi sendiri merupakan salah satu metode yang efisien karena tidak membutuhkan sampel dan pelarut yang banyak serta proses ekstraksi yang relatif cepat.

Kadar lemak *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 1.63%. Kadar lemak pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadar lemak *Gracilaria* sp. dari Pantai Pok diperoleh sebesar 0,39% (Andiska dkk., 2019) dan kadar lemak *Gracilaria* sp. dari Tambak Pamekasan sebesar 0,09% (Insani dkk., 2022). Namun dibandingkan kadar lemak *Gracilaria edulis* dari pesisir Thondi yakni 4.76% (Rosemary dkk., 2019), kadar lemak pada penelitian ini masih lebih rendah.

Secara umum, kadar lemak pada semua jenis rumput laut tergolong rendah yaitu sekitar 0,9–40 % (Khairy dan El-Shafay, 2013). Sedangkan menurut Dharmananda, (2002) melaporkan bahwa, kadar lemak rumput laut berkisar antara 1-5% dari berat keringnya. Dengan demikian, kadar lemak pada *Gracilaria* sp. dalam penelitian ini masih dalam kisaran kadar lemak rumput laut pada umumnya. Rendahnya kandungan lemak tersebut dikarenakan rumput laut serta tanaman pada umumnya menyimpan cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat terutama polisakarida (Yanuarti dkk., 2017).

Namun kadar lemak juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti masa tanam, salinitas kadar nutrisi media tumbuh. Kadar lemak *K. alvarezii* dengan masa tanam 30 hari menunjukkan kadar lemak yang lebih rendah dari masa tanam 10 hari (Daud, 2013). Penelitian Yulianingsih dan Tamzil, (2007) pada rumput laut coklat umur 15 hari asal Jeneponto dengan nutrisi lebih rendah (kadar fosfat 0,001-0,021 mg/L dan nitrat 0,05-0,24 mg/L), memiliki kadar lemak 0,28 %. Dimana lebih rendah dari kadar lemak asal Pinrang yaitu 0,41 % dengan kadar nutrisi lebih tinggi (nitrat 0,13-0,25 % dan fosfat 0,015-0,045 %). Hal ini juga sejalan dengan temuan oleh Widianingsih dkk., (2012) dimana perbedaan komposisi nutrisi (fosfat dan nitrat) pada media kultur memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan total lemak. Prinsipnya nutrisi merupakan sumber nitrogen dan fosfor yang memiliki peranan dalam mempengaruhi produktivitas lemak. Menurut Sukmawan dkk., (2014), Kenaikan kandungan lemak seiring dengan meningkatnya kadar salinitas. Pada salinitas yang tinggi nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan tidak digunakan dengan optimum.

d. Kadar Protein

Kandungan Protein pada rumput laut umumnya memiliki kadar yang tinggi. Protein pada beberapa rumput laut mengandung semua asam amino esensial memastikan tubuh mendapatkan berbagai asam amino yang baik (De Bhowmick dan Hayes, 2022). Kadar protein pada penelitian ini diperoleh melalui metode Kjeldahl. Metode Kjeldahl adalah sebuah teknik yang sederhana untuk mengukur jumlah total nitrogen yang terkandung dalam asam amino, protein, dan senyawa lain yang mengandung nitrogen.

Kadar yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 13.32%. Hal ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein *Gracilaria* sp. yang berasal dari perairan Pamekasan yaitu 0,22% (Insani dkk., 2022) dan *Gracilaria* sp. dari Pantai Pok sebesar 6,89 %. (Andiska dkk., 2019) Namun lebih rendah dibandingkan dengan protein *Gracilaria edulis* dan *Gracilaria corticata* dari pesisir Thondi yaitu berkisar antara 22.84 -25.29% (Rosemary dkk., 2019).

Kandungan protein pada rumput laut dipengaruhi oleh salinitas dan kandungan nutrisi. Rumput laut coklat umur 15 hari yang berasal dari Jeneponto dengan kadar nutrisi fosfat 0,001-0,021 mg/L dan nitrat 0,05-0,24 mg/L, memiliki kadar protein 11,94 %. Sedangkan rumput laut asal Pinrang dengan kadar nutrisi lebih tinggi (nitrat 0,13-0,25 % dan fosfat 0,015-0,045 %) memiliki kadar protein sebesar 9,67 % (Yulianingsih dan Tamzil, 2007). Namun kadar protein tersebut masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar protein pada penelitian ini. Penelitian kondisi Perairan Banda Aceh oleh Ondara dkk., (2020) juga menunjukkan kandungan nutrisi (nitrat 0,2-0,9 % dan fosfat 0,19-0,46 %) lebih tinggi dari perairan Jeneponto dan Pinrang. Hal ini sesuai dengan ungkapan Yudiati dkk., (2020) bahwa kadar protein berkorelasi dengan kadar nitrat dan fosfat yang tersedia di lingkungan hidupnya, dimana energi yang dihasilkan dari fotosintesis berupa ATP akan tinggi jika kadar fosfat tinggi. Sebaliknya apabila kadar fosfat rendah akan terjadi penurunan kandungan protein pada sel-sel rumput laut dan diikuti dengan degradasi berbagai komponen sel yang berkaitan dengan sintesis protein, termasuk klorofil a dan pigmen lainnya.

e. Kadar Karbohidrat

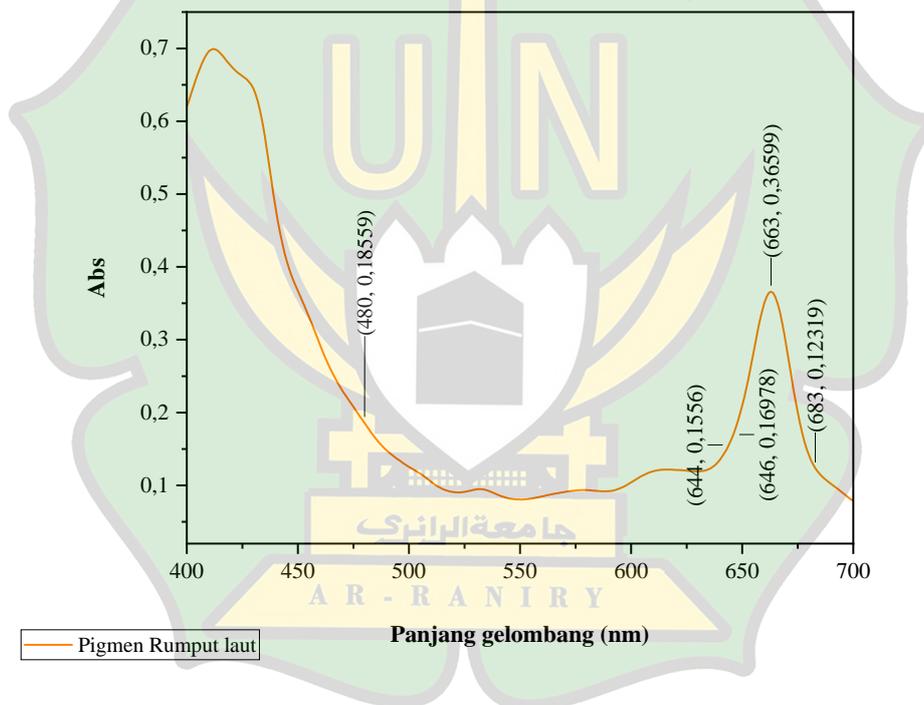
Karbohidrat mempunyai peranan yang penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, dan tekstur (Yuliani dkk., 2017). Kandungan karbohidrat pada rumput laut umumnya berbentuk serat yang tidak bisa dicerna oleh enzim pencernaan, sehingga cocok digunakan sebagai makanan diet (Kumar dkk., 2011).

Kadar karbohidrat pada penelitian ini diperoleh menggunakan perhitungan *by difference* menghasilkan kadar karbohidrat sebesar 61,55%. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari Tambak Pamekasan yaitu 61,80%. (Insani dkk., 2022). Namun lebih tinggi dari *Gracilaria* sp. dari Pantai Pok

yaitu 41,48% (Andiska dkk., 2019) dan *Gracilaria edulis* dari pesisir Thondi 4.71% (Rosemary dkk., 2019). Menurut pernyataan Lawton dkk., (2015), seiring meningkatnya kadar salinitas kandungan karbohidrat akan mengalami penurunan. Selain itu kadar karbohidrat juga dapat disebabkan oleh komponen proksimat lainnya seperti kadar air, kadar abu, protein, lemak, dan serat kasar pada *Gracilaria* sp. sehingga mempengaruhi jumlah karbohidrat yang terkandung dalam sampel dapat diukur dengan melihat perbedaan jumlah pada beberapa komponen tersebut (Yuliani dkk., 2017).

IV.2.3 Analisis Pigmen *Gracilaria* sp.

Pengukuran Klorofil a dan karotenoid Rumput Laut *Gracilaria* sp. menggunakan UV-Vis dapat dilihat pada gambar IV.2 dibawah ini.



Gambar IV. 2 Pengukuran absorbansi klorofil a dan karotenoid Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Ekstraksi pigmen *Gracilaria* sp. dilakukan dengan metode maserasi tunggal. melibatkan perendaman simplisia dalam pelarut tertentu selama beberapa hari sambil sesekali diaduk, kemudian disaring untuk mendapatkan ekstraknya. Metode ini relatif sederhana serta biaya operasional yang rendah. penggunaan pelarut etil

asetat pada perendaman ditujukan untuk mengekstrak Pigmen yang ada pada rumput laut. Kadar pigmen *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari penelitian ini adalah 5,28 %. Hal ini masih cenderung sama dengan kadar pigmen dari *Gracilaria* sp. yang diperoleh Yudiati dkk., (2020) berkisar antara 2,31-4,88%. Etil asetat sendiri adalah pelarut semipolar dimana dapat menarik campuran polar dan nonpolar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hidayati dkk., (2019) kandungan klorofil a dan karotenoid tertinggi diperoleh oleh ekstrak menggunakan pelarut etil asetat.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar klorofil a sebesar 3,43 $\mu\text{g/g}$ dan karotenoid sebesar 1,6 $\mu\text{g/g}$. Biosintesis pigmen pada *Gracilaria* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu volume rumput yang kecil dan periode kultur pendek. Terlebih rumput laut memiliki komposisi gizi yang berbeda secara signifikan tergantung pada kondisi lingkungan, spesies, geografi, musim dan usia panen dan nutrisi. Dalam proses fotosintesis nutrisi memiliki peranan yang penting bagi pembentukan protein dan klorofil, terutama nitrat (Leandro dkk., 2020).

Menurut Zandrato dkk., (2014) bahwa paparan sinar matahari dapat berpengaruh terhadap penurunan kandungan klorofil a dan karotenoid. Secara visual penurunan dari kandungan pigmen ini dapat diamati dengan semakin pudarnya larutan ekstrak dari warna hijau menjadi bening (tidak berwarna). Gross, (1991) menyatakan bahwa hal ini menjelaskan bahwa perubahan warna yang terjadi pada pigmen menunjukkan adanya degradasi akibat paparan cahaya dengan intensitas serta dalam waktu tertentu. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor penurunan kadar klorofil yg disebabkan lamanya penyimpanan klorofil sebelum dilakukannya pengujian menggunakan instrumen UV-Vis.

BAB V

PENUTUP

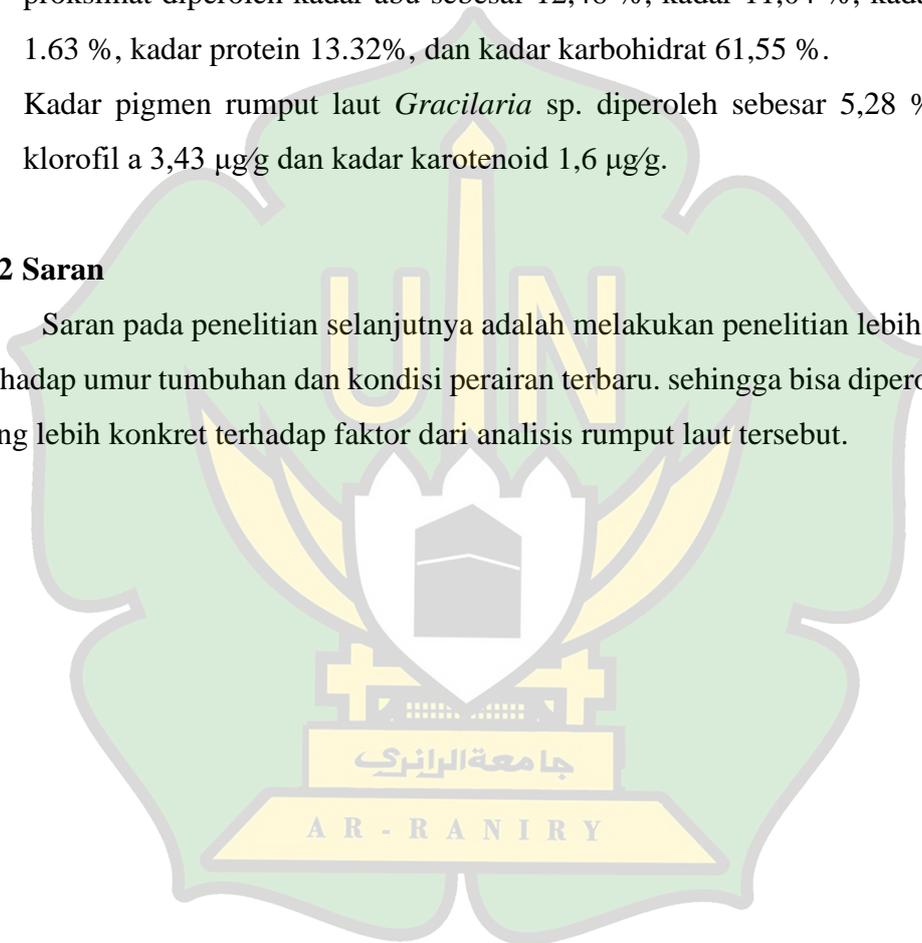
V.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian yang telah dilakukan terhadap *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh adalah sebagai berikut:

1. Kadar agar rumput laut *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 17,1%. Pada analisis proksimat diperoleh kadar abu sebesar 12,46 %, kadar 11,04 %, kadar lemak 1.63 %, kadar protein 13.32%, dan kadar karbohidrat 61,55 %.
2. Kadar pigmen rumput laut *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 5,28 %, kadar klorofil a 3,43 $\mu\text{g/g}$ dan kadar karotenoid 1,6 $\mu\text{g/g}$.

V.2 Saran

Saran pada penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian lebih spesifik terhadap umur tumbuhan dan kondisi perairan terbaru. sehingga bisa diperoleh data yang lebih konkret terhadap faktor dari analisis rumput laut tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Rudyanto, M., & Sudjarwo. (2015). Isolasi dan Karakterisasi Agarosa dari Rumpun Laut *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 13(1), 69–75. <https://www.researchgate.net/publication/299364822>
- Adawiyah, R. (2017). Analisis Kadar Saponin Ekstrak Metanol Kulit Batang Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd) Dengan Metode Gravimetri [Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar]. In *Skripsi*. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/4457/>
- Adini, S., Kusdiyantini, E., & Budiharjo, A. (2014). Produksi Bioetanol Dari Rumpun Laut dan Limbah Agar *Gracilaria* sp. dengan Metode Sakarifikasi Yang Berbeda. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 16(2). <https://doi.org/10.14710/bioma.16.2.65-75>
- Ai, N. S., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JIS/article/download/202/153>.
- Almatsier, S. (2016). Prinsip Ilmu Gizi Dasar. In *PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*.
- Ameilda, C. H., Dewiyanti, I., & Octavina, C. (2016). Struktur Komunitas Perifiton Pada Makroalga *Ulva Lactuca* Di Perairan Pantai Ulee Lheue, Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(3), 337–347. <https://doi.org/ISSN.2527-6395>
- Andiska, P. W., Susanto, A., & Pramesti, R. (2019). Hasil Kandungan Agar Ekstraksi Non-Alkali *Gracilaria* sp. yang Tumbuh di Lingkungan Berbeda. *Journal of Marine Research*, 8(4). <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i4.24860>
- Andrie, M., Taurina, W., & Wulandari, M. W. A. (2021). Uji Stabilitas Protein Salep Kombinasi Ikan Gabus (*Channa striata*) dan Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper betle* L.) Menggunakan Metode Kjeldahl. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 19(2). <https://doi.org/10.35814/jifi.v19i2.799>
- Anggadiredja, J. T., Zatrika, A., & Purwoto, H. (2006). Rumpun Laut; Pembudidayaan, Pengolahan, & Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. In *Penebar Swadaya. Hal. 65. Cahyadi*, (1st ed.). Penebar Swadaya. http://opacperpus.jogjakota.go.id/index.php/home/detail_koleksi?kd_buku=002786&id=1&kd_jns_buku=SR
- Anissa, D. D., & Dewi, R. K. (2021). Peran Protein: ASI dalam Meningkatkan Kecerdasan Anak untuk Menyongsong Generasi Indonesia Emas 2045 dan Relevansi Dengan Al-Qur'an. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 427–435. <http://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii Artikel>

- Anton, A. (2017). Pertumbuhan dan Kandungan Agar Rumput Laut (*Gracilaria* spp) Pada Beberapa Tingkat Salinitas. *Jurnal Airaha*, 6(2). <https://doi.org/10.15578/ja.v6i2.70>
- Ate, J. N. B., Costa, J. F. da, & Elingsetyo S, T. P. (2017). Analisis Kandungan Nutrisi *Gracilaria Edule* (S.G. Gmelin) P.C. Silva dan *Gracilaria Coronopifolia* j. Agardh Untuk Pengembangan Perekonomian Masyarakat Pesisir. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(2).
- Atef, M., Rezaei, M., & Behrooz, R. (2014). Preparation and characterization agar-based nanocomposite film reinforced by nanocrystalline cellulose. *International Journal of Biological Macromolecules*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.07.013>
- Atmadja, W. S. (1992). Rumput Laut Sebagai Obat. *Oseana*, XVII(1).
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Rumput Laut Kering* (Patent No. SNI 2690:2015).
- Barros, F. C. N., Da Silva, D. C., Sombra, V. G., MacIel, J. S., Feitosa, J. P. A., Freitas, A. L. P., & De Paula, R. C. M. (2013). Structural Characterization of Polysaccharide Obtained From Red Seaweed *Gracilaria caudata* (J Agardh). *Carbohydrate Polymers*, 92(1). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.009>
- Chaianantakul, N., Wutthi, K., Kamput, N., Pramanpol, N., Janphuang, P., Pummara, W., Phimon, K., & Phatthanakun, R. (2018). Development of mini-spectrophotometer for determination of plasma glucose. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.06.107>
- Chaidir, A. (2006). *Kajian Rumput Laut Sebagai Sumber Serat Alternatif Untuk Minuman Berserat* [IPB University]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/8035>
- Damayanti, M. E. (2019). *Kajian Salinitas Terhadap Pertumbuhan, Morfologi Sel Dan Kandungan Proksimat Rumput Laut (Caulerpa Racemose) Di Tambak BBPBAP Jepara, Jawa Tengah*. Universitas Brawijaya.
- Daud, R. (2013). Pengaruh Masa Tanam Terhadap Kualitas Rumput Laut, *Kappaphycus Alvarezii*. *Media Akuakultur*, 8(2), 135. <https://doi.org/10.15578/ma.8.2.2013.135-138>
- de Almeida, C. L. F., Falcão, H. de S., Lima, G. R. d. M., Montenegro, C. de A., Lira, N. S., de Athayde-Filho, P. F., Rodrigues, L. C., de Souza, M. F. V., Barbosa-Filho, J. M., & Batista, L. M. (2011). Bioactivities from marine algae of the genus *Gracilaria*. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 12, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/ijms12074550>
- De Bhowmick, G., & Hayes, M. (2022). In Vitro Protein Digestibility of Selected

Seaweeds. *Foods*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030289>

- Dharma, M. A., Nocianitri, K. A., & Yusasrini, N. L. A. (2020). Pengaruh Metode Pengeringan Simplisia Terhadap Kapasitas Antioksidan Wedang Uwuh. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(1), 88. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i01.p11>
- Dharmananda, S. (2002). The Nutritional And Medicinal Value Of Seaweeds Used In Chinese Medicine. *JOUR*. https://www.researchgate.net/publication/266890313_The_nutritional_and_medicinal_value_of_seaweeds_used_in_Chinese_medicine_Available
- Distantina, S., Anggraeni, D. R., & Fitri, L. E. (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).
- Du, Q., Bi, G., Mao, Y., & Sui, Z. (2016). The Complete Chloroplast Genome Of *Gracilariopsis Lemaneiformis* (Rhodophyta) Gives New Insight Into The Evolution Of Family Gracilariaceae. *Journal of Phycology*, 52(3). <https://doi.org/10.1111/jpy.12406>
- Dwiyitno. (2011). Rumput Laut Sebagai Sumber Serat Pangan Potensial. *Squalen*, 6(1).
- Fikri, G. Y., Rahim, A. R., & Farikhah. (2018). Pengaruh Kedalaman Tanam Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kualitas Agar Rendemen Rumput Laut (*Gracilaria Gigas*) Denganmetode Lepas Dasar. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1(2), 44–50.
- Fitton, J. H. (2003). Brown Marine Algae: A Survey of Therapeutic Potentials. *Alternative and Complementary Therapies*, 9(1). <https://doi.org/10.1089/10762800360520767>
- Francavilla, M., Franchi, M., Monteleone, M., & Caroppo, C. (2013). The Red Seaweed *Gracilaria Gracilis* As a Multi Products Source. *Marine Drugs*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/md11103754>
- Fransiska, D., & Murdinah, M. (2007). Prospek Produksi Agarosa dan Agar Mikrobiologi Di Indonesia. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 2(2). <https://doi.org/10.15578/squalen.v2i2.139>
- Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N. P. (2018). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Cokelat *Sargassum* sp. Agardh sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- González-Morales, D., Valencia, A., Díaz-Nuñez, A., Fuentes-Estrada, M., López-Santos, O., & García-Beltrán, O. (2020). Development Of a Low-Cost UV-

Vis Spectrophotometer And Its Application For The Detection Of Mercuric Ions Assisted By Chemosensors. *Sensors (Switzerland)*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/s20030906>

Gross, J. (1991). Pigments In Vegetables - Chlorophylls And Carotenoids. In *Springer Science + Business Media, LLC*.

Hasanah, R. U. (2007). *Pemanfaatan Rumput Laut (Gracilaria sp.) Dalam meningkatkan Kandungan Serta Pangan Pada Sponge Cake* [IPB University]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/48417>

Hendrajat, E. ., Pantjara, B., & Mangampa, M. (2010). Polikultur Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dan Rumput Laut (*Gracilaria Verrucosa*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*.

Hendri, M., Rozirwan, R., & Apri, R. (2017). Optimization of Cultivated Seaweed Land *Gracilaria* sp Using Vertikultur System. *International Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.5376/ijms.2017.07.0043>

Hernandez, A. (2017). *The Effect of Salinity on the Growth of the Red Alga, Gracilaria epihippisor*a [University of Hawai'i]. http://www.uhhmop.hawaii.edu/projects/library/papers/Hernandez_Alex_MOP_final_paper.pdf

Hidayat, A. (2004). *Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Kualitas Rumput Laut Kering Asin Jenis Eucheuma cottonii dan Gracillaria sp selama Penyimpanan* [IPB University]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/14278>

Hidayati, J. R., Yudiati, E., Pringgenies, D., Arifin, Z., & Oktaviyanti, D. T. (2019). Antioxidant Activities, Total Phenolic Compound And Pigment Contents of Tropical *Sargassum* sp. Extract, Macerated In Different Solvents Polarity. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(1). <https://doi.org/10.14710/jkt.v22i1.4404>

Hilma, Agustini, N. R., & Erjon. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Dan Penetapan Total Fenol Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Robusta* L.) Hasil Maserasi Dan Sokletasi Dengan Pereaksi. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 5(1).

Insani, A. N., Hafiludin, H., & Chandra, A. B. (2022). Pemanfaatan Ekstrak *Gracilaria* sp. dari Perairan Pamekasan sebagai Antioksidan. *Juvenil*, 3(1). <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i1.14783>

Ispitasari, R., & Haryanti, H. (2022). Pengaruh Waktu Destilasi terhadap Ketepatan Uji Protein Kasar pada Metode Kjeldahl dalam Bahan Pakan Ternak Berprotein Tinggi. *Indonesian Journal of Laboratory*. <https://doi.org/10.22146/ijl.v0i0.73468>

Jayasingha, P., Pitawala, A., & Dharmagunawardhane, H. A. (2011). Vulnerability Of Coastal Aquifers Due To Nutrient Pollution From Agriculture: Kalpitiya, Sri Lanka. *Water Air Soil Pollut*, 219(1–4), 563–577.

<https://doi.org/10.1007/s11270-010-0728-y>

- Jayasinghe, P., Pahalawattaarachchi, V., & Ranaweera, K. (2016). Effect of Extraction Methods on the Yield and Physiochemical Properties of Polysaccharides Extracted from Seaweed Available in Sri Lanka. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.4172/2375-446x.1000150>
- Kartono, Izzati, M., Sutimin, & Insani, D. (2008). Analisis Model Dinamik Pertumbuhan Biomassa Rumpuk Laut Gracillaria Verrucosa. *Jurnal Matematika*, 11(1), 20–24. <https://www.researchgate.net/publication/277847695>
- Khairy, H. M., & El-Shafay, S. M. (2013). Seasonal Variations in the Biochemical Composition Of Some Common Seaweed Species From The Coast of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. *Oceanologia*, 55(2), 435–452. <https://doi.org/10.5697/oc.55-2.435>
- Khopkar, S. M. (2003). *Chemistry Analytical*. UI-Press.
- Kılınc, B., Cirik, S., Turan, G., Tekogul, H., & Koru, E. (2013). Seaweeds for Food and Industrial Applications. *Food Ind.* <https://doi.org/doi:10.5772/53172>
- Komarawidjaja, W., & Kurniawan, D. A. (2008). Tingkat Filtrasi Rumpuk Laut (Gracilaria sp.) Terhadap Kandungan Ortofosfat (P₂O₅). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(2). <https://doi.org/10.29122/jtl.v9i2.459>
- Kumar, A., John, L., Maity, S., Manchanda, M., Sharma, A., Saini, N., Chakraborty, K., & Sengupta, S. (2011). Converging Evidence Of Mitochondrial Dysfunction In a Yeast Model Of Homocysteine Metabolism Imbalance. *Journal of Biological Chemistry*, 286(24). <https://doi.org/10.1074/jbc.M111.228072>
- Kumar, C. S., Ganesan, P., Suresh, P., & Bhaskar, N. (2008). Seaweeds As a Source Of Nutritionally Beneficial Compounds - A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 45(1).
- Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C. R. K., & Jha, B. (2011). Assessment of nutrient Composition and Antioxidant Potential Of Caulerpaceae Seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(2), 270–278. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.07.007>
- Lawton, R. J., de Nys, R., Magnusson, M. E., & Paul, N. A. (2015). The effect of salinity on the biomass productivity, protein and lipid composition of a freshwater macroalga. *Algal Research*, 12, 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2015.09.001>
- Leandro, A., Pacheco, D., Cotas, J., Marques, J. C., Pereira, L., & Gonçalves, A. M. M. (2020). Seaweed's Bioactive Candidate Compounds To Food Industry And Global Food Security. In *Life* (Vol. 10, Issue 8).

<https://doi.org/10.3390/life10080140>

- Lindawaty, Dewiyanti, I., & Karina, S. (2016). Distribusi dan Kepadatan Kerang Darah (*Anadara* sp.) Berdasarkan Tekstur Substrat di Perairan Ulee Lheue Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(April), 114–123.
- Maryunus, R. P., Hiariey, J., & Lopulalan, Y. (2019). Faktor Produksi Dan Perkembangan Produksi Usaha Budidaya Rumput Laut Kotoni Di Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 13(2). <https://doi.org/10.15578/jsekp.v13i2.7270>
- Maulid, R. R., & Laily, A. N. (2015). Kadar Total Pigmen Klorofil dan Senyawa Antosianin Ekstrak Kastuba (*Euphorbia pulcherrima*) Berdasarkan Umur Daun. *Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*.
- Merdekawati, W., Karwur, F. F., & Susanto, A. B. (2017). Karotenoid Pada Algae: Kajian Tentang Biosintesis, Distribusi Serta Fungsi Karotenoid. *Bioma*, 13(1), 23–32. [https://doi.org/10.21009/Bioma13\(1\).3](https://doi.org/10.21009/Bioma13(1).3)
- Mubarak, R. R. M. (2021). Pengaruh Jumlah Optimum Kelapa dan Lama Perendaman pada Pembuatan VCO Dengan Metode Maserasi. *Urecol*, 2(1).
- Mulyaningrum, S. R. H., Daud, R., & Badraeni, B. (2014). Propagasi Vegetatif Rumput Laut *Gracilaria* sp. Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(2). <https://doi.org/10.15578/jra.9.2.2014.203-214>
- Nadhila, H., & Nuzlia, C. (2021). Analisis Kadar Nitrit Pada Air Bersih Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *AMINA*, 1(3). <https://doi.org/10.22373/amina.v1i3.492>
- Nahor, E. M., Rumagit, B. I., & Tou, H. Y. (2020). Perbandingan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Andong (*Cordyline faticosa* L.) Menggunakan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokhletasi. *Politeknik Kesehatan Kemenkes Manado, Indonesia*, 1(1), 40–44. <https://ejurnal.poltekkes-manado.ac.id>
- Nosa, S. P., Karnila, R., & Diharmi, A. (2020). Potensi Kappa Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Sebagai Antioksidan Dan Inhibitor Enzim α -Glukosidase. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(2), 434–449. <https://terubuk.ejournal.unri.ac.id/index.php/JT/article/view/7919>
- Novitasari, A. E., & Putri, D. Z. (2016). Isolasi Dan Identifikasi Saponin Pada Ekstrak Daun Mahkotadewa Dengan Ekstraksi Maserasi. *Akademi Analisis Kesehatan Delima Husada Gresik*, 6(12), 10–14.
- Nurhidayah, B., Soeskendarsi, E., & Erviani, A. E. (2019). Kandungan Kolagen Sisik Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*) dan Sisik Ikan Nilla (*Oreochromis niloticus*). *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 39–47.
- Ondara, K., Dhiauddin, R., & Wisna, U. J. (2020). Kelayakan Kualitas Perairan

Laut Banda Aceh untuk Biota Laut. *Jurnal Kelautan Nasional*, 15(2).
<https://doi.org/10.15578/jkn.v15i2.8743>

- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A., & Rios, A. (2006). Dietary Fiber, Amino Acid, Fatty Acid And Tocopherol Contents Of The Edible Seaweeds *Ulva Lactuca* And *Durvillaea Antarctica*. *Food Chemistry*, 99(1).
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.027>
- Panda, D., & Manickam, S. (2019). Cavitation Technology-The Future Of Greener Extraction Method: A Review On The Extraction Of Natural Products And Process Intensification Mechanism And Perspectives. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/app9040766>
- Pérez, M., da Silva, jaime A. T., & Lao, M. T. (2006). Light management in ornamental crops. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*, 4(Castilla), 683–695. <https://www.researchgate.net/publication/283348170>
- Phang, S. M., Yeong, H. Y., Ganzon-Fortes, E. T., Lewmanomont, K., Prathep, A., Hau, L. N., Gerung, G. S., & Tan, K. S. (2016). Marine algae of the South China Sea bordered by Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam. *Raffles Bulletin of Zoology*, 2(1).
- Poedjiadi, A., & Supriyanti, F. M. T. (2015). Dasar-Dasar Biokimia Edisi Revisi. In *UI-Press. Jakarta*.
- Puspitasari, A. D., & Proyogo, L. S. (2017). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Daun Kersen (Muntingia Calabura). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 1(2).
- Rachmat, R. (1999). Kandungan dan Karakteristik Fisiko Kimia Alginat dari *Sargassum* sp. yang Dikumpulkan dari Perairan Indonesia. Lanoratorium Produk Alam Laut. *Puslitbang Oseanologi LIPI.*, 5, 8.
- Rasheed, I., Tabassum, A., Khan, U., & Rehman, A. (2019). *Fourier Transform Infrared (Ft-Ir) Spectroscopy Of Agar From Red Seaweeds Of Karachi Coast*. 16(1), 59–63.
- Ridwan, M., Tantu, G., & Zainuddin, H. (2019). Analisis Kualitas Keragaman Rumput Laut Jenis *Eucheuma Spinosum* Pada Ekosistem Yang Berbeda Di Perairan Tomia, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Journal of Aquaculture and Environment*, 1(2).
<https://doi.org/10.35965/jae.v1i2.258>
- Rosemary, T., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Mondragon-Portocarrero, A., & Miranda, J. M. (2019). Biochemical, Micronutrient and Physicochemical Properties of The Dried Red Seaweeds *Gracilaria Edulis* and *Gracilaria Corticata*. *Molecules*, 24(12). <https://doi.org/10.3390/molecules24122225>
- Sangkia, F. D., Gerung, G. S., & Montolalu, R. I. (2018). *Analysis Of Growth And*

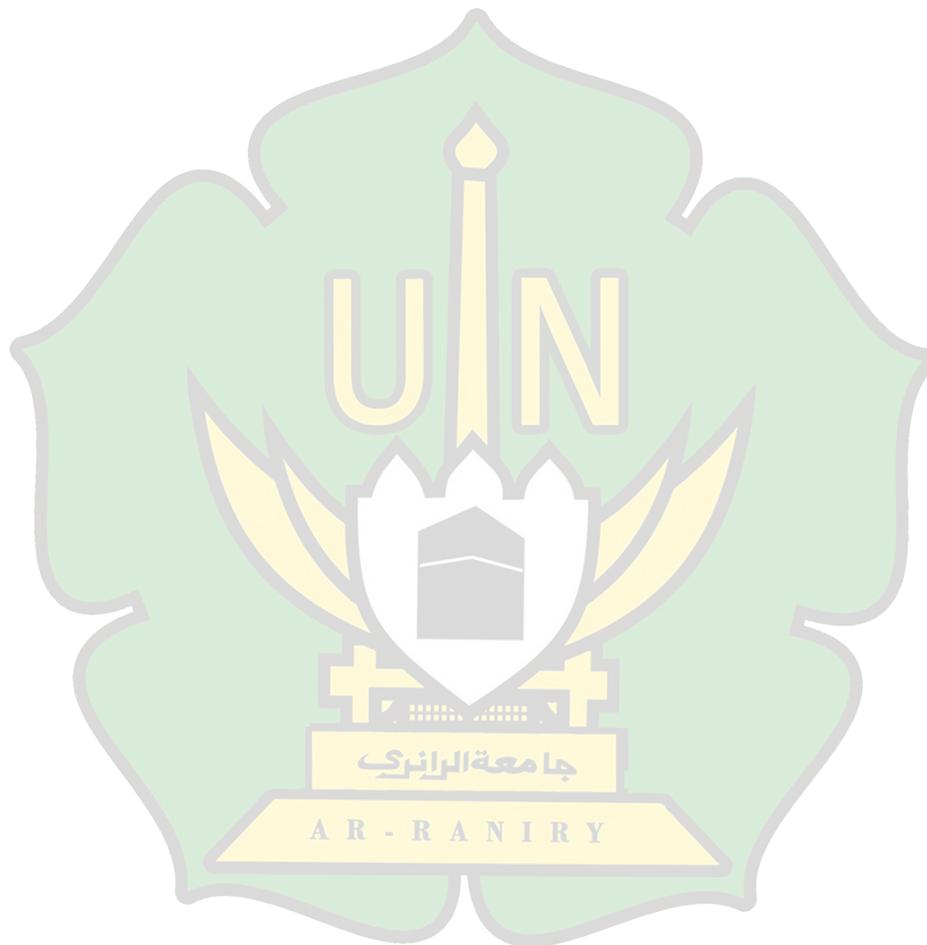
Quality Of Seaweed Carrageenan Kappaphycus Alvarezii In Different Locations On The Banggai's Waters , Central Sulawesi. 6(1), 22–26.

- Sankari, G., Krishnamoorthy, E., Jayakumaran, S., Gunasekaran, S., Vishnu Priya, V., Subramaniam, S., Subramaniam, S., & Mohan, S. K. (2010). Analysis of Serum Immunoglobulins Using Fourier Transform Infrared Spectral Measurements. *Biology and Medicine*, 2(3). <https://doi.org/10.4172/0974-8369.1000066>
- Soenardjo, N. (2011). Aplikasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* (Weber van Bosse) Dengan Metode Jaring Lepas Dasar (Net Bag) Model Cidaun. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(1). <https://doi.org/10.14710/buloma.v1i1.2970>
- Suhartati, T. (2017). Dasar-dasar Spektrofotometri Uv-Vis Dan Spektrofotometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. In *Nucl. Phys.* (Issue 1).
- Suharto, R. C. (2020). *Efek Perlakuan Alkali Dan Pemucatan Terhadap Karakteristik Agar Terekstrak Dari Gracilaria Verrucosa The Effect Of Alkaline Treatment And Bleaching Agent To The Characteristics Of Agar Extracted From Gracilaria Verrucosa* [UNIKA Soegijapranata Semarang]. <http://repository.unika.ac.id/id/eprint/21073>
- Sukmawan, M. A., Antara, N. semedi, & Arnata, I. wayan. (2014). Optimization Salinity and Initial pH on the Biomass Production of *Nannochloropsis* sp. K-4. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 2(1), 19–28.
- Suparjo. (2010). *Analisis Bahan Pakan Secara Kimiawi: Analisis Proksimat dan Analisis Serat*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Tambunan, A. P. M., Rudiyanasyah, & Harlia. (2013). Pengaruh Konsentrasi Na₂CO₃ Terhadap Rendemen Natrium Alginat dari *Sargassum cristaefolium* Asal Perairan Lemukutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(2), 112–117.
- Tapotubun, A. M. (2018). Komposisi Kimia Rumput Laut (*Caulerpa lentillifera*) dari Perairan Kei Maluku dengan Metode Pengeringan Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21257>
- Tiwari, P., Kumar, B., Mandeep, K., Kaur, G., & Kaur, H. (2011). Phytochemical Screening and Extraction: A Review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 1(1).
- Trawanda, S. A., Rejeki, S., & Ariyati, R. W. (2013). Kuantitas dan Kualitas Rumput Laut *Gracilaria* sp. Bibit Hasil Seleksi dan Kultur Jaringan dengan Budidaya Metode Longline di Tambak. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3).

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/5298>

- Waluyo, W. W. S., Suharti, S., & Abdullah, L. (2017). Metode Cepat Pendugaan Kandungan Protein Kasar Pada Rumput Raja (*Pennisetum Purpurhoides*) Menggunakan Nilai Indeks Warna Daun. *Pastura*, 5(2). <https://doi.org/10.24843/pastura.2016.v05.i02.p04>
- Wellburn, A. R. (1994). The Spectral Determination of Chlorophylls a and b, as well as Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144(3). [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2)
- Wenno, M. R., Thenu, J. L., & Cristina Lopulalan, C. G. (2012). Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* Pada Berbagai Umur Panen. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 7(1). <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v7i1.69>
- Widianingsih, Hartati, R., Endrawati, H., Yudiati, E., & Iriani, V. R. (2012). Pengaruh Pengurangan Konsentrasi Nutrien Fosfat dan Nitrat Terhadap Kandungan Lipid Total *Nannochloropsis oculata*. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(1), 24–29. www.ijms.undip.ac.id
- Winarno. (2002). Kimia pangan dan Gizi. In *PT. Gramedia Pustaka Utama*.
- Winarno, F. G. (1990). Teknologi Pengolahan Rumput Laut. *Pustaka Sinar Harapan*.
- Yanuarti, R., Nurjanah, N., Anwar, E., & Pratama, G. (2017). Kandungan Senyawa Penangkal Sinar Ultra Violet dari Ekstrak Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *Turbinaria conoides*. *Biosfera*, 34(2). <https://doi.org/10.20884/1.mib.2017.34.2.467>
- Yudhapratama, E., Nurkomarasari, R., & Fauzi, R. A. (2010). Penentuan Keberadaan Zat Aditif Pada Plastik Kemasan melalui Perlakuan Pemanasan Pada Spektrofotometer IR.
- Yudiati, E., Ridlo, A., Nugroho, A. A., Sedjati, S., & Maslukah, L. (2020). Analisis Kandungan Agar, Pigmen dan Proksimat Rumput Laut *Gracilaria sp.* pada Reservoir dan Biofilter Tambak Udang *Litopenaeus vannamei*. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2). <https://doi.org/10.14710/buloma.v9i2.29453>
- Yuliani, N., Maulinda, N., & Sutamihardja, R. (2017). Analisis Proksimat Dan Kekuatan Gel Agar – Agar Dari Rumput Laut Kering Pada Beberapa Pasar Tradisional. *Jurnal Sains Natural*, 2(2), 101. <https://doi.org/10.31938/jsn.v2i2.40>
- Yulianingsih, R., & Tamzil. (2007). Analisis Proksimat Rumput Laut Produksi Dari Beberapa Lokasi Di Indonesia Timur. *Bul. Tek. Lit. Akuakultur*, 6(1), 51–55.

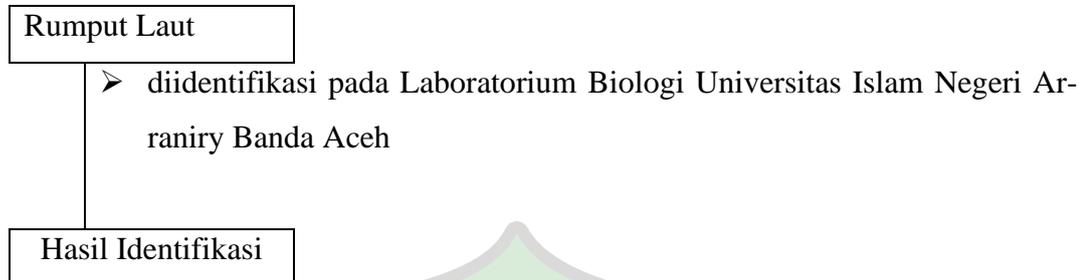
Zendrato, I. A., Swastawati, F., & Romadhon. (2014). Ekstraksi Klorofil Dan Karotenoid Dengan Konsentrasi Pelarut Yang Berbeda Pada Lamun (*Enhalus Acoroides*) Di Perairan Laut Jawa. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 30–39. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jpbhp>



LAMPIRAN

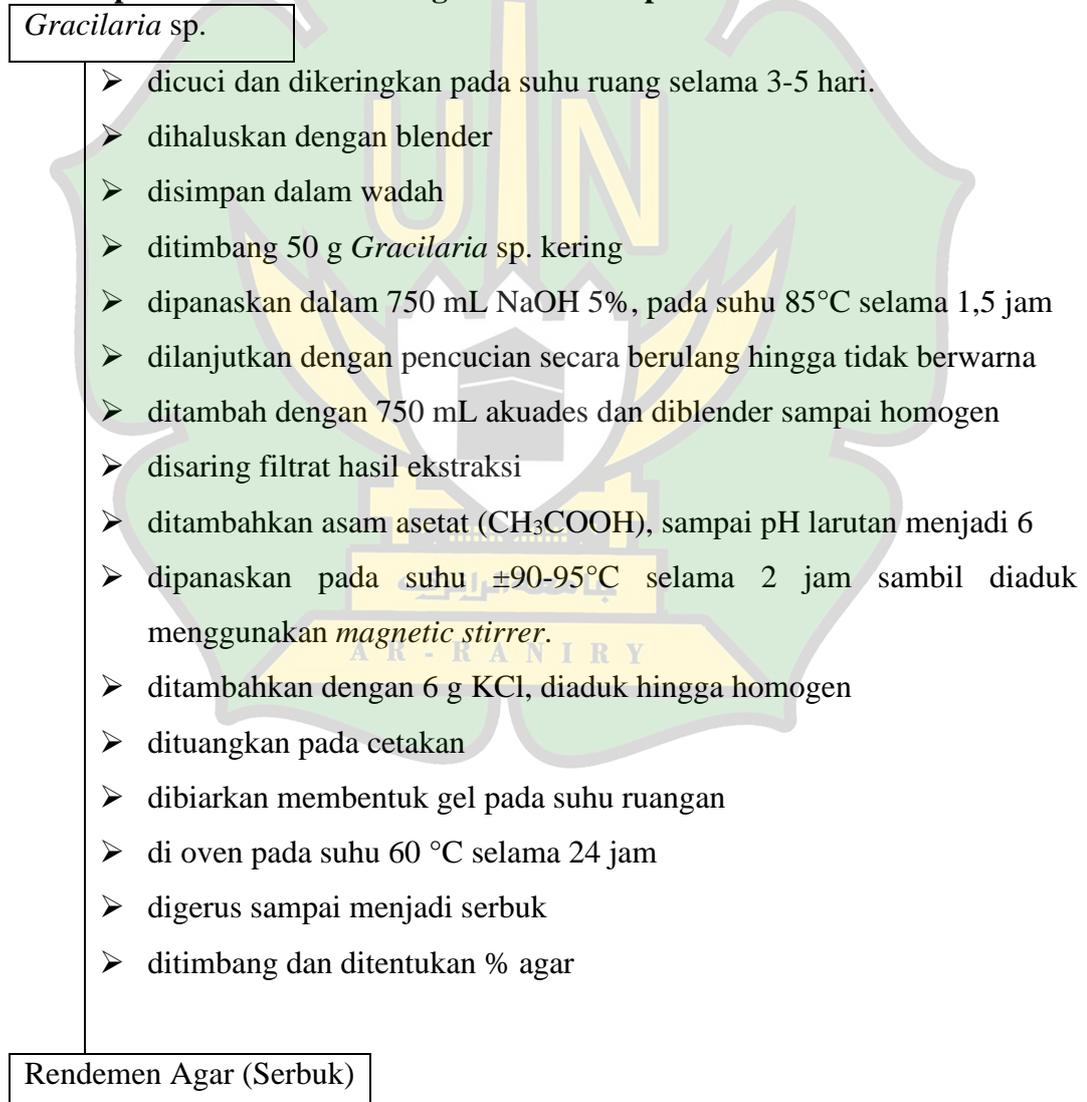
Lampiran 1 Skema Kerja

a. Identifikasi Rumput Laut

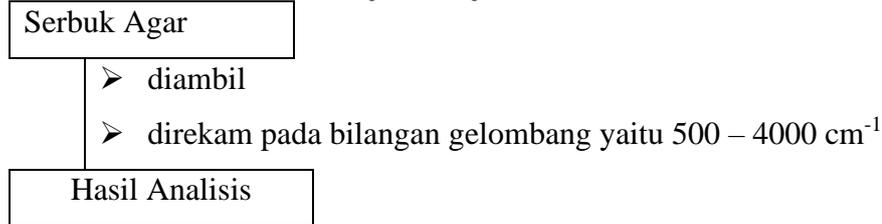


b. Analisis Agar *Gracilaria* sp.

1. Preparasi dan Ekstraksi Agar *Gracilaria* sp.



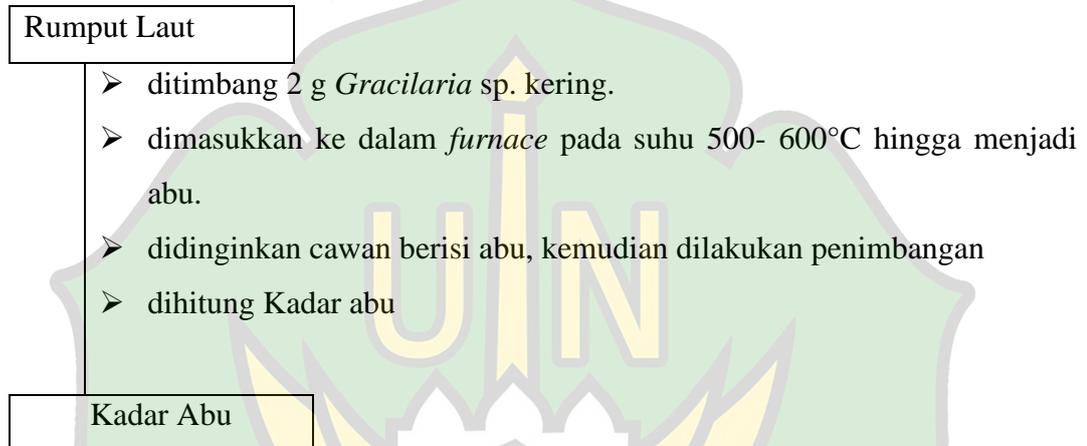
2. Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)



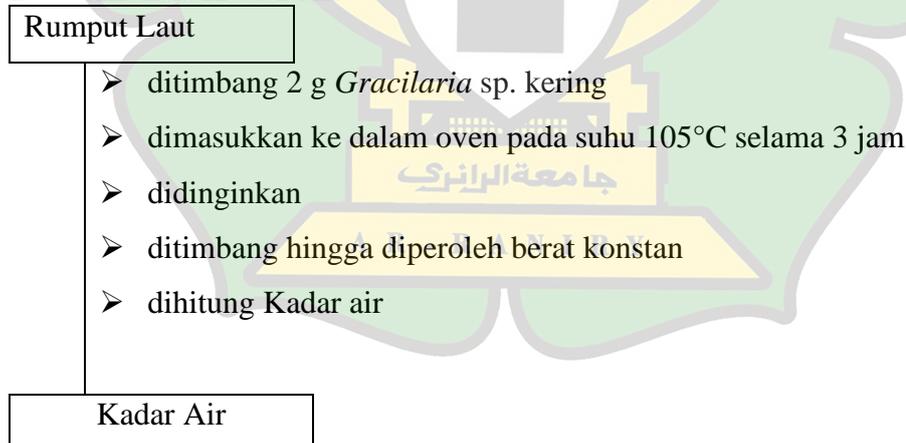
c. Analisis Proksimat *Gracilaria* sp.

Analisis proksimat mengacu pada metode standar *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC).

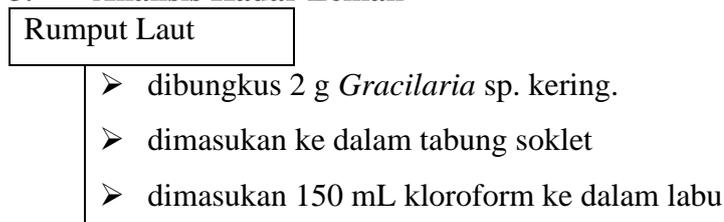
1. Analisis Kadar Abu



2. Analisis Kadar Air



3. Analisis Kadar Lemak



- disokletasi \pm 5 jam (pelarut sudah terlihat jernih menandakan lemak sudah terekstrak semua)
- dikeringkan Labu evaporator di dalam oven dengan suhu 105 °C
- ditimbang hingga didapatkan berat tetap
- dievaporasi untuk memisahkan pelarut dan lemak (rpm 50, suhu 69°C)
- dikeringkan labu evaporator dalam oven dengan suhu 105°C selama 30 menit.
- didinginkan lalu ditimbang untuk didapatkan berat tetap.
- dihitung kadar lemak

Kadar Lemak

4. Analisis Kadar Protein

Rumput Laut

- dimasukkan 1 g *Gracilaria* sp. ke dalam labu Kjeldahl
- ditambah 1 g selenium reagent (katalis)
- dimasukkan batu didih
- didestruksi menggunakan 25 mL asam sulfat pekat (H₂SO₄)
- dipanaskan pada suhu 350 °C sampai berwarna jernih (\pm 150 menit)
- didinginkan dalam *ice bath*
- ditambah 40 mL akuades
- didestilasi dengan NaOH 40% 120 mL dengan pemanasan selama 5 menit (Kjetec™ 2100)
- ditampung dalam 25 mL Asam Borat
- dititrasi dengan HCl 0,1048 N untuk mengetahui nilai total nitrogen.

Kadar Protein

5. Perhitungan Kadar Karbohidrat

Persen Rendemen Proksimat

- dilakukan perhitungan dengan cara *by difference*

Kadar Karbohidrat

e. Ekstraksi Pigmen *Gracilaria* sp.

1. Ekstraksi Pigmen

10 gram Rumput Laut

- ditimbang *Gracilaria* sp. kering
- dihaluskan dengan mortar
- dimasukkan dalam erlenmeyer ukuran 500 mL
- dimasukkan etil asetat sebanyak 100 mL
- diekstraksi selama 24 jam
- disaring menggunakan kertas *Whatman no. 41*
- diisolasi dari pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C.
- dihitung rendemen ekstrak

Rendemen Pigmen

2. Pengukuran Klorofil A dan Karotenoid

Ekstrak Pigmen

- dilarutkan 5 mg ekstrak dalam 5 mL aseton 80%.
- dimasukkan ke dalam kuvet
- diukur absorbansinya pada panjang gelombang 645 nm, 663 nm dan 480 nm
- dihitung kandungan klorofil mengacu pada rumus menurut Hendry dan Grime (1993)

Rendemen Pigmen

Lampiran 2 Perhitungan

1. Kadar Agar

$$\begin{aligned}\% \text{ Rendemen Agar} &= \frac{\text{berat Agar (g)}}{\text{berat } \textit{Gracilaria} \text{ sp. (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{berat Agar (g)}}{50,457 \text{ g}} \times 100\% \\ &= \frac{8,632 \text{ g}}{50,457 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 0,171 \text{ g} \times 100\% \\ &= 17,1 \%\end{aligned}$$

2. Kadar Abu

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar abu} &= \frac{\text{berat Abu (g)} - \text{berat Cawan (g)}}{\text{berat } \textit{Gracilaria} \text{ sp. (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{100,72 \text{ g} - 100,47 \text{ g}}{2,005 \text{ g}} \times 100\% \\ &= \frac{0,25 \text{ g}}{2,005 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 0,1246 \text{ g} \times 100\% \\ &= 12,46 \%\end{aligned}$$

3. Kadar Air

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar Air} &= \frac{a - b}{c} \times 100\% \\ &= \frac{100,221 \text{ g} - 100 \text{ g}}{2,001 \text{ g}} \times 100\% \\ &= \frac{0,221 \text{ g}}{2,001 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 0,1104 \text{ g} \times 100\% \\ &= 11,04 \%\end{aligned}$$

4. Kadar Lemak

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar Lemak} &= \frac{\text{berat Lemak (g)} - \text{berat Tabung kosong}}{\text{berat } \textit{Gracilaria} \text{ sp. (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{202,198 \text{ g} - 202,164 \text{ g}}{2,008 \text{ g}} \times 100\% \\ &= \frac{0,034 \text{ g}}{2,080 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 0,0163 \text{ g} \times 100\% \\ &= 1,63 \%\end{aligned}$$

5. Kadar Protein

$$\begin{aligned}\text{Kadar protein (\%)} &= \frac{(V_A - V_B) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 1000} \\ &= \frac{(14,85 - 0,1) \text{ mL} \times 0,1048 \text{ N} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{1,0158 \times 1000} \\ &= \frac{(14,85 - 0,1) \text{ mL HCl} \times 0,1048 \text{ N HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{1,0158 \times 1000} \\ &= 13,32 \%\end{aligned}$$

Keterangan:

V_A	: mL HCl untuk Titrasi contoh
V_B	: mL HCl untuk Titrasi Blanko
N	: Normalitas HCl Standar yang digunakan
14,007	: Berat atom Nitrogen
6.25	: Faktor Konversi protein untuk pangan
W	: Berat contoh (g)

Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g contoh (%)

6. Kadar Karbohidrat

$$\begin{aligned}\text{Kadar Karbohidrat \%} &= 100\% - (\%bb \text{ Abu} + \%bb \text{ Air} + \%bb \text{ Protein} + \%bb \text{ Lemak}) \\ &= 100\% - (12,46\% + 11,04\% + 13,32\% + 1,63\%) \\ &= 100\% - 38,45\% \\ &= 61,55 \%\end{aligned}$$

7. Kadar Pigmen

$$\begin{aligned}\% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{berat ekstrak (pasta) dan labu (g)} - \text{berat labu (g)}}{\text{jumlah berat awal } \textit{Gracilaria} \textit{ sp.}} \times 100\% \\ &= \frac{202,692 \text{ g} - 202,164 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100\% \\ &= \frac{0,528 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 5,28 \%\end{aligned}$$

8. Klorofil a

$$\begin{aligned}\text{Klorofil a } \mu\text{g/g sampel (Ca)} &= 12,21 \times A_{663} - 2,81 \times A_{664} \\ &= 12,21 \times 0,365 - 2,81 \times 0,363 \\ &= 3,43 \mu\text{g/g}\end{aligned}$$

9. Karotenoid

$$\begin{aligned}\text{Karotenoid } \frac{\mu\text{mol}}{\text{g}} \text{ sampel (Cx+c)} &= \frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ \text{karotenoid } \frac{\mu\text{mol}}{\text{g}} \text{ sampel (Cx+c)} &= \frac{(0,185 + (0,114 \times 0,270 - 0,683 \times 0,264)) \times 5 \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ \text{karotenoid } \frac{\mu\text{mol}}{\text{g}} \text{ sampel (Cx+c)} &= \frac{0,185 + (0,114 \times 0,270 - 0,683 \times 0,264) \times 5 \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ &= \frac{0,185 + (0,031 - 0,180) \times 5 \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ &= \frac{0,185 - 0,149 \times 5 \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ &= \frac{0,036 \times 5 \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ &= \frac{180}{112,5 \times 0,1 \times 10} \\ &= 1,6 \mu\text{g/g}\end{aligned}$$

Lampiran 3 Hasil Uji
a. Identifikasi Taksonomi



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM BIOLOGI
Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id, Email: biolab.arraniry@gmail.com



SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI
No: B-77/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/07/2022

Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan bahwa sampel yang dibawa oleh :

Nama : Muhammad Haikal
NIM : 180704046
Status : Mahasiswa
Program Studi/Fakultas : Kimia / Fakultas Sains dan Teknologi
Jenis Sampel : Makroalga (Protista)
Asal Sampel : Perairan Ulee Lheu Kec. Meuraxa Kota Banda Aceh

Telah dilakukan identifikasi sampel makroalga (rumput laut) di Laboratorium Botani dengan hasil klasifikasi taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom : Protista
Divisi : Rhodophyta
Kelas : Florideophyceae
Ordo : Gracilariales
Famili : Gracilariaceae
Genus : Gracilaria
Spesies : *Gracilaria* sp. (Hudson) Papenfuss, 1950

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 14 Juli 2022

Mengetahui,
Ketua Laboratorium Biologi

Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

b. Uji kadar Protein



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)

Jl. Cut Nyak Dien No. 377 Laksamana Timur Banda Aceh 23230 Telp. (3815) 49714 Fax. (0651) 46506 - 4302642
E-mail: lab_bra@yahoo.com Website: http://standards.kemperind.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 27 Maret 2023
Date of Issue

Nomor Laporan : 584LHULABBA/BSPJI-Aceh/III/2023
Report Number

Kepada : Muhammad Haikal
To UIN Ar - Raniry
di - Banda Aceh

Nomor Analisis : Kim - 23_200
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that examination

Dari Contoh : Rumput Laut
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : 80/msd/Kim/3/2023
BAPC Number

Keterangan contoh : Diantar
Identity

Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Code Contoh : " A "
Code Sample

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Sampling : -
Date Of Sampling

Tanggal Penerimaan : 20 Maret 2023
Received On

Tanggal Analisis : 20 Maret 2023
Date of Analysis

Hasil :
Results

No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji
1	Protein	%	SNI 01-2891-1992 butir 7.1	13,32

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

BSPJI BANDA ACEH
Manajer Teknik LABBA

(Signature)
Syarifuddin, ST., MT
NIP. 19760903 200502 1 001

F.5.10.01.02

Terbil/Revisi : 3/1

* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari BSPJI Banda Aceh

Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian

1. Sampling Rumput Laut



Proses Pengambilan *Gracilaria* sp.



Proses penjemuran *Gracilaria* sp.

2. Analisis Agar



Penimbangan *Gracilaria* sp.



Pengukuran pH *Gracilaria* sp.



Pencetakan Agar



Agar setelah dipotong-potong



Agar setelah di oven dan digerus



Pengujian Agar dengan FTIR

3. Proksimat

a. Abu



Proses Pengarangan *Gracilaria* sp.



Hasil pengarangan *Gracilaria* sp.

b. Air



Pengeringan *Gracilaria* sp. dengan Oven



Hasil kadar air dengan Oven

c. Lemak



Proses Sokletasi *Gracilaria* sp.



Pemisahan Lemak dengan *Rotary evaporator*

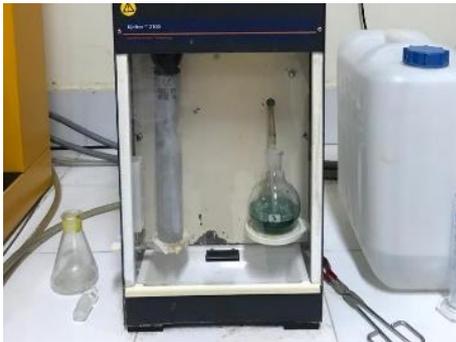
d. Protein



Proses penambahan H_2SO_4



Proses destruksi *Gracilaria* sp.



Proses destilasi hasil destruksi



Hasil titrasi dengan HCl

4. Pigmen



Pengentalan Pigmen *Gracilaria* sp.



Pengentalan Pigmen *Gracilaria* sp.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Haikal
Tempat/Tanggal Lahir : Cot Geulumpang, 28 Februari 2000
Jenis kelamin : Laki-laki
Kewarganegaraan : Indonesia
Agama : Islam
Pekerjaan : Pelajar/Mahasiswa
No. Handphone : +62 (82)3 6698 5525
Email : 180704046@student.ar-raniry.ac.id
Alamat : Seukeumbrok, Kemukiman Utue, Kec. Pidie Kab. Pidie.

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Sekolah Dasar Negeri Utue (2006-2012)
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Delima (2012-2015)
3. Sekolah Menengah Kejuruan Swasta Lilawangsa Sigli (2015-2018)
4. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry (2018-2023)