

**OPTIMASI PERSEN INHIBISI DALAM MENENTUKAN
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN RUMPUT LAUT *Caulerpa lentilifera*
DAN *Caulerpa taxifolia* MENGGUNAKAN METODE *RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY* (RSM)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh :

WIN WIN TITIAN ANGGASANI

NIM. 210704008

Mahasiswa Sains dan Teknologi

Program Studi : Kimia



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

BANDA ACEH

2026

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Optimasi Persen Inhibisi dalam Menentukan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* Menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM)

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 Prodi Kimia

Oleh:

WIN WIN TITIAN ANGGASANI
NIM 210704008
Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi
Program Studi Kimia

Disetujui Untuk Di Seminarkan Oleh:

Pembimbing I

Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN 2023018901

Pembimbing II

Muslem, M.Sc
NIDN 20060690

Mengetahui,
A R - R A N I R Y
Ketua Program Studi,

Muhammad Ridwan Harahap, M.Si

NIDN 2027118603

LEMBAR PENGESAHAN

Optimasi Persen Inhibisi dalam Menentukan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* Menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM)

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah 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 Prodi Kimia


Pada Hari/Tanggal : Jumat / 23 Januari 2026

8 Muharam 1447 H


di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi :

Ketua,


Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN 2023018901

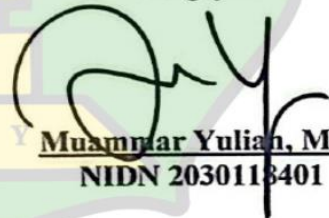
Sekretaris,


Muslem, M.Sc
NIDN 2006069004

Penguji I

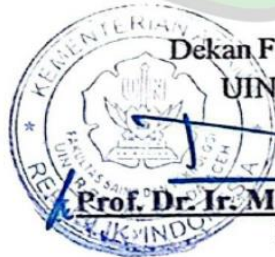

Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
NIDN 2027118603

Penguji II


Muammar Yulian, M.Si
NIDN 2030118401

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Win Win Titian Anggasani
NIM : 210704008
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Optimasi Persen Inhibisi dalam Menentukan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* Menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab 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, 14 Agustus 2025



Yang Menyatakan,
(Win Win Titian Anggasani)

ABSTRAK

Nama : Win Win Titian Anggasani
NIM : 210704008
Program Studi : Kimia
Judul : Optimasi Persen Inhibisi dalam Menentukan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Caulerpa Lentilifera* dan *Caulerpa Taxifolia* Menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM)
Tanggal Sidang : 23 Januari 2026
Tebal Skripsi : 74 halaman
Pembimbing I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Pembimbing II : Muslem M.Sc
Kata Kunci : *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa taxifolia*, antioksidan, DPPH, persen inhibisi, RSM

Rumput laut hijau *Caulerpa lentillifera* dan *Caulerpa taxifolia* diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antioksidan alami, namun aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi ekstraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kondisi ekstraksi kedua spesies tersebut guna memperoleh aktivitas antioksidan tertinggi menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM). Tulisan ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik, flavonoid, dan tanin berperan penting dalam aktivitas antioksidan rumput laut, serta metode optimasi diperlukan untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Penelitian dilakukan melalui ekstraksi maserasi menggunakan pelarut etanol dengan variasi waktu ekstraksi (14–82 jam) dan konsentrasi etanol (65–96%). Desain eksperimen disusun menggunakan *Central Composite Design* (CCD), sedangkan analisis data dilakukan dengan perangkat lunak Minitab. Aktivitas antioksidan ditentukan menggunakan metode DPPH berdasarkan persentase inhibisi radikal bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum untuk *Caulerpa lentillifera* diperoleh pada waktu ekstraksi 82 jam dan konsentrasi etanol 66% dengan persen inhibisi sebesar 83,8%, sedangkan *Caulerpa taxifolia* mencapai kondisi optimum pada waktu ekstraksi 82 jam dan konsentrasi etanol 78% dengan persen inhibisi sebesar 70%. Temuan ini membuktikan bahwa RSM efektif dalam mengoptimalkan kondisi ekstraksi untuk meningkatkan aktivitas antioksidan rumput laut.

ABSTRACT

Name : Win Win Titian Anggasani
Student ID : 210704008
Study Program : Chemistry
Title : Optimization of Percent Inhibition in Determining the Antioxidant Activity of Seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Caulerpa taxifolia* Using Response Surface Methodology (RSM)
Session Date : 23 January 2026
Thesis Thickness : 74 pages
Advisors I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Advisors II : Muslem M.Sc
Keywords : *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa taxifolia*, antioxidant, DPPH, percentage inhibition, RSM

*Green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Caulerpa taxifolia* are known to contain bioactive compounds with potential antioxidant properties; however, their activity is strongly influenced by extraction conditions. This study aimed to optimize the extraction conditions of both species to obtain maximum antioxidant activity using Response Surface Methodology (RSM). Previous studies indicate that phenolic compounds, flavonoids, and tannins play an important role in the antioxidant activity of seaweeds, highlighting the need for an optimized extraction approach. The extraction was carried out using the maceration method with ethanol as the solvent, while extraction time (14–82 h) and ethanol concentration (65–96%) were selected as independent variables. The experimental design was constructed using a Central Composite Design (CCD), and data analysis was performed using Minitab software. Antioxidant activity was evaluated using the DPPH method and expressed as percentage inhibition of free radicals. The results showed that the optimal extraction conditions for *Caulerpa lentillifera* were achieved at an extraction time of 82 h and an ethanol concentration of 66%, yielding a percentage inhibition of 83.8%. Meanwhile, *Caulerpa taxifolia* exhibited optimal antioxidant activity at 82 h and 78% ethanol, with a percentage inhibition of 70%. These findings demonstrate that RSM is an effective tool for optimizing extraction conditions and enhancing the antioxidant activity of green seaweeds.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam tidak lupa pula penulis sampaikan kepada penghulu kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari alam kebodohan ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan sebagaimana yang kita rasakan pada saat ini. Adapun judul skripsi ini adalah “Optimasi Persen Inhibisi dalam Menentukan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* Menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM)”. Penulisan skripsi ini bermaksud untuk melengkapi dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik itu yang telah memberi moril, materil maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama ini dan penghargaan tak terhingga kepada:

1. Prof Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Univeritas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
2. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si, selaku Ketua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Univeritas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
3. Ibu Bhayu Gita Bhernama, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing, menasehati dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak dan Ibu seluruh dosen, Staf dan Asisten Laboratorium Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Univeritas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh yang telah mengajar dan membekali ilmu kepada penulis sejak semester awal hingga semester akhir.

5. Teristimewa kepada Orang tua penulis, adik dan kakak yang selalu mendoakan, juga tidak lupa kepada Rifa Yuliza selaku teman hidup penulis yang menemani, memberikan motivasi, dan pengorbanannya baik dari segi moril dan materil kepada penulis sehinggalah penulis dapat menyelesaikan skripsi.
6. Seluruh teman seperjuangan angkatan 2021 Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Univeritas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh yang tidak dapat disebut satu persatu, terimakasih atas bantuan dan kebersamaannya

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran-saran untuk kesempurnaan skripsi nantinya. Penulis berharap semoga skripsi ini memberi manfaat bagi pembaca serta bermanfaat dalam misi mengembangkan ilmu pengetahuan. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas amal kebaikan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis. Amin Ya Rabbal A'lam

Banda Aceh, 08 November 2024

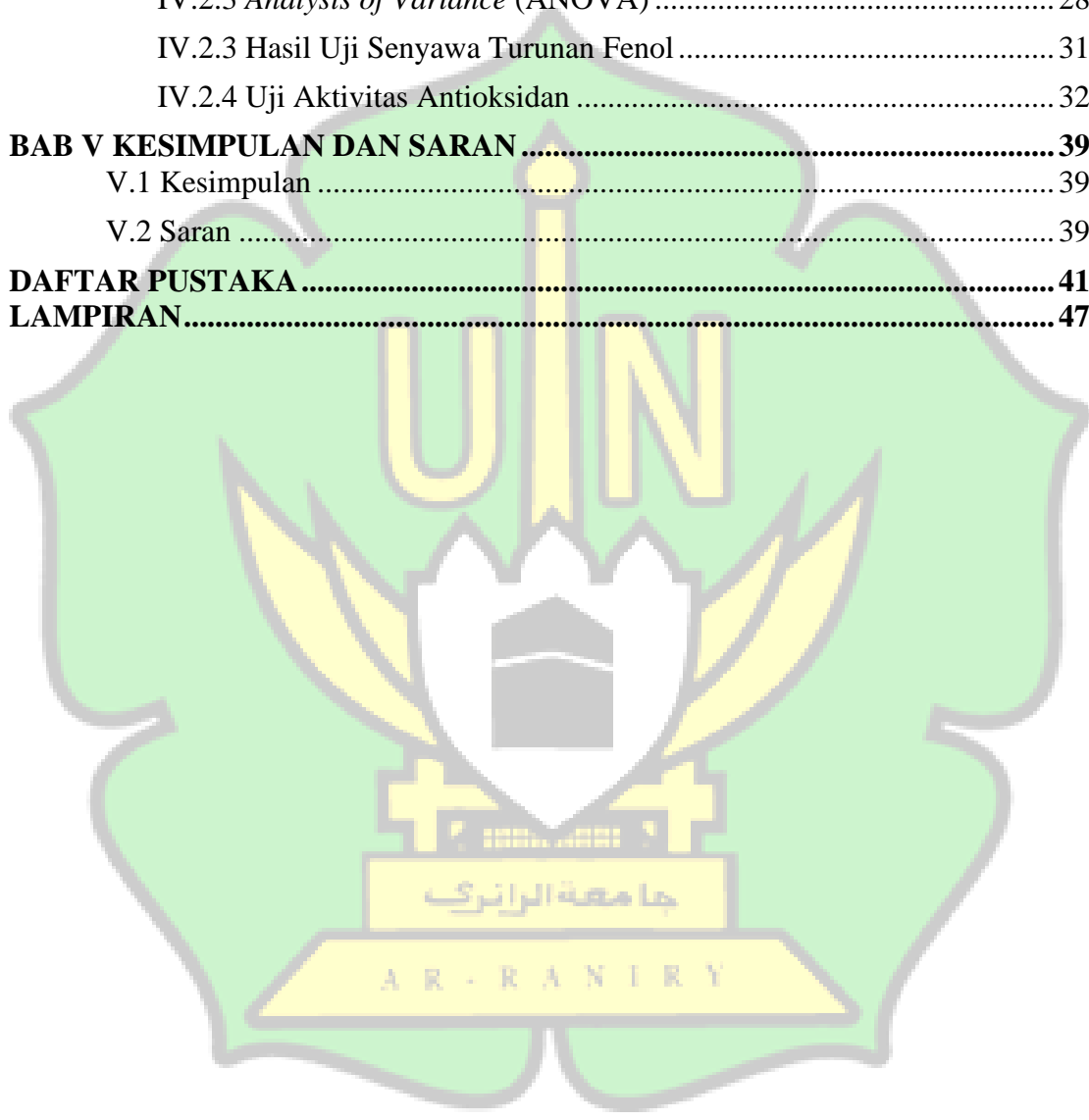
Penulis

Win Win Titian Anggasani

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN	6
II.1 Rumput Laut.....	6
II.2 Rumput Laut Hijau (Alga Hijau)	7
II.2.1 Rumput Laut Hijau (<i>Caulerpa</i> sp).....	8
II.2.2 Rumput Laut Hijau Lawi-Lawi (<i>Caulerpa lentilifera</i>).....	9
II.2.3 Rumput Laut Hijau (<i>Caulerpa taxifolia</i>)	10
II.3 Antioksidan	11
II.4 Metode Ekstraksi.....	12
II.5 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
III.2 Alat dan Bahan.....	15
III.3 Pengambilan dan preparasi sampel.....	16
III.4 Identifikasi Rumput Laut	17
III.5 Metode Ekstraksi	17
III.6 Uji Komponen senyawa turunan fenol	19
III.7 Uji Antioksidan.....	20
III.8 Diagram Alir	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23

IV.1 Data Hasil Pengamatan.....	23
IV.2 Pembahasan	25
IV.2.1 Taksonomi Rumput Laut	25
IV.2.2 Ekstraksi Rumput Laut Menggunakan Kombinasi Parameter RSM	26
IV.2.3 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	28
IV.2.3 Hasil Uji Senyawa Turunan Fenol	31
IV.2.4 Uji Aktivitas Antioksidan	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
V.1 Kesimpulan	39
V.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Caulerpa Lentilifera</i>	9
Gambar II. 2 <i>Caulerpa Taxifolia</i>	10
Gambar III. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian	16
Gambar IV. 1 Proses pengeringan sampel	26
Gambar IV. 2 Sampel Rumput Laut Kering: (A) <i>Caulerpa lentilifera</i> (B) <i>Caulerpa</i> ..	27
Gambar IV. 3 Proses Maserasi: (A) <i>Caulerpa lentilifera</i> (B) <i>Caulerpa taxifolia</i>	27
Gambar IV. 4 Sampel Pekat Hasil Ekstraksi	28
Gambar IV. 5 Countour Plot Persen Inhibisi <i>Caulerpa taxifolia</i> Terhadap Konsentrasi dan Waktu.....	36
Gambar IV. 6 Surface Plot Persen Inhibisi <i>Caulerpa taxifolia</i> Terhadap Konsentrasi dan Waktu.....	36
Gambar IV. 7 Surface Plot Persen Inhibisi <i>Caulerpa lentilifera</i> Terhadap Konsentrasi dan Waktu.....	37
Gambar IV. 8 Countour Plot Persen Inhibisi <i>Caulerpa lentilifera</i> Terhadap Konsentrasi dan Waktu.....	37



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbedaan jenis rumput laut	7
Tabel III. 1 Parameter yang digunakan	17
Tabel III. 2 Kombinasi parameter yang diuji	18
Tabel IV. 1 Hasil Rancangan RSM terhadap Persen Inhibisi	23
Tabel IV. 2 Prediksi Optimum Persen Inhibisi <i>Caulerpa taxifolia</i>	23
Tabel IV. 3 Prediksi Optimum Persen Inhibisi <i>Caulerpa lentilifera</i>	24
Tabel IV. 4 Hasil Laboratorium Sampel Rumput Laut	24
Tabel IV. 5 Perbandingan Prediksi dan Hasil Laboratorium	24
Tabel IV. 6 Hasil Uji Senyawa Turunan Fenol	24
Tabel IV. 7 Hasil Analisis ANOVA Model RSM terhadap Persen Inhibisi <i>Caulerpa taxifolia</i>	28
Tabel IV. 8 Hasil Analisis ANOVA Model RSM terhadap Persen Inhibisi <i>Caulerpa lentilifera</i>	30
Tabel IV. 9 Tabel Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	34



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan

DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil	2
CCD	<i>Central Composite Design</i>	3
BBD	<i>Box–Behnken Design</i>	3
RSM	<i>Response Surface Methodology</i>	3
BHT	Butylated Hydroxytoluene	11
BHA	Butylated Hydroxyanisole	11
IC ₅₀	<i>Inhibitory Concentration 50%</i>	11
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>	12
LOF	<i>Lack of Fit</i>	12
DOE	<i>Design of Experiment</i>	20
UV-Vis	<i>Ultraviolet–Visible Spectrofotometri</i>	20
R ²	Koefisien determinasi	28
Adj R ²	Koefisien determinasi terkoreksi	28
Pred R ²	Koefisien determinasi prediksi	28
DF	<i>Degree of Freedom</i>	28
SS	<i>Sum of Squares</i>	28
MS	<i>Mean Square</i>	28

Lambang

%	Persen	2
CaCO ₃	Kalsium karbonat	8
O ₂ ⁻	Radikal superoksida	11
OH•	Radikal hidroksil	11
H ₂ O ₂	Hidrogen peroksida	11
ppm	Part per million	11
X ₁	Variabel bebas pertama	12
X ₂	Variabel bebas kedua	12
°C	Derajat Celcius	17
h	Jam	17
g	Gram	19
mg	Miligram	19
mL	Mililiter	19

Lambang

HCl	Asam klorida	19
FeCl ₃	Besi(III) klorida	19
Mg	Magnesium	19



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya sumber daya hayatinya di darat dan laut. Rumput laut di Provinsi Aceh merupakan sumber daya yang banyak tersebar di lautnya. Pemanfaatan rumput laut yang semakin luas menimbulkan peluang masyarakat dalam memanfaatkannya dengan membudidayakan rumput laut. Rumput laut merupakan sumber daya hayati yang baik sebagai komoditas ekspor dan tentu saja diharapkan mempunyai peran penting dalam menyejahterahkan masyarakat pada provinsi tersebut (Asni, 2008).

Rumput laut telah dimanfaatkan menjadi berbagai kebutuhan industri seperti industri pangan, farmasi, bioteknologi, kosmetik, bahkan dimanfaatkan dalam industri otomotif. Metabolit primer dan metabolit sekunder yang terkandung di dalam rumput laut merupakan alasan bahwa rumput laut banyak dimanfaatkan dalam bidang Kesehatan (Hermund, 2018). Rumput Laut yang sering dimanfaatkan sebagai bahan pangan merupakan rumput laut hijau jenis *Caulerpa* sp. Jenis *Caulerpa* sp memiliki sebaran yang cukup luas terutama pada kawasan yang memiliki iklim tropis karena membutuhkan asupan sinar matahari untuk proses fotosintesisnya. Jenis ini dapat dijumpai di sebagian besar wilayah Asia yakni; Thailand, Malaysia, Jepang, Filipina, Korea, Indonesia, serta lokasi lain di sekitar kawasan Asia (Nofiani dkk., 2018).

Rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* juga telah diteliti mempunyai aktivitas antioksidan karena memiliki senyawa fenolik dan flavonoid (Cahyaningrum dkk., 2016). Antioksidan merupakan senyawa penghambat kerja radikal bebas karena bisa mendonor satu atau lebih elektron. Radikal bebas merupakan atom yang mempunyai elektron tidak berpasangan oleh karena itu radikal bebas memiliki sifat reaktif dan mudah bereaksi dengan zat-zat lainnya (Hidayati dkk., 2017). Pada penelitian yang dilakukan oleh Mayasri (2021) jenis rumput laut hijau memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dari rumput laut merah dan rumput laut coklat. Rumput laut jenis *Caulerpa taxifolia* dan *Caulerpa lentilifera* merupakan rumput laut

jenis *Chlorophyta* yang memiliki kandungan asam amino dan protein yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk unggulan (Nofiani dkk., 2018). Menurut Jumsurizal dkk., (2021) dan Sommer dkk., (2022), rumput laut jenis *Caulerpa taxifolia* dan *Caulerpa lentilifera* juga memiliki potensi yang tinggi sebagai bahan makan.

Radikal bebas mempunyai kemampuan yang berbahaya, radikal bebas menyerang sel-sel tubuh yang sehat lalu menyebabkan kerusakan dalam struktur dan fungsi. Kerusakan sel membuat terjadinya penyakit akibat usia dan degenerasi. Oleh karena itu antioksidan diperlukan bagi tubuh dengan rumput laut sebagai sumbernya. Kadar senyawa yang mengandung aktivitas antioksidan bervariasi nilainya karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi geografis, jenis, umur panen, penanganan pascapanen, dan waktu panen. Ekstrak yang sudah dilakukan lalu bisa diuji antioksidannya menggunakan metode uji DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Metode DPPH merupakan metode yang umum digunakan untuk uji antioksidan. Adanya antioksidan dapat dilihat dari perubahan warna larutan DPPH yang berwarna ungu menjadi berwarna kuning cerah yang asalnya dari gugus pikril. Intensitas warna dari larutan tersebut bisa dipantau melalui spektrofotometri (Mayasri, 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mokoginta (2021), menggunakan sampel *Caulerpa* sp dengan pelarut etanol 90% dengan waktu maserasi selama 24 jam dibuktikan bahwa sampel *Caulerpa* sp yang diuji menunjukkan adanya aktivitas antioksidan terbaik pada persen Inhibisi di angka 62,63%. Sementara, pada penelitian yang dilakukan oleh Mulyani dkk (2022), sampel *Caulerpa* sp di maserasi selama 3x24 jam dengan etanol 90% dengan konsentrasi sampel ekstrak 300 ppm didapatkan persen Inhibisi sebesar 16,85%. Dari penelitian yang telah dilakukan bisa disimpulkan pada penelitian yang dilakukan oleh Mokoginta (2021), bahwa semakin tinggi persen inhibisinya semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sukmawaty (2016), sampel di ekstraksi menggunakan pelarut etanol 70% selama 2x24 jam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi pelarut yang optimal dan waktu yang optimal untuk mendapatkan hasil persen inhibisi terbaik.

Pengekstraksian senyawa bioaktif yang terdapat pada rumput laut juga perlu diperhatikan, salah satu metode yang tepat untuk menilai aktivitas antioksidan yang

optimal pada ekstrak rumput laut adalah *Respon Surface Methodology* (RSM) (Aydar, 2018). Menurut Widarsaputra (2022), RSM merupakan suatu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisa dan memodelkan suatu masalah dimana hasil atau respon yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa variabel yang bertujuan untuk mengoptimalkan hasil atau respon tersebut. Desain respon permukaan yang baik dibangun oleh model tertentu untuk bekerja dengan baik seperti yang kita inginkan tetapi model yang ingin kita bentuk harus dianalisa dan dievaluasi untuk memastikan kesan eksperimental dari sistem yang akan diselidiki cocok dan memiliki hubungan. RSM berfungsi untuk menghasilkan data yang akan dianalisa sehingga butuh di pertimbangkan untuk memilih desain yang sesuai dengan variabel yang akan kita bangun.

Menurut Anderson, (2020) ada 2 bentuk rancangan yang sering digunakan dan lebih banyak dikenal yaitu *Central Composite Design* (CCD) dan *Box-Behnken Design* (BBD). CCD memiliki banyak keunggulan daripada BBD yaitu menangkap efek nonlinier, menentukan titik optimum (maksimum/minimum), dan menggambarkan kelengkungan permukaan respon. CCD juga dirancang khusus untuk membangun model orde dua (kuadratik) yang diketahui juga sebagai model paling ideal di RSM. Penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan keefisienan bentuk rancangan CCD dalam mengoptimalkan sebuah ekstraksi dan menganalisis data.

Penelitian ini difokuskan pada upaya mengoptimalkan kondisi ekstraksi rumput laut untuk mendapatkan senyawa dengan penghambat radikal bebas tertinggi. Aktivitas antioksidan dinilai melalui persentase inhibisi radikal bebas pada konsentrasi uji tertentu yang seragam, sehingga dapat dibandingkan antar-perlakuan. Oleh karena itu, metode *Response Surface Methodology* (RSM) digunakan karena mampu menganalisis pengaruh dan interaksi dua variabel proses sekaligus, serta memprediksi kondisi optimum yang menghasilkan persentase inhibisi maksimum. Penggunaan persen inhibisi sebagai respons pada RSM dipandang relevan karena penelitian ini tidak berfokus pada karakterisasi dosis-respons penuh, melainkan pada efisiensi ekstraksi. Pendekatan serupa telah banyak dilakukan untuk optimasi ekstraksi senyawa bioaktif

dari tanaman dan alga dengan hasil yang valid (Topuz, 2016; Liu, 2019; Pranantha, 2021).

Berdasarkan penelitian yang sudah ada, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan metode ekstraksi menggunakan variabel tertentu untuk menghasilkan persen inhibisi yang optimal pada rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana cara metode RSM membantu menunjukkan aktivitas antioksidan yang optimal pada rumput laut *Caulerpha lentilifera* dan *Caulerpha taxifolia*?
2. Berapa nilai aktivitas antioksidan (yang dilihat dari persen inhibisi) optimum dari rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* berdasarkan variasi waktu dan konsentrasi pelarut?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk membuktikan apakah ekstraksi dengan metode RSM mampu membantu memaksimalkan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.
2. Untuk mengetahui nilai aktivitas antioksidan (yang dilihat dari persen inhibisi) dari rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* berdasarkan variasi waktu dan konsentrasi pelarut.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui metode ekstraksi yang tepat untuk memaksimalkan kandungan ekstrak
2. Mengetahui bahwa RSM dapat digunakan sebagai metode untuk mengoptimalkan ekstraksi.

I.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan merupakan rumput laut hijau spesies *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.
2. Pelarut organik yang digunakan merupakan etanol dengan konsentrasi 65% paling kecil dan 95% paling besar.
3. Metode ekstraksi yang digunakan merupakan metode ekstraksi maserasi.
4. Variabel yang digunakan adalah waktu dan konsentrasi pelarut.



BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN

II.1 Rumput Laut

Rumput laut dalam ilmu pengetahuan bisa dikenal sebagai ganggang (*algae*) rumput laut merupakan jenis tumbuhan berklorofil yang seluruh bagian tanamannya disebut talus. Sejak 2700 SM, rumput laut memiliki banyak manfaat salah satunya dalam bidang pangan bagi manusia. Selain sebagai bahan pangan rumput laut juga telah dimanfaatkan sejak tahun 1670 di Cina dan Jepang sebagai bahan obat, kosmetik, pakan ternak, bahkan sebagai pupuk organik. Klasifikasi rumput laut juga perlu diperhatikan guna memaksimalkan potensi kegunaan dari masing-masing jenis rumput laut (Widyartini dkk., 2022).

Pengelompokan rumput laut bisa dibagi menjadi dua, yaitu berdasarkan *thallus* nya dan berdasarkan kandungan *pigmen* nya. Pengelompokan rumput laut berdasarkan *thallus* nya dibagi menjadi 4 yaitu *pectinate*, *ferticillate*, *dichotomus* dan kelompok yang sederhana. Kelompok yang sederhana merupakan rumput laut yang tidak memiliki cabang dan bentuknya hanya lembaran atau helaian, kelompok *pectinate* merupakan rumput laut yang memiliki cabang berderet searah pada sisi *thallus* utama, *ferticillate* merupakan rumput laut dengan cabang berpusat mengitari aksis (sumbu utama), dan *dichotomus* adalah golongan yang memiliki cabang dua secara terus menerus.

Sementara itu, klasifikasi rumput laut dibagi menjadi 4 kelas, yaitu rumput laut hijau (*Chlorophyta*), rumput laut coklat (*Phaeophyta*), rumput laut merah (*Rhodophyta*), dan rumput laut pirang (*Chrysophyta*) table dibawah ini menunjukkan beberapa perbedaan pada masing-masing kelas.

Tabel II. 1 Perbedaan jenis rumput laut

Jenis rumput laut	Pigmen/warna	Zat penyusun dinding sel
Hijau (<i>Chlorophyta</i>)	Klorofil a, klorofil b dan karotenoid (siponaxantin, siponen, lutein, violaxantin, dan zeaxantin)	Selulosa
Merah (<i>Rhodophyta</i>)	Klorofil a, klorofil d dan pikobiliprotein (pikoeritrin dan pikosianin)	CaCO ₃ (kalsium karbonat), selulosa dan produk fotosintetik berupa karaganin, agar, fulcellaran dan porpiran
Coklat (<i>Phaeophyta</i>)	Klorofil a, klorofil c dan karotenoid (fukoxantin, violaxantin, dan zeaxantin)	Asam alginat
Pirang (<i>Chrysophyta</i>)	Karoten, xantofil	Silikon

Sumber: (Nasmia dkk., 2020).

II.2 Rumput Laut Hijau (Alga Hijau)

Rumput laut adalah sumber daya hayati yang hidup dilaut yang bisa digolongkan ke dalam kelompok alga, dalam ilmu biologi bisa lebih dikenal dengan ganggang laut. Alga diklasifikasikan berdasarkan bentuk *thallus* dan *pigmen* warnanya. Rumput laut hijau mempunyai berbagai jenis salah satunya adalah *Caulerpa* sp., rumput laut ini merupakan golongan alga hijau, *thallus* berbentuk selebaran, batangan dan bulatan, berstruktur keras hingga lembut dan *siphonous*. Rumpun terbentuk dari berbagai ragam cabang, dari yang sederhana sampai kompleks, ada yang tampak seperti akar, batang, dan daun (Yoga dkk., 2022).

Klasifikasi alga *Caulerpa* sp. Menurut (Yoga dkk., 2022) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Halimadales
Famili : Cauleraceae
Genus : Caulerpa
Spesies : *Caulerpa* sp.

Rumput laut hijau atau alga hijau (*Chlorophyta*) mempunyai berbagai kandungan senyawa bioaktif salah satunya mengandung senyawa fenol yang berfungsi sebagai antioksidan (Yoga dkk., 2022).

II.2.1 Rumput Laut Hijau (*Caulerpa* sp)

Rumput laut memiliki beraneka ragam manfaat diantaranya adalah menghambat *cell line* kanker guna mencegah terjadinya penyakit, dapat menurunkan kadar kolesterol dan dapat membantu membuang zat beracun dalam tubuh. Rumput laut juga dapat dijadikan sebagai sumber gizi karena rumput laut mengandung karbohidrat, protein dan sedikit lemak. Selain itu rumput laut juga mengandung berbagai vitamin seperti A, B1, B2, B6, B12, juga Vitamin C serta mengandung beberapa mineral seperti fosfor, natrium, kalium dan besi (Noor dkk., 2014). *Caulerpa* sp merupakan salah satu komoditas rumput laut yang potensial yang juga dikenal dengan sebutan anggur laut (*sea grape*), yang tersebar di perairan Indonesia. Rumput laut jenis ini juga mudah diperoleh karena dapat dikumpulkan secara langsung dari pinggir pantai dan ekstraknya juga mudah dimanfaatkan. Oleh karena itu rumput laut jenis ini sangat potensial untuk dibudidayakan dan diteliti lebih lanjut.

Caulerpa sp merupakan jenis rumput laut hijau (*Chlorophyta*) dari kelas Chlorophyceae. *Caulerpa* sp di daerah topikal pasifik terutama di Filipina dan Indonesia sering dikonsumsi sebagai sayuran dan lalapan. Rumput laut jenis ini mempunyai kandungan gizi antara lain karbohidrat (27,2%) dan protein (10,7%), sedangkan lemaknya sedikit sekitar (0,3%), kandungan serat kasar berkisar antara (4,4-

15,5%), serta kandungan air antara (16-20%) (Astuti dkk., 2021). *Caulerpa* sp mempunyai beberapa macam dan jenis yaitu: *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa sertularoides*, *Caulerpa serulata*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa elongata*, *Caulerpa brachypus*, *Caulerpa peltata* dan lain-lain (Fadjar, 2022). Pada penelitian ini, *Caulerpa taxifolia* dan *Clauerpa lentilifera* lah yang akan di teliti kandungan antioksidan nya.

II.2.2 Rumput Laut Hijau Lawi-Lawi (*Caulerpa lentilifera*)

Caulerpa lentilifera merupakan rumput laut yang bisa dimakan yang banyak tumbuh di perairan tropis juga dikenal sebagai anggur (Huang dkk., 2020). Sommer dkk., (2022) menyebutkan bahwa *Caulerpa lentillifera* (anggur laut) merupakan alga hijau yang kaya serat, protein, vitamin (A, C, E, dan B kompleks), mineral penting (kalsium, magnesium, zat besi, yodium), serta senyawa bioaktif berantioksidan. Kandungan tersebut memberikan manfaat bagi kesehatan manusia, antara lain melancarkan pencernaan, meningkatkan daya tahan tubuh, membantu mengontrol kolesterol dan gula darah, mengurangi peradangan, serta mendukung kesehatan tulang dan metabolisme tubuh. Ciri rumput laut tersebut bisa dilihat dari gambar berikut ini :



Gambar II. 1 *Caulerpa lentilifera*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tekstur dari rumput laut yang kenyal, ranyah, dan berair lah yang membuat rumput laut ini biasanya dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sebagai lalapan karena

mempunyai rasa asin seperti air laut dan mudah didapatkan di pesisir pantainya. Selain itu *Caulerpa lentilifera* kaya akan Vitamin C, Vitamin E (Nofiani dkk., 2018), lalu kandungan polifenol nya juga berhubungan erat dengan aktivitas antioksidannya sekitar 29%-32% inhibisinya tergantung tempat dimbilnya sampel dan proses pengeringannya (Damayanti, 2024).

II.2.3 Rumput Laut Hijau (*Caulerpa taxifolia*)

Caulerpa taxifolia atau yang juga dikenal sebagai *killer algae* adalah alga berwarna hijau muda yang biasanya tumbuh dikedalaman 0,5 – 2 m. Ciri rumput laut tersebut bisa dilihat dari gambar berikut :



Gambar II. 2 *Caulerpa Taxifolia*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Rumput laut *Caulerpa taxifolia* biasanya banyak dijumpai pada pantai dengan ratahan terumbu karang dan bisa hidup di berbagai macam substrat, termasuk dasar berpasir, lumpur, berbatu, teluk terlindung, dan substrat buatan (Phang dkk., 2016).

Menurut Jumsurizal dkk., (2021), *Caulerpa taxifolia* memiliki proporsi asam lemak jenuh berkisar antara 45,2-73,7%, asam lemak tak jenuh tunggal 10,3-25,9% dan tak jenuh ganda sebesar 16-34,3%. Rumput laut ini memiliki berbagai aktifitas farmakologi salah satunya merupakan antioksidan dengan nilai lebih rendah dibanding *Caulerpa Lentilifera* yaitu 20%-26% inhibisinya, hal ini dapat terjadi karena factor lingkungan dan jenis pengeringan yang digunakan (Jumsurizal dkk., 2021).

II.3 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang bisa menghambat kerja dari radikal bebas dengan cara mendonorkan elektronnya. Radikal bebas merupakan atom, molekul atau senyawa yang memiliki elektron tidak berpasangan sehingga bersifat reaktif dan mudah untuk bereaksi dengan zat lain. Beberapa radikal bebas dapat terus tumbuh di dalam tubuh melalui metabolisme sel normal dan diluar tubuh sebagai respon adanya radiasi sinar, ultraviolet (UV), begitu juga polusi lingkungan dan asap rokok, seperti anion superoksida (O_2^-), radikal hidroksil (OH^*), radikal alkoksil (RO^*), oksida nitrit (NO^*), Peroksi nitrit (OONO^*), hidrogen peroksida (H_2O_2) dan singlet oksigen ($^1\text{O}_2$) (Hidayati, 2017).

Antioksidan bisa dibagi menjadi 2 jenis yaitu alami dan sintetis (buatan). Antioksidan sintetis yang biasanya digunakan merupakan *butil hidroksi toluen* (BHT), *butil hidroksi anisol* (BHA), *tertbutil hidroksi quinon* (TBHQ), propil galat (PG), dan *analog alfa tokoferol* (AAT). Antioksidan ini bersifat toksik atau bisa membahayakan tubuh penggunaannya, sehingga senyawa antioksidan yang alami menjadi perhatian untuk dikembangkan lebih lanjut. Antioksidan alami mengandung berbagai senyawa seperti senyawa fenol dan polifenol, karotenoid, steroid, flavonoid, dan senyawa tiol. Salah satu bahan alami dari tumbuhan yang berada di laut yang sangat melimpah dan mudah dimanfaatkan sebagai antioksidan adalah rumput laut jenis *Caulerpa* sp (Hidayati, 2017).

Aktivitas antioksidan dapat diketahui dengan menghitung nilai IC_{50} , nilai IC_{50} bisa diartikan bilangan yang mampu menghambat proses oksidasi sebesar 50%, suatu senyawa bisa dinilai sangat kuat jika nilai $\text{IC}_{50} < 50$ ppm, kuat < 100 ppm, lemah > 150 ppm dan sangat lemah > 200 ppm (Handayani, 2020). Aktivitas antioksidan juga bisa dilihat dari persen inhibisi yang didapatkan sesuai penelitian yang dilakukan oleh Mokoginta (2021).

Rumput laut jenis *Caulerpa* sp memiliki potensi dan dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami dikarenakan mempunyai kandungan senyawa aktif seperti yang sudah dilampirkan pada table II.1.

II.4 Metode Ekstraksi

Pengambilan senyawa aktif yang terdapat pada rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Metode ekstraksi, rasio dari pelarut, lama waktu ekstraksi dan suhu sangat mempengaruhi ekstrak yang dihasilkan dari rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*. Ada beberapa ekstraksi yang umumnya digunakan untuk mengekstrak suatu sampel yaitu maserasi, sokhletasi, menggunakan bantuan *microwave*, juga ultrasonik (Sari dkk., 2018).

Metode ekstraksi juga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu ekstraksi modern seperti ekstraksi yang dibantu dengan *microwave* dan juga ekstraksi yang dibantu dengan gelombang ultrasonik, lalu ada juga metode konvensional seperti maserasi. Kelebihan dari metode konvensional maserasi adalah cara pengambilan ekstrak yang sederhana sementara kelebihan dari metode ekstraksi modern adalah berkurangnya waktu yang diperlukan untuk ekstraksi dan penggunaan pelarut yang relatif sedikit (Sari dkk., 2018).

Ekstraksi yang dilakukan pada penelitian ini adalah maserasi, metode ini digunakan karena metode maserasi merupakan metode ekstraksi yang sederhana dan tidak menggunakan pemanasan. Metode ini berfungsi guna mencegah adanya metabolit sekunder yang akan rusak karena kurangnya ketahanan terhadap suhu yang tinggi (Rompas, 2022).

II.5 Response Surface Methodology (RSM)

Response Surface Methodology (RSM) merupakan metode efektif untuk mengoptimasi ekstraksi dari senyawa fenolik pada bahan alam, penting dilakukan untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang optimal guna memaksimalkan kandungan yang diekstraksi. RSM juga dapat digunakan untuk mengembangkan, meningkatkan proses ekstraksi, mengoptimalkan, dan mengevaluasi efek dari variabel bahkan interaksinya (B. L. Sari, 2020).

Response Surface Methodology adalah kumpulan ilmu statistik dan matematika yang digunakan untuk menganalisa masalah dan membuat model untuk mengoptimalkan respon dari banyak variabel mempengaruhi respon yang diinginkan.

RSM biasanya divisualisasikan dengan grafik. Menggunakan *Contour plot* agar memudahkan untuk dilihat. Bidang X_1 , X_2 digambarkan di dalam *Contour plot* sebagai garis respon konstan. Setiap bidang sesuai ketinggian tertentu dari RSM. Desain RSM yang digunakan dibangun dengan tujuan bekerja dengan baik dalam asumsi model tertentu, tetapi perlu dievaluasi dahulu model yang akan dianalisa untuk memastikan factor yang dianalisa dari sistem yang diselidiki mempunyai hubungan yang mendasarinya (Anderson, 2020).

Menurut (Anderson, 2020). Proses desain dan analisa dengan RSM adalah sebagai berikut.

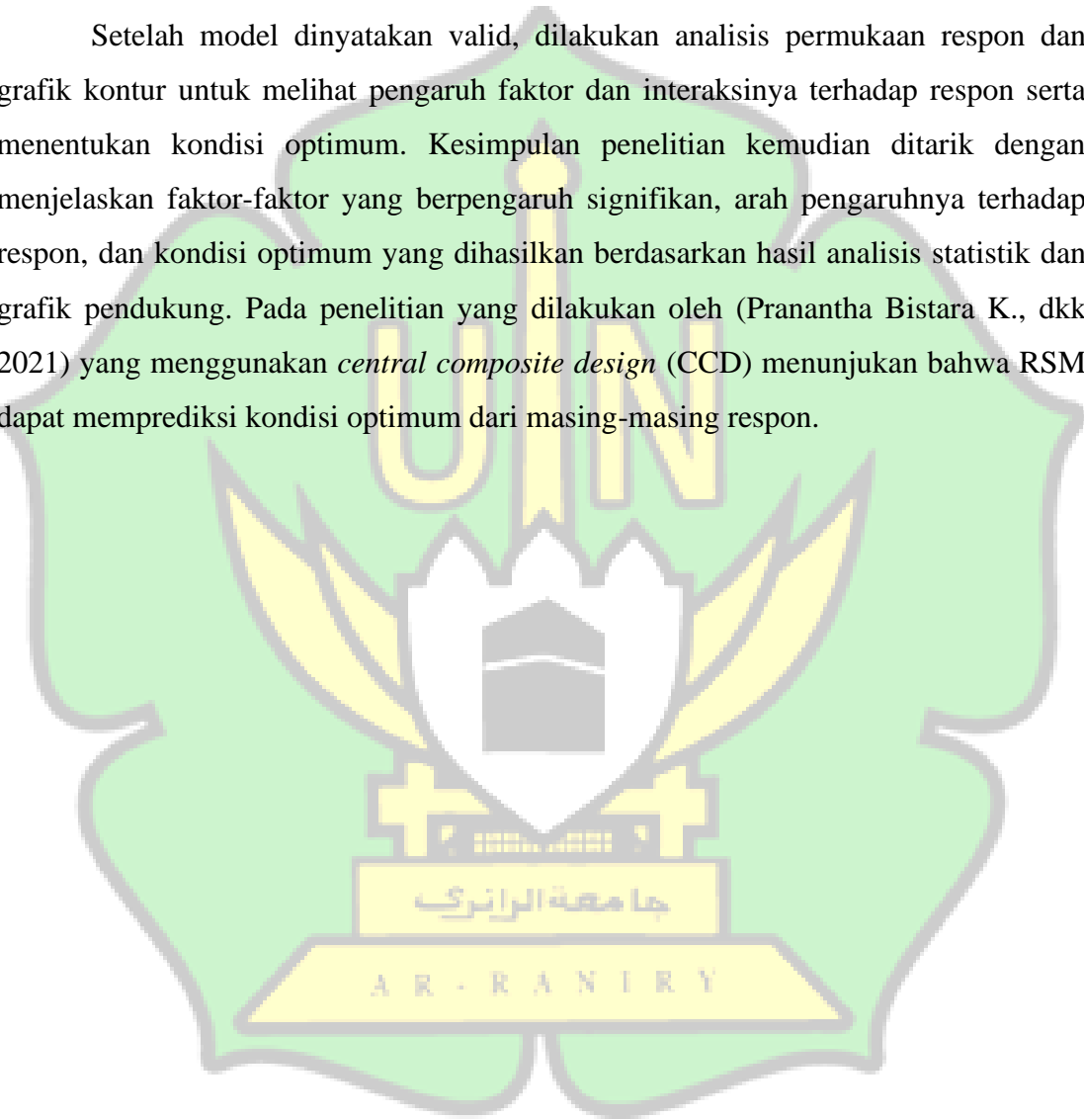
1. Menjalankan eksperimen yang telah dirancang untuk menghasilkan respon.
2. Disesuaikan factor data dengan model polynomial menggunakan regresi.
3. Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk evaluasi dan menguji *Lack of fit* (LOF)
4. Memilih model dengan respon terbaik.

Untuk membangun model tersebut, RSM menggunakan rancangan percobaan seperti *Central Composite Design* (CCD), *Box-Behnken Design* (BBD), dan *Three-Level Factorial Design*. CCD paling banyak digunakan karena fleksibel dan mampu membentuk model kuadratik secara lengkap. BBD lebih efisien karena membutuhkan percobaan lebih sedikit dan tidak menggunakan titik ekstrem, sedangkan *Three-Level Factorial Design* lebih sederhana tetapi memerlukan jumlah percobaan yang lebih banyak. Pemilihan model dan rancangan RSM disesuaikan dengan tujuan penelitian, jumlah faktor, serta keterbatasan sumber daya.

Penelitian ini menggunakan *Central Composite Design* (CCD) pada *software* Minitab untuk melihat kondisi optimum pengaruh perlakuan terhadap waktu dan konsentrasi pelarut yang digunakan pada ekstraksi rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*. Analisis statistik pada model *Central Composite Design* (CCD) diawali dengan penyusunan model kuadratik berdasarkan data respon hasil percobaan. Selanjutnya dilakukan analisis ANOVA untuk menilai kelayakan model, di mana model dinyatakan signifikan apabila nilai *p-value* kurang dari 0,05. Kesesuaian model

juga dievaluasi melalui nilai R^2 , $Adjusted R^2$, dan $Predicted R^2$; nilai yang tinggi dan saling mendekati menunjukkan kemampuan model dalam menjelaskan data. Selain itu, *uji lack of fit* yang tidak signifikan menandakan bahwa model sudah sesuai dengan data eksperimen, dan pemeriksaan residual dilakukan untuk memastikan asumsi statistik terpenuhi (Anderson, 2020).

Setelah model dinyatakan valid, dilakukan analisis permukaan respon dan grafik kontur untuk melihat pengaruh faktor dan interaksinya terhadap respon serta menentukan kondisi optimum. Kesimpulan penelitian kemudian ditarik dengan menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan, arah pengaruhnya terhadap respon, dan kondisi optimum yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis statistik dan grafik pendukung. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pranatha Bistara K., dkk 2021) yang menggunakan *central composite design* (CCD) menunjukkan bahwa RSM dapat memprediksi kondisi optimum dari masing-masing respon.



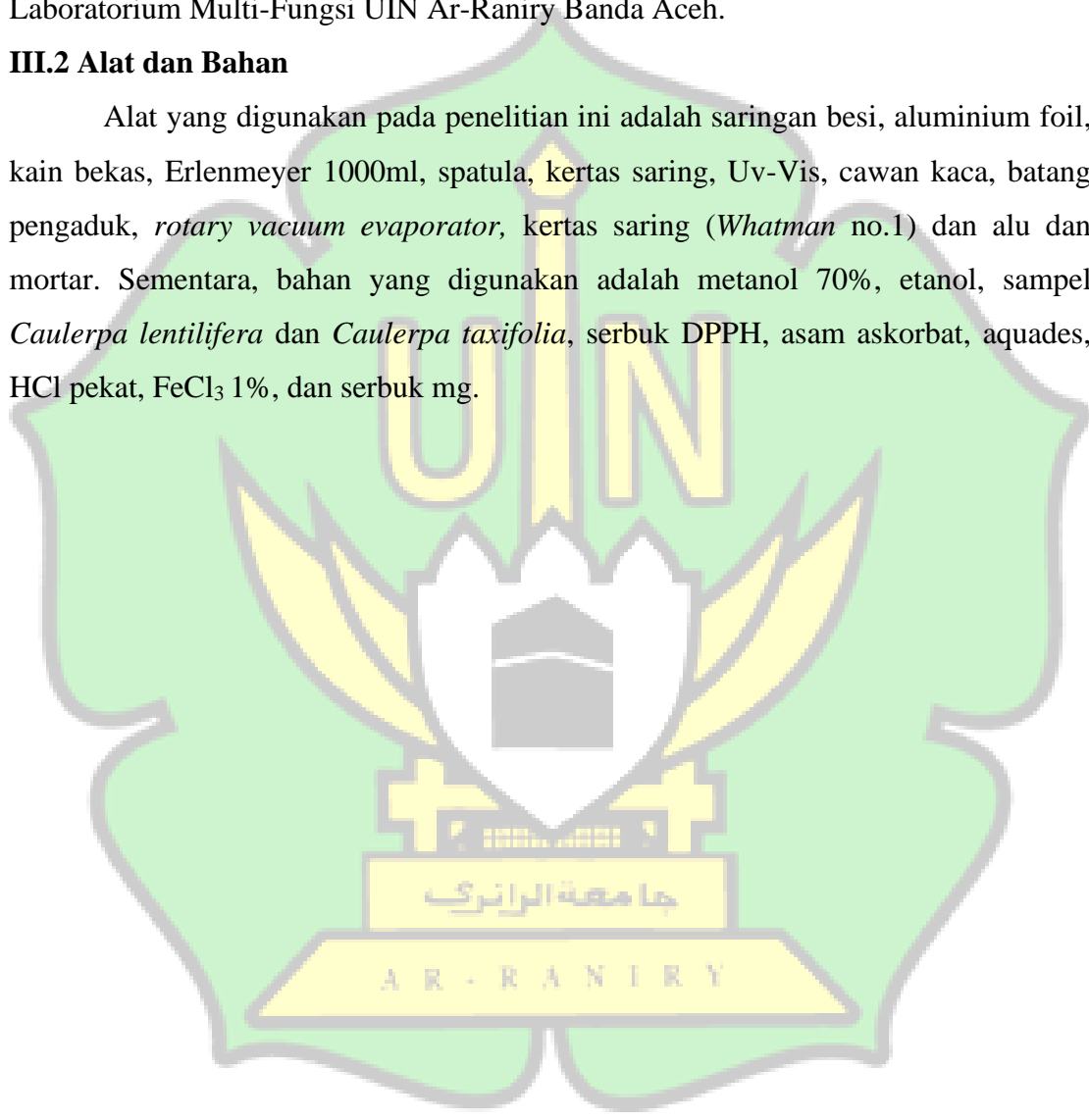
BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

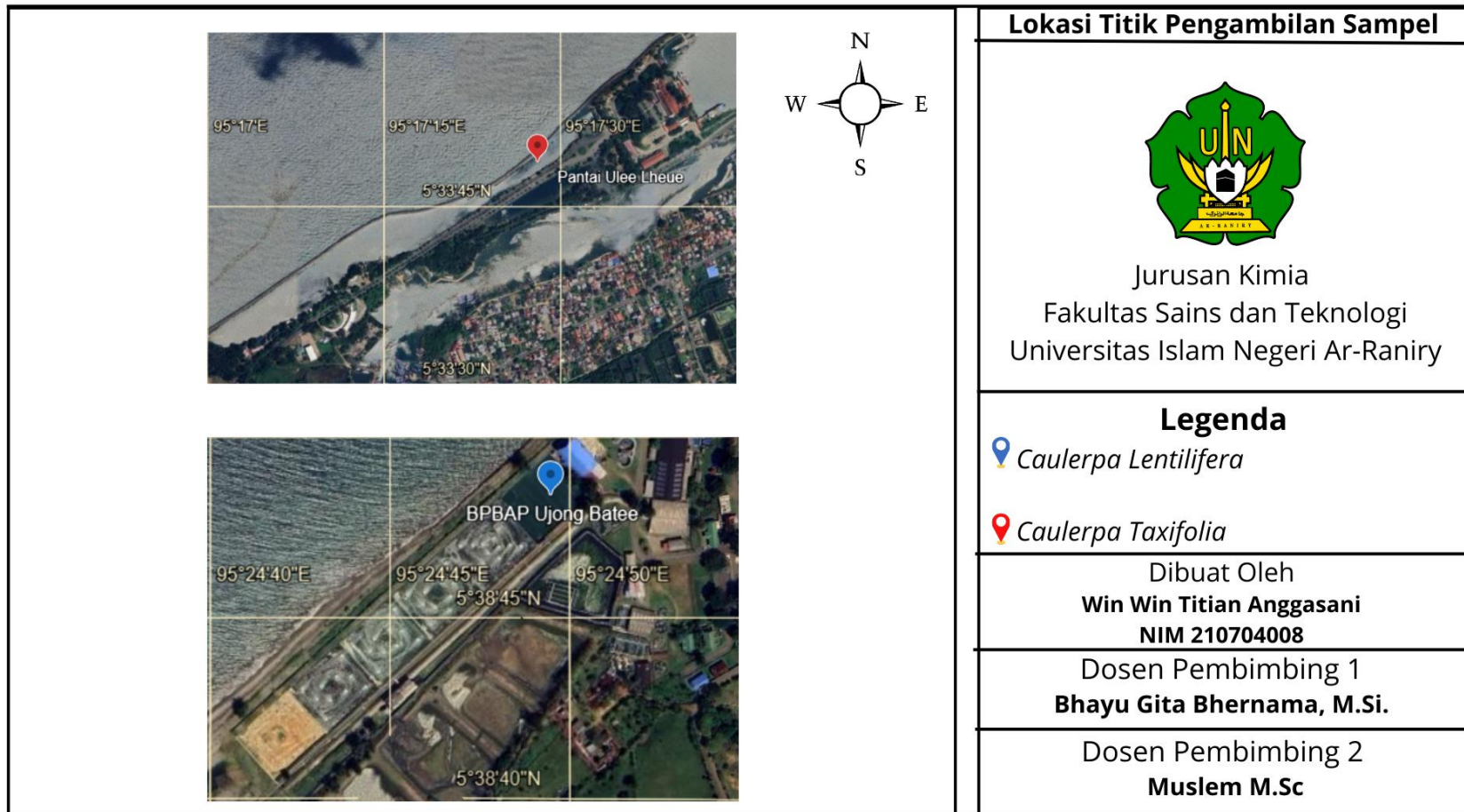
Penelitian ini mulai dilakukan pada awal bulan Juli 2025 hingga selesai di Laboratorium Multi-Fungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

III.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah saringan besi, aluminium foil, kain bekas, Erlenmeyer 1000ml, spatula, kertas saring, Uv-Vis, cawan kaca, batang pengaduk, *rotary vacuum evaporator*, kertas saring (*Whatman no.1*) dan alu dan mortar. Sementara, bahan yang digunakan adalah metanol 70%, etanol, sampel *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*, serbuk DPPH, asam askorbat, aquades, HCl pekat, FeCl_3 1%, dan serbuk mg.



III.3 Pengambilan dan preparasi sampel



Gambar III. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

Sampel diambil dengan menggunakan saringan sederhana lalu dimasukkan kedalam wadah ember yang diisi air laut guna menjaga tetap segar. Lalu sampel yang sudah diambil dikeringkan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rompas (2022), yang dimodifikasi dengan dijemur di terik matahari lalu dilanjutkan di angin-anginkan dalam ruangan dengan suhu ruang 6-8 hari. Diulangi perlakuan jika rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* belum kering dan dihaluskan dengan ulekan batu sederhana agar lebih mudah didapatkan ekstraknya.

III.4 Identifikasi Rumput Laut

Identifikasi rumput laut dilakukan dengan cara memperhatikan ciri dan karakter yang ada pada sampe alga (Hamdan, 2020). *Caulerpa taxifolia* mempunyai thallus menyerupai daun yang berbentuk tegah pipih yang timbul dari stolon menjalar yang panjangnya mencapai 3-15 cm (Jumsurizal dkk., 2021). Sementara, *Caulerpa lentilifera* mempunyai ciri talus yang menyerupai anggur, warnanya hijau cerah, mengkilap, dan teksturnya yang lembut (Razai dkk.,2019). Identifikasi rumput laut dilakukan di laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

III.5 Metode Ekstraksi

Ekstraksi rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dilakukan dengan cara ditimbang rumput laut 5 gram dengan perbandingan 1:10 dengan pelarut etanol, dengan waktu dan konsentrasi yang di sesuaikan dengan perlakuan pada Tabel III.1. Ekstraksi dilakukan dengan merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Mokoginta (2021), Mulyani dkk (2022) dan Sukmawaty dkk (2016) dengan menggunakan beberapa variasi waktu ekstraksi dan konsentrasi dari pelarut. Sampel yang telah diekstraksi kemudian disaring untuk mendapatkan filtrat dengan kertas saring *Whatman* no.1. (Rompas, 2022) .

Tabel III. 1 Parameter uji yang dilakukan

Parameter	-1,414	-1	1	1,414
X1	14	24	72	82

Parameter	-1,414	-1	1	1,414
Waktu Ekstraksi (Jam)				
X2	65	70	90	94
Konsentrasi (%)				

Keterangan : -1 dan 1 mewakili variasi per parameter dan -1,414 dan 1,414 merupakan *coded value* atau nilai alpha mewakili titik aksial. Variasi waktu dan konsentrasi mengikuti penelitian yang dilakukan oleh Mokoginta (2021), Mulyani dkk (2022), dan Sukmawaty dkk (2016).

Sampel pekat yang telah dihasilkan lalu di variasikan dengan kombinasi parameter uji pada tabel III.2 untuk kemudian dianalisis menggunakan metode RSM. Analisis menggunakan RSM berfungsi untuk mengetahui hasil ekstraksi optimal dari rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* lau untuk melihat aktivitas antioksidan yang terkandung pada masing-masing sampel yang di uji. RSM nantinya akan membantu memprediksi hasil kombinasi optimal dari sampel yang diuji.

Tabel III. 2 Kombinasi parameter yang diuji yang dilakukan

Run Order	X1	X2
1	0	0
2	1	1
3	0	0
4	0	0
5	-1	1
6	-1	-1
7	0	-1,141
8	1,414	0
9	1	-1
10	-1,414	0
11	0	-1,414

Run Order	X1	X2
12	0	0
13	0	0

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan bantuan MINITAB *software*. Data dianalisis menggunakan opsi “Statistic” lalu klik “Design of Experiment (DOE)”. Pilihan DOE akan memunculkan pilihan “Response Surface” lalu “Create Response Surface Design” setelah itu dimasukan data uji yang ingin kita analisis. Akan muncul kombinasi parameter yang akan kita uji. Kombinasi tersebut digunakan sebagai metode untuk mencari hasil ekstraksi yang optimal.

III.6 Uji Komponen senyawa turunan fenol

Uji komponen senyawa fenol secara kualitatif dilakukan berdasarkan Setyowati dkk., (2014) dan Santhi dkk., (2016) meliputi flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik.

a. Uji flavonoid

Identifikasi senyawa flavonoid yang terkandung dalam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dilakukan dengan cara melarutkan ekstrak pekat *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dalam metanol yang telah dipanaskan, ditambahkan 0,1 gram serbuk mg dan 5 tetes HCl pekat, warna kuning pada larutan uji menandakan adanya senyawa flavonoid di dalam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.

b. Uji Tanin

Identifikasi senyawa tanin yang terkandung dalam rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dilakukan dengan cara melarutkan ekstrak pekat *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dalam 10 mL akuades, disaring lalu filtrat ditambahkan 3 tetes FeCl_3 1%. Warna hijau tua yang dihasilkan menunjukkan adanya senyawa tannin pada rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.

c. Uji senyawa fenolik

Uji senyawa fenolik dilakukan dengan cara diambil 10 mg ekstrak pekat *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* ditambahkan 5 tetes HCl pekat, warna kuning yang keluar menunjukkan adanya senyawa fenolik pada rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.

III.7 Uji Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan pada rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* menggunakan metode uji DPPH. Metode uji aktivitas antioksidan dilakukan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mokoginta, 2021). Sebanyak 4 mg DPPH ditimbang dan dilarutkan dalam etanol 95% sebanyak 100 mL. Pada masing-masing variasi ditambahkan etanol sampai tanda batas 5 mL. Selanjutnya larutan yang dibuat untuk uji aktivitas antioksidan yaitu ekstrak etanol rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* dipipet sebanyak 2 mL dimasukkan kedalam tabung reaksi dengan masing-masing parameter uji yang telah dibuat menggunakan RSM ditambahkan 2 mL larutan DPPH kedalam masing-masing konsentrasi dan divortex selama 5 detik sebanyak 3 kali pengulangan. Larutan kontrol DPPH diuji pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm sebagai absorbansi kontrol dalam pengujian ini. Sampel diinkubansi selama 30 menit pada suhu 37 C. Untuk mengetahui aktivitas dari penangkal radikal bebas tersebut, diuji pada spektrofotometer.

Pembuatan. Dihitung persen (%) inhibisi dengan rumus berikut:

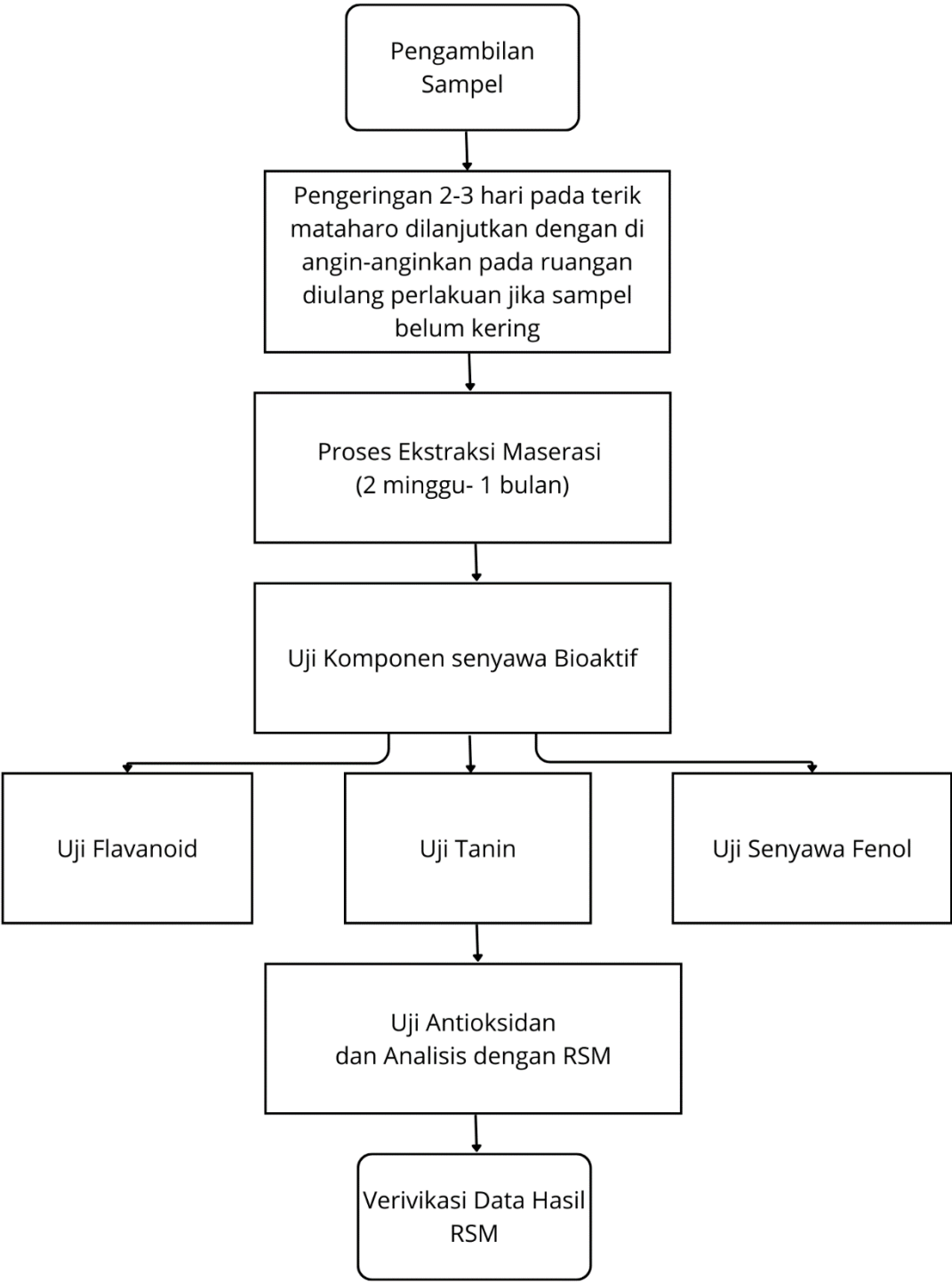
$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

Persentase penghambatan (inhibisi) terhadap radikal DPPH oleh ekstrak rumput laut dengan perhitungan seperti berikut: Aktivitas antioksidan ditentukan dari nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ tersebut diperoleh dari persamaan regresi: $y = a + bx$. Nilai $x =$ nilai IC₅₀ dan nilai $y = 50$. Nilai IC₅₀ diartikan sebagai konsentrasi sampel yang digunakan untuk menghambat proses oksidasi sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀

menandakan semakin kuat aktivitas antioksidan yang terkandung pada rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia*.



III.8 Diagram Alir



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Hasil Pengamatan

Tabel IV. 1 Hasil Rancangan RSM terhadap Persen Inhibisi

Perlakuan	Waktu (jam)	Konsentrasi (%)	Persen	Persen
			Inhibisi Taxifolia (%)	Inhibisi Lentilifera (%)
1	48	80	68,184	69,367
2	72	90	72,163	68,867
3	48	80	72,596	71,198
4	48	80	69,550	72,030
5	24	90	64,871	69,367
6	24	70	68,584	78,024
7	48	94	51,869	61,875
8	82	80	71,248	74,861
9	72	70	69,083	80,355
10	14	80	70,349	73,529
11	48	65	71,880	73,529
12	48	80	70,532	72,696
13	48	80	72,730	71,531

Tabel IV. 2 Prediksi Optimum Persen Inhibisi *Caulerpa taxifolia*

	Waktu (jam)	Konsentrasi (%)	Persen
			Inhibisi Taxifolia (%)
Prediksi	82	78	73.6662

Tabel IV. 3 Prediksi Optimum Persen Inhibisi *Caulerpa lentilifera*

	Waktu (jam)	Konsentrasi (%)	Persen Inhibisi Lentilifera (%)
Prediksi	82	66	82.2833

Tabel IV. 4 Hasil Laboratorium Sampel Rumput Laut

	Waktu (jam)	Konsentrasi (%)	Persen Inhibisi Taxifolia (%)	Persen Inhibisi Lentilifera (%)
Hasil	82	78	70	
Laboratorium	82	66		83.8

Tabel IV. 5 Perbandingan Prediksi dan Hasil Laboratorium

	<i>Caulerpa taxifolia</i>	<i>Caulerpa lentilifera</i>
Prediksi	73.6662	82.2833
Verifikasi	70	83.8

Tabel IV. 6 Hasil Uji Senyawa Turunan Fenol

Senyawa Kimia	<i>Caulerpa taxifolia</i>	<i>Caulerpa lentilifera</i>
Flavanoid	+	+
Tanin	+	+
Senyawa Fenolik	+	+

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Taksonomi Rumput Laut

Hasil uji taksonomi pada rumput laut jenis *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* yang telah dilakukan pada Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dapat dilihat sebagai berikut:

Hasil Uji Taksonomi



Kingdom	: Plantae
Divisi	: Chlorophyta
Kelas	: Chlorophyceae
Ordo	: Halimadales
Famili	: Cauleraceae
Genus	: Caulerpa
Spesies	: <i>Caulerpa</i> sp.

Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi sampel uji rumput laut berdasarkan taksonomi yang bertujuan agar sampel yang digunakan benar dan sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Hasil dari pengujian taksonomi menunjukkan bahwa sampel yang diuji terdeteksi sebagai *Caulerpa taxifolia* dan *Caulerpa lentilifera*.

Caulerpa lentilifera mempunyai ciri talus yang menyerupai anggur, warnanya hijau cerah, mengkilap, dan teksturnya yang lembut. Sedangkan *Caulerpa taxifolia* Tubuhnya berupa talus yang memiliki stolon atau batang semu menjalar secara horizontal, menempel kuat pada substrat melalui rhizoid yang berfungsi seperti akar. Dari stolon tersebut tumbuh frond atau daun semu berbentuk pipih, ramping, dan bersekat menyerupai bulu atau sirip ikan dengan panjang antara 5 hingga 65 cm. Warna tubuhnya bervariasi dari hijau cerah hingga hijau tua, bergantung pada kedalaman dan intensitas cahaya di habitatnya (Razai, 2019).

IV.2.2 Ekstraksi Rumput Laut Menggunakan Kombinasi Parameter RSM

Ekstraksi rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* melibatkan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel tetap. Variabel bebas adalah faktor yang dapat mempengaruhi variabel penelitian, pada penelitian ini meliputi konsentrasi pelarut dengan variasi 70%, 80%, 90% dan waktu ekstraksi 24 jam, 48 jam, 72 jam. Sementara itu, variabel tetap adalah variable yang tidak diubah dan diganti yaitu rasio sampel dan pelarut dengan rasio 1:10. Proses pembuatan ekstrak rumput laut dimulai dari penjemuran rumput laut *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* di terik matahari lalu diangin-angin kan 6-8 hari sampai benar-benar kering, proses ini bisa dilihat pada gambar IV.1 dan gambar IV.2 Lalu rumput laut yang sudah kering di potong kecil-kecil untuk memudahkan proses ekstraksi dikarenakan semakin kecil ukuran sampel, interaksi sampel dengan pelarut lebih besar.



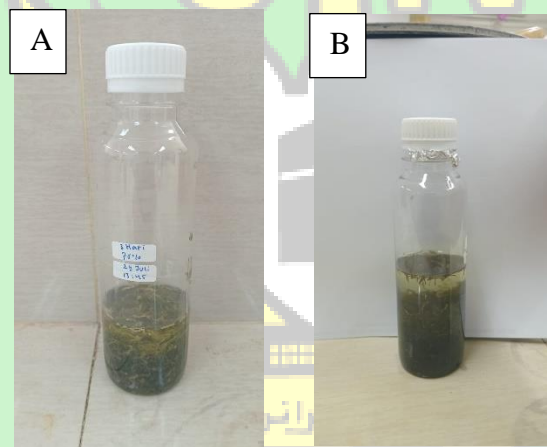
Gambar IV. 1 Proses pengeringan sampel
(Sumber = Dokumentasi Pribadi)



Gambar IV. 2 Sampel Rumput Laut Kering: (A) *Caulerpa lentilifera* (B) *Caulerpa taxifolia*

(Sumber = Dokumentasi Pribadi)

Sampel lalu dimasukkan ke dalam botol berisi pelarut etanol, etanol dipilih karena pelarut ini dapat mengekstrak senyawa aktif yang lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik lainnya. Proses ekstraksi sesuai dengan pernyataan (Mokoginta, 2021). Proses ini dapat dilihat pada Gambar IV.3



Gambar IV. 3 Proses Maserasi: (A) *Caulerpa lentilifera* (B) *Caulerpa taxifolia*

(Sumber = Dokumentasi Pribadi)

Hasil ekstraksi berupa larutan kehijauan, dilakukan penyaringan untuk menghilangkan sisa kotoran seperti pasir yang masih menempel agar dihasilkannya filtrat untuk diuji komponen senyawa turunan fenol dan uji antioksidan. Hasil ekstraksi yang sudah di saring dapat dilihat pada gambar IV.4



Gambar IV. 4 Sampel Peekat Hasil Ekstraksi
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

IV.2.3 Analysis of Variance (ANOVA)

Analisis statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan model kuadratik yang dihasilkan oleh metode *Response Surface Methodology* (RSM) dalam menggambarkan hubungan antara variabel waktu ekstraksi dan konsentrasi etanol terhadap respon persen inhibisi aktivitas antioksidan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui signifikansi model, pengaruh masing-masing faktor, serta interaksi antar faktor terhadap respon yang diamati (Anderson, 2020).

Tabel IV. 7 Hasil Analisis ANOVA Model RSM terhadap Persen Inhibisi *Caulerpa taxifolia*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	100,867	20,1734	0,53	0,746
Linear	2	2,737	1,3686	0,04	0,965
Waktu	1	0,395	0,3953	0,01	0,921
Konsentrasi	1	2,342	2,3420	0,06	0,810
Square	2	81,897	40,9486	1,08	0,389
Waktu*Waktu	1	47,854	47,8539	1,27	0,297
Konsentrasi*Konsentrasi	1	44,718	44,7175	1,18	0,313

2-Way Interaction	1	16,233	16,2326	0,43	0,533
Waktu*Konsentrasi	1	16,233	16,2326	0,43	0,533
Error	7	264,302	37,7574		
Lack-of-Fit	3	0,696	0,2319	0,00	1,000
Pure Error	4	263,606	65,9015		
Total	12	365,169			

Hasil analisis ANOVA untuk respon persen inhibisi *Caulerpa taxifolia* menunjukkan bahwa model kuadratik yang dibangun tidak signifikan secara statistik, dengan nilai *p-value* model sebesar 0,746 ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa variasi waktu ekstraksi dan konsentrasi etanol dalam rentang yang diuji belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon persen inhibisi *Caulerpa taxifolia*.

Uji lack of fit menghasilkan nilai *p-value* sebesar 1,000 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa ketidakesesuaian model tidak signifikan. Dengan demikian, model masih dapat merepresentasikan data eksperimen, meskipun kemampuan penjelasan model terhadap variasi respon relatif rendah. Hal ini diperkuat oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 27,62%, yang menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil variasi respon dapat dijelaskan oleh model (Anderson, 2020). Tidak signifikannya model ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan *Caulerpa taxifolia* cenderung stabil terhadap perubahan waktu dan konsentrasi pelarut pada rentang penelitian, atau dipengaruhi oleh faktor lain di luar variabel yang diteliti. Meskipun demikian, pendekatan RSM tetap digunakan untuk menentukan kondisi optimum secara numerik dan visual melalui analisis permukaan respon.

Tabel IV. 8 Hasil Analisis ANOVA Model RSM terhadap Persen Inhibisi *Caulerpa lentilifera*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	173,568	34,714	10,71	0,004
Linear	2	134,943	67,472	20,82	0,001
Waktu	1	1,374	1,374	0,42	0,536
Konsentrasi	1	133,569	133,569	41,21	0,000
Square	2	37,030	18,515	5,71	0,034
Waktu*Waktu	1	27,220	27,220	8,40	0,023
Konsentrasi*Konsentrasi	1	5,880	5,880	1,81	0,220
2-Way Interaction	1	1,595	1,595	0,49	0,506
Waktu*Konsentrasi	1	1,595	1,595	0,49	0,506
Error	7	22,689	3,241		
Lack-of-Fit	3	17,700	5,900	4,73	0,084
Pure Error	4	4,990	1,247		
Total	12	196,258			

Berbeda dengan *Caulerpa taxifolia*, hasil analisis ANOVA pada *Caulerpa lentilifera* menunjukkan bahwa model kuadratik yang dihasilkan signifikan secara statistik dengan nilai p-value sebesar 0,004 ($p < 0,05$). Hal ini menandakan bahwa variasi waktu ekstraksi dan konsentrasi etanol berpengaruh nyata terhadap respon persen inhibisi aktivitas antioksidan *Caulerpa lentilifera*.

Faktor linear menunjukkan bahwa konsentrasi etanol memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap respon ($p\text{-value} = 0,000$), sedangkan waktu ekstraksi secara linear tidak berpengaruh signifikan ($p\text{-value} = 0,536$). Namun demikian, efek kuadratik waktu ekstraksi (Waktu^2) menunjukkan pengaruh signifikan ($p\text{-value} = 0,023$), yang mengindikasikan adanya titik optimum waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan (Anderson, 2020). Interaksi antara waktu dan konsentrasi tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap respon ($p\text{-value} = 0,506$).

Uji lack of fit pada model menghasilkan nilai p-value sebesar 0,084 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa ketidaksesuaian model tidak signifikan dan model kuadratik

telah sesuai dengan data eksperimen. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 34,32% menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sebagian variasi respon, dan sudah cukup memadai untuk tujuan optimasi proses ekstraksi menggunakan RSM. Berdasarkan hasil ANOVA tersebut, model RSM untuk *Caulerpa lentilifera* dinyatakan valid dan layak digunakan untuk analisis permukaan respon, penentuan kondisi optimum, serta verifikasi hasil prediksi model.

IV.2.3 Hasil Uji Senyawa Turunan Fenol

Uji senyawa turunan fenol pada ekstrak rumput laut *Caulerpa taxifolia* dan *Caulerpa lentilifera* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat senyawa turunan fenol seperti flavonoid, tannin, dan senyawa fenolik. Senyawa metabolit sekunder tersebut dapat teridentifikasi dengan menggunakan beberapa pereaksi yang dapat memperlihatkan metabolit sekunder berdasarkan ciri khasnya masing-masing, ditunjukkan dengan perubahan warna yang terjadi. Hasil uji senyawa turunan fenol termasuk flavonoid, tannin dan senyawa fenolik bisa dilihat pada Tabel IV.6.

Hasil uji Tabel IV.6 menunjukkan kedua spesies rumput laut positif mengandung flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik. Reaksi warna kuning pada pengujian flavonoid mengindikasikan adanya inti flavon atau flavonol; warna hijau tua pada pengujian tanin menandakan keberadaan tanin terkondensasi; sedangkan warna kuning pada pengujian fenolik menegaskan adanya senyawa fenol yang umumnya berperan sebagai antioksidan alami.

Kandungan senyawa fenolik dan turunannya dalam kedua spesies mendukung laporan sebelumnya bahwa genus *Caulerpa* kaya akan metabolit sekunder, termasuk fenol, flavonoid, alkaloid, dan karotenoid, yang memberikan potensi aktivitas biologis seperti antioksidan, antibakteri, dan antiinflamasi (Yoga & Komalasari, 2022; Hermund, 2018). Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan mendonorkan atom hidrogen atau elektron untuk menetralkan radikal bebas, sedangkan tanin mampu mengikat logam transisi sehingga menghambat reaksi oksidatif.

Perbedaan habitat dan kondisi lingkungan seperti salinitas, cahaya, dan suhu dapat memengaruhi kadar fenolik dan aktivitas antioksidan pada rumput laut (Sommer

et al., 2022). *Caulerpa lentilifera* pada penelitian ini menunjukkan persen inhibisi tertinggi (83,8%) pada konsentrasi pelarut 66% dan waktu ekstraksi 82 jam, sejalan dengan tingginya kandungan fenolik yang terdeteksi. Hal ini menunjukkan hubungan positif antara kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan (Nguyen, 2017; Topuz et al., 2016).

IV.2.4 Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), yang merupakan metode spektrofotometrik sederhana dan sensitif untuk menilai kemampuan senyawa dalam menetralkan radikal bebas. Prinsip dari metode ini adalah kemampuan senyawa antioksidan untuk mendonorkan atom hidrogen atau elektron kepada radikal DPPH yang berwarna ungu sehingga terbentuk senyawa non-radikal berwarna kuning (Mokoginta, 2021). Penurunan intensitas warna diukur secara spektrofotometri pada panjang gelombang 517 nm, dan nilai aktivitas antioksidan diekspresikan sebagai persentase inhibisi. Persentase inhibisi menjadi indikator langsung efektivitas ekstrak dalam mereduksi radikal bebas, sehingga banyak digunakan dalam penelitian fitokimia sebagai ukuran aktivitas antioksidan ekstrak alami. Penelitian oleh Farghl, Al-Hasawi, dan El-Sheekh (2021) menunjukkan bahwa *Turbinaria ornata* memiliki aktivitas penangkap radikal DPPH tertinggi sebesar 72,48%, sedangkan *Sarconema scinaoides* menunjukkan aktivitas terendah sebesar 49,54%. Hasil ini menegaskan bahwa persentase inhibisi merupakan parameter yang kuat untuk mengevaluasi potensi antioksidan ekstrak rumput laut. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Palaniyappan et al. (2023) bahwa ekstrak metanol *Caulerpa racemosa* menunjukkan aktivitas penghambatan DPPH sebesar 54,2% pada konsentrasi 100 µg/mL, memperkuat validitas penggunaan persen inhibisi sebagai penentu potensi antioksidan ekstrak tanaman dan alga.

Parameter yang digunakan untuk mengetahui besarnya kemampuan senyawa sebagai antioksidan yaitu nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ merupakan konsentrasi senyawa antioksidan yang dibutuhkan untuk menangkap radikal bebas DPPH sebanyak 50% (Pratiwi, 2023). Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa ekstrak *Caulerpa*

lentillifera menunjukkan nilai persen inhibisi tertinggi sebesar 83,8% pada kondisi ekstraksi optimum (waktu ekstraksi 82 jam dengan konsentrasi etanol 66%), sedangkan *Caulerpa taxifolia* menunjukkan persen inhibisi tertinggi sebesar 70% pada kondisi optimum (82 jam dengan konsentrasi etanol 78%). Angka ini menegaskan bahwa kedua spesies memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menetralkan radikal bebas. Persentase inhibisi yang mendekati 100% menunjukkan bahwa metabolit sekunder yang terkandung ditunjukkan pada tabel IV.6, seperti fenolik, flavonoid, dan tanin, bekerja efektif sebagai antioksidan alami sesuai dengan penelitian Mokoginta, (2021) dan Rozi, (2023) nilai persen inhibisi yang berbeda dari rumput laut *Caulerpa lentillifera* dan *Caulerpa taxifolia* juga dipengaruhi oleh senyawa fenolik yang terkandung pada sampel (Sommer et al., 2022). Walaupun nilai IC₅₀ belum dihitung dalam penelitian ini, tingginya persen inhibisi yang diperoleh dapat digunakan sebagai indikator kuatnya aktivitas antioksidan kedua spesies rumput laut tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa *Caulerpa lentillifera* dan *Caulerpa taxifolia* termasuk ke dalam kategori sumber antioksidan yang sangat potensial.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, capaian ini menunjukkan hasil yang jauh lebih tinggi data disajikan pada table IV.7. Pada penelitian Mokoginta (2021), ekstrak *Caulerpa sp.* yang dimaserasi menggunakan etanol 90% selama 24 jam hanya menghasilkan persen inhibisi sebesar 62,63%. Penelitian Mulyani dkk. (2022) bahkan melaporkan nilai persen inhibisi yang jauh lebih rendah, yakni sebesar 16,85%, meskipun menggunakan metode maserasi selama 3×24 jam dengan konsentrasi etanol 90%. Sementara itu, Palaniyappan dkk. (2023) menemukan bahwa ekstrak metanol *Caulerpa racemosa* hanya mampu menghasilkan aktivitas penghambatan DPPH sebesar 54,2% pada konsentrasi 100 µg/mL. Hasil penelitian lain oleh Farghl dkk. (2021) pada rumput laut cokelat *Turbinaria ornata* menunjukkan aktivitas antioksidan dengan persen inhibisi sebesar 72,48%, sedangkan pada *Sarconema scinaoides* hanya sebesar 49,54%. Dari perbandingan ini terlihat dengan jelas bahwa hasil penelitian terhadap *Caulerpa lentillifera* dengan persen inhibisi 83,8% bukan hanya lebih tinggi, tetapi jauh melampaui capaian penelitian sebelumnya. Bahkan ekstrak *Caulerpa*

taxifolia dengan persen inhibisi 70% masih berada pada kategori aktivitas antioksidan kuat, dan berada di atas rata-rata spesies lain yang telah dilaporkan dalam literatur.

Tabel IV. 9 Tabel Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

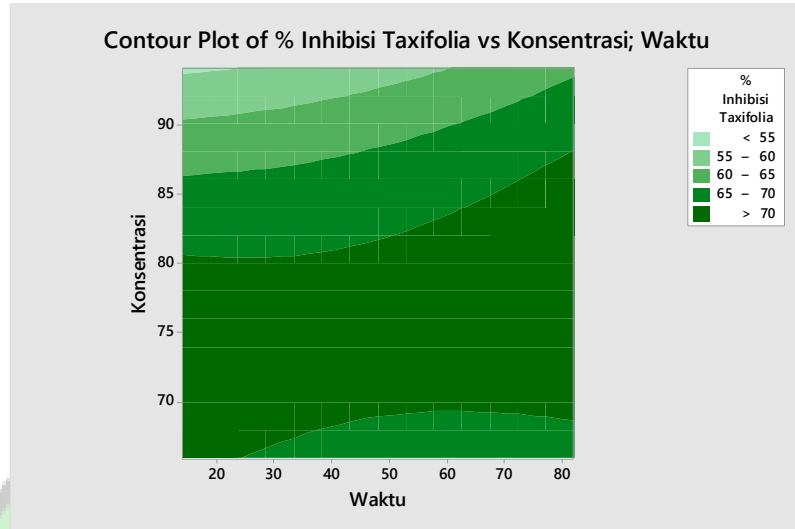
Referensi	Spesies Rumput Laut	Pelarut & Konsentrasi	Waktu Ekstraksi	Persen Inhibisi
Penelitian ini	<i>Caulerpa lentillifera</i>	Etanol 66%	82 jam	83,8%
Penelitian ini	<i>Caulerpa taxifolia</i>	Etanol 78%	82 jam	70%
Mokoginta (2021)	<i>Caulerpa sp.</i>	Etanol 90%	24 jam	62,63%
Mulyani dkk. (2022)	<i>Caulerpa sp.</i>	Etanol 90%	3×24 jam	16,85%
Palaniyappan dkk. (2023)	<i>Caulerpa racemosa</i>	Metanol	— (uji pada konsentrasi 100 µg/mL)	54,2%

Perbedaan hasil ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor penting. Pertama, perbedaan spesies rumput laut menyebabkan variasi kandungan metabolit sekunder yang diekstrak. Kedua, penggunaan metode optimasi dengan *Response Surface Methodology* (RSM) dalam penelitian ini terbukti memberikan hasil yang lebih maksimal, karena mampu menentukan kombinasi waktu ekstraksi dan konsentrasi pelarut yang tepat sehingga senyawa fenolik dan flavonoid dapat terekstraksi secara optimal. Ketiga, faktor lingkungan tempat tumbuh rumput laut, seperti intensitas cahaya, salinitas, dan suhu perairan Banda Aceh, dapat berpengaruh besar terhadap kandungan senyawa bioaktif yang dihasilkan. Dengan demikian, tingginya nilai persen inhibisi yang diperoleh tidak hanya mencerminkan keunggulan metode ekstraksi yang

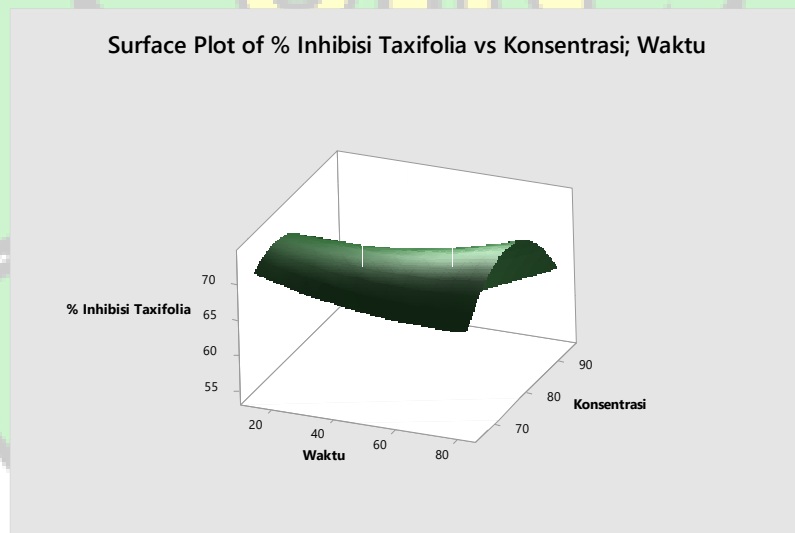
digunakan, tetapi juga menegaskan bahwa potensi rumput laut lokal dari perairan Indonesia sangat besar untuk dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami.

Selain menunjukkan nilai persentase inhibisi yang tinggi, hasil penelitian ini juga mengungkapkan hubungan erat antara waktu ekstraksi dan konsentrasi pelarut terhadap aktivitas antioksidan. Peningkatan waktu ekstraksi dari 70 jam hingga 82 jam memberikan peluang yang lebih besar bagi pelarut etanol untuk menembus dinding sel alga dan melarutkan metabolit sekunder seperti fenol, flavonoid, dan tanin secara maksimal. Konsentrasi pelarut juga memainkan peran krusial dalam proses ekstraksi. Pelarut etanol dengan konsentrasi sedang (sekitar 66–78%) terbukti lebih efektif mengekstraksi senyawa fenolik dibandingkan pelarut dengan konsentrasi terlalu rendah atau terlalu tinggi. Konsentrasi etanol yang sedang menciptakan keseimbangan polaritas yang ideal sehingga dapat melarutkan senyawa fenolik (yang bersifat polar) sekaligus senyawa semi-polar lain seperti flavonoid. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi spesies memerlukan optimasi pelarut yang berbeda, meskipun pola peningkatan aktivitas antioksidan sejalan dengan bertambahnya waktu ekstraksi.

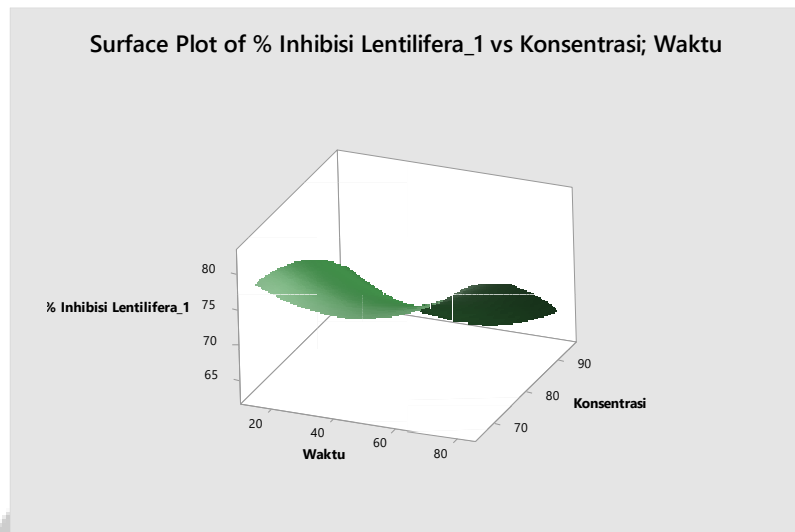
Hubungan antara waktu dan konsentrasi pelarut dengan aktivitas antioksidan terlihat jelas dalam hasil penelitian ini dan bisa dilihat pada *contour plot* dan *surface plot* yang dihasilkan oleh *software Minitab* yang disajikan pada gambar IV.5 – IV.8. Peningkatan waktu ekstraksi memberikan kesempatan lebih lama bagi pelarut untuk menembus matriks sel dan melarutkan metabolit sekunder, sementara konsentrasi pelarut yang sesuai membantu menjaga keseimbangan antara efisiensi ekstraksi dan stabilitas senyawa aktif. Hal ini sejalan dengan penelitian Mokoginta (2021) dan Mulyani et al. (2022), yang menegaskan bahwa waktu ekstraksi dan konsentrasi pelarut merupakan faktor utama yang menentukan aktivitas antioksidan dari ekstrak alami.



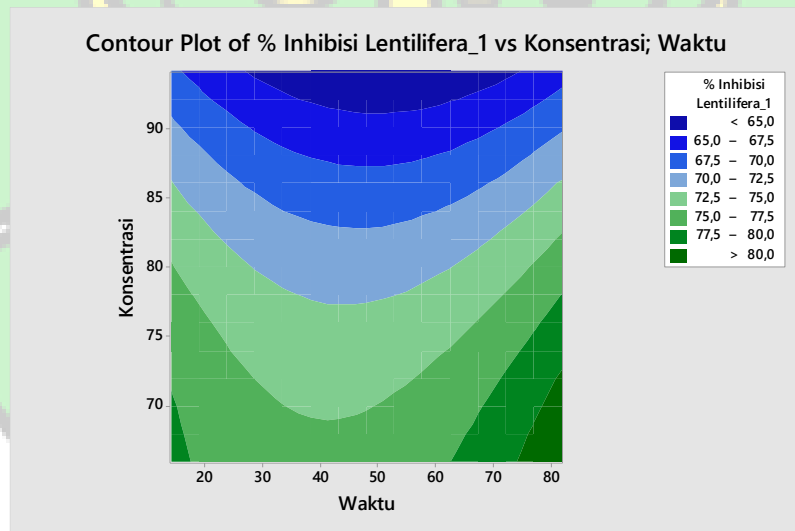
Gambar IV. 5 *Countour Plot* Persen Inhibisi *Caulerpa taxifolia* Terhadap Konsentrasi dan Waktu



Gambar IV. 6 *Surface Plot* Persen Inhibisi *Caulerpa taxifolia* Terhadap Konsentrasi dan Waktu



Gambar IV. 7 *Surface Plot* Persen Inhibisi *Caulerpa lentilifera* Terhadap Konsentrasi dan Waktu



Gambar IV. 8 *Contour Plot* Persen Inhibisi *Caulerpa lentilifera* Terhadap Konsentrasi dan Waktu

Secara keseluruhan, tingginya nilai persentase inhibisi yang dihasilkan oleh ekstrak *Caulerpa lentilifera* dan *Caulerpa taxifolia* menegaskan potensi keduanya sebagai sumber antioksidan alami dengan aktivitas yang sangat kuat, bahkan melebihi beberapa spesies dalam genus *Caulerpa* yang telah dilaporkan sebelumnya. Temuan

ini memberikan bukti ilmiah bahwa pemanfaatan rumput laut lokal Indonesia tidak hanya berpotensi untuk industri pangan fungsional, tetapi juga dapat menjadi sumber bahan baku untuk pengembangan produk farmasi berbasis antioksidan alami. Penelitian ini sekaligus mendukung konsep pemanfaatan sumber daya hayati laut secara berkelanjutan, sejalan dengan upaya pengembangan bioprospeksi alga hijau di tingkat nasional maupun internasional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase inhibisi yang diperoleh dari setiap perlakuan bervariasi sesuai kondisi ekstraksi, dan melalui analisis RSM dapat ditentukan kondisi optimum dengan nilai inhibisi maksimum. Penggunaan persen inhibisi pada konsentrasi uji tetap sebagai respon utama sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mengoptimalkan proses ekstraksi, bukan menentukan potensi antioksidan absolut. Oleh karena data diperoleh hanya pada satu konsentrasi uji, maka kurva dosis-respons lengkap tidak tersedia sehingga nilai IC_{50} tidak dihitung dalam penelitian ini. Hal ini menjadi keterbatasan studi, namun tetap relevan karena parameter yang diteliti adalah efisiensi ekstraksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian berjudul “Optimasi Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Caulerpa lentillifera* dan *Caulerpa taxifolia* Menggunakan Metode RSM (*Response Surface Methodology*)”, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode RSM terbukti mampu dan tepat digunakan untuk menunjukkan dan menentukan aktivitas antioksidan optimal pada *Caulerpa lentillifera* dan *Caulerpa taxifolia* dengan menganalisis nilai persen inhibisi yang di dapat dari masing-masing perlakuan sampel untuk memprediksi variabel waktu dan konsentrasi yang tepat agar mencapai nilai persen inhibisi optimum.
2. Hasil optimasi menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan variabel waktu dan konsentrasi pelarut berhasil menentukan kondisi ekstraksi optimal. Kombinasi waktu ekstraksi 82 jam dan konsentrasi etanol 66% menghasilkan persentase inhibisi tertinggi sebesar 83,8% pada *Caulerpa lentillifera*, sedangkan kombinasi waktu ekstraksi 82 jam dan konsentrasi etanol 78% menghasilkan persentase inhibisi 70% pada *Caulerpa taxifolia*. Penelitian ini membuktikan bahwa metode RSM efektif dalam memprediksi dan mengoptimalkan parameter ekstraksi senyawa bioaktif dari rumput laut, serta dapat diterapkan untuk pengembangan metode ekstraksi bahan alam lainnya.

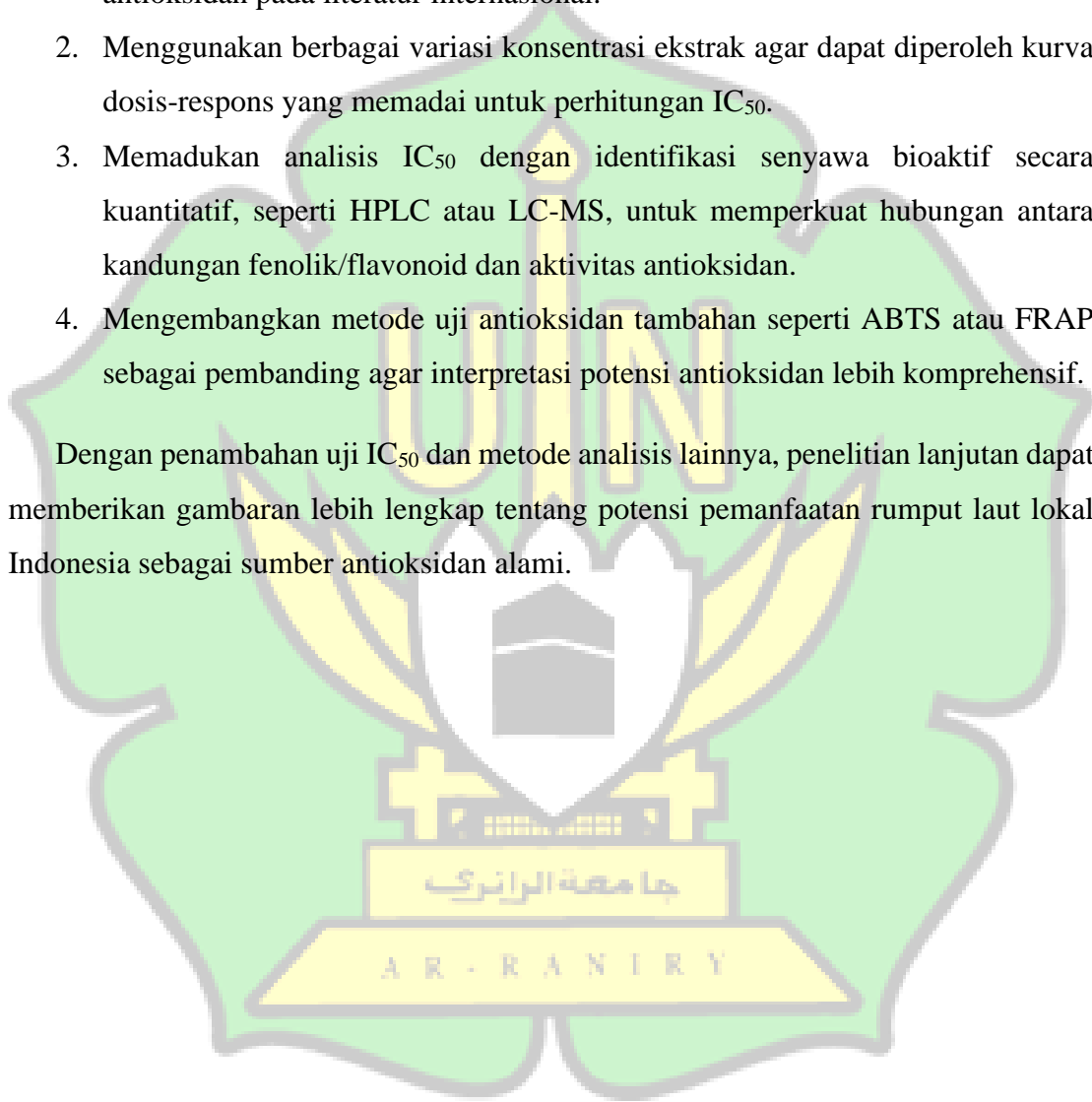
V.2 Saran

Penelitian ini telah berhasil mengoptimalkan aktivitas antioksidan rumput laut *Caulerpa lentillifera* dan *Caulerpa taxifolia* menggunakan metode DPPH dengan parameter waktu ekstraksi dan konsentrasi pelarut, namun belum dilakukan pengujian nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ merupakan parameter penting untuk mengukur konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas, sehingga dapat memberikan

informasi kuantitatif yang lebih akurat terkait potensi kekuatan antioksidan suatu sampel. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Melakukan uji IC_{50} dari ekstrak rumput laut untuk melengkapi data persentase inhibisi, sehingga hasil penelitian dapat dibandingkan dengan standar aktivitas antioksidan pada literatur internasional.
2. Menggunakan berbagai variasi konsentrasi ekstrak agar dapat diperoleh kurva dosis-respons yang memadai untuk perhitungan IC_{50} .
3. Memadukan analisis IC_{50} dengan identifikasi senyawa bioaktif secara kuantitatif, seperti HPLC atau LC-MS, untuk memperkuat hubungan antara kandungan fenolik/flavonoid dan aktivitas antioksidan.
4. Mengembangkan metode uji antioksidan tambahan seperti ABTS atau FRAP sebagai pembanding agar interpretasi potensi antioksidan lebih komprehensif.

Dengan penambahan uji IC_{50} dan metode analisis lainnya, penelitian lanjutan dapat memberikan gambaran lebih lengkap tentang potensi pemanfaatan rumput laut lokal Indonesia sebagai sumber antioksidan alami.



DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Mark J., dan Patrick J. Whitcomb. 2020. *RSM Simplified*. CRC Press.
- Antara, Kadek Lila, Muhammad Fadjar, dan Dwi Setijawati. 2022. “Analisis Pertumbuhan *Caulerpa lentifera* yang Terintegrasi dengan Budidaya Haliotis squamata.” *Buletin Oseanografi Marina* 11 (3): 347–57. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i3.47685>.
- Asni, Andi. 2008. “Analisis Poduksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Berdasarkan Musim dan Jarak Lokasi Budidaya Di Perairan Kabupaten Bantaeng.” *Jurnal Akuatika* VI: 140–53.
- Astuti, Nur Anggraeni, Nunik Cokrowati, dan Alis Mukhlis. 2021. “Cultivation of seagrapes (*Caulerpa lentillifera*) in controlled containers with the addition of different doses of fertilizers.” *Journal of Coastal and Ocean Sciences* 2 (1): 1–6. <https://doi.org/10.31258/jocos.2.1.1-6>.
- Aydar, Alev Yüksel. 2018. “Utilization of Response Surface Methodology in Optimization of Extraction of Plant Materials.” *Statistical Approaches With Emphasis on Design of Experiments Applied to Chemical Processes*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73690>.
- Cahyaningrum, Kun, Amir Husni, dan Siti Ari Budhiyanti. 2016. “Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Cokelat (*Sargassum polycystum*).” *Agritech* 36 (4): 137–44.
- Damayanti, Erpiana, AB Chandra, dan Hafiludin. 2024. “Aktivitas Antioksidan Anggur Laut (*Caulerpa* sp.) dari Pulau Sapudi dengan Metode Pengeringan Berbeda.” *JUVENIL: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan* 5 (2): 162–71.
- Farghl, Abla A.M., Zaki M. Al-Hasawi, dan Mostafa M. El-Sheekh. 2021. “Assessment of antioxidant capacity and phytochemical composition of brown and red seaweeds sampled off red sea coast.” *Applied Sciences (Switzerland)* 11

(23). <https://doi.org/10.3390/app112311079>.

Hamdan Kasim, Muhammad Sopiandi, Baiq Muli Harisanti, dan Ali Imran. 2020. "IDENTIFIKASI RUMPUT LAUT (Seaweed) DI PERAIRAN PANTAI CEMARA KABUPATEN LOMBOK TIMUR SEBAGAI DASAR PENYUSUNAN BROSUR BAGI MASYARAKAT." *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi* 8 (1): 106. <https://doi.org/10.33394/bjib.v8i1.2669>.

Handayani, S., A. Najib, & Wisdawati, W., dan A. Khoiriyah. 2020. "Aktivitas Antioksidan Caulerpa lentillifera J. Agardh dengan Metode Perendaman Radikal Bebas 1, 1-diphenyl-2 picrylhydrazil." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53 (9): 1689–99. <https://doi.org/10.24252/kesehatan.v13i1.13848>.

Hermund, Ditte B. 2018. *Antioxidant properties of seaweed-derived substances. Bioactive Seaweeds for Food Applications: Natural Ingredients for Healthy Diets*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813312-5.00010-8>.

Hidayati, Jelita Rahma, Ali Ridlo, dan Rini Pramesti. 2017. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Padina sp. Dari Perairan Bandengan Jepara Dengan Metode Transfer Elektron Jelita Rahma Hidayati*, Ali Ridlo, Rini Pramesti." *Buletin Oseanografi Marina* 6 (1): 46–52.

Huang, Xiaomei, Shan Lin, Peng Cai, Zhihao Jiang, Bo Ding, Lirong Shi, dan Biaowu Huang. 2020. "Optimization of Total Protein Extraction from Caulerpa Lentillifera Based on Response Surface Methodology." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 435 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/435/1/012029>.

Jumsurizal, Jumsurizal, Aidil Fadli Ilhamdy, Anggi Anggi, dan Astika Astika. 2021. "Karakteristik Kimia Rumput Laut Hijau (Caulerpa racemosa & Caulerpa taxifolia) dari Laut Natuna, Kepulauan Riau, Indonesia." *Akuatika Indonesia* 6 (1): 19. <https://doi.org/10.24198/jaki.v6i1.30008>.

- Mayasri, Adean. 2021. "POTENSI BEBERAPA JENIS RUMPUT LAUT DI ACEH (STUDI KASUS: SKRINING FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN)." *Lantanida Journal* 9 (1): 1–92.
- Mokoginta, Tiara Ambarzahra, Adithya Yudistira, dan Deby A Mpila. 2021. "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rumput Laut *Caulerpa racemosa* dari Pulau Mantehage Sulawesi Utara." *Pharmacon* 10 (3): 948–52. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.35596>.
- Mulyani, Anisa, Warsidah Warsidah, Mega Sari Juane Sofiana, Sukal Minsas, Riza Linda, dan Ikha Safitri. 2022. "Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase Dan Toksisitas Dari Ekstrak Etanol Rumput Laut *Caulerpa*." *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan* 4 (2): 187–92.
- Nasmia, Nasmia, Universitas Tadulako, Syahir Natsir, Universitas Tadulako, Rusaini Rusaini, dan Universitas Tadulako. 2020. *Teknologi Budidaya dan Pemanfaatan Rumput Laut*.
- Nofiani, Risa, Sigit Hertanto, Titin Anita Zaharah, dan Sutarman Gafur. 2018. "Proximate Compositions and Biological Activities of *Caulerpa lentillifera*." *Molekul* 13 (2): 141. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2018.13.2.441>.
- Noor Mahmudah, Nuning, dan Dan Juli Nursandi. 2014. "Karakteristik kimiawi rumput laut lokal (*Caulerpa* sp .) dan potensinya sebagai sumber antioksidan chemical characteristics of local seaweed (*Caulerpa* sp .) and its potential as a Source of antioxidants." *Prosiding SEMNAS Pengembangan Teknologi Pertanian*, no. January 2014: 577–84.
- Palaniyappan, Sivagaami, Arun Sridhar, Zulhisyam Abdul Kari, Guillermo Téllez-Isaías, dan Thirumurugan Ramasamy. 2023. "Evaluation of Phytochemical Screening, Pigment Content, In Vitro Antioxidant, Antibacterial Potential and GC-MS Metabolite Profiling of Green Seaweed *Caulerpa racemosa*." *Marine Drugs* 21 (5). <https://doi.org/10.3390/md21050278>.

- Phang, Siew Moi, Hui Yin Yeong, Edna T. Ganzon-Fortes, Khanjanapaj Lewmanomont, Anchana Prathep, Le Nhu Hau, Grevo S. Gerung, dan Koh Siang Tan. 2016. "Marine algae of the South China Sea bordered by Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam." *Raffles Bulletin of Zoology* 2016 (Part I): 13–59. <https://doi.org/10.1007/A43C-165932685F02>.
- Pranantha Bistara K, I Gusti Ngurah Bagus, I Ketut Suter, dan Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati. 2021. "Optimasi Konsentrasi Etanol Dan Perbandingan Bahan Dengan Etanol Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica* Less) Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)." *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)* 10 (1): 1. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i01.p01>.
- Pratiwi, A R H. 2023. "BIOMA : JURNAL BIOLOGI MAKASSAR EXTRACT *Anredera cordifolia* (Ten .) Steenis" 7168 (August 2022): 66–74.
- Razai, Tengku Said, Imam Pangestiansyah Putra, Fadhliyah Idris, dan Try Febrianto. 2019. "Identifikasi, Keragaman dan Sebaran *Caulerpa* sp Sebagai Komoditas Potensial Budidaya Pulau Bunguran, Natuna." *Simbiosis* 8 (2): 168. <https://doi.org/10.33373/sim-bio.v8i2.2177>.
- Rompas, Indra Fransiskus Xaverius, dan Orlendy Gasah. 2022. "EFEKTIFITAS EKSTRAK RUMPUT LAUT HIJAU (*ULVA LACTUCA*) TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SEBAGAI" 7(3): 172–89.
- Santhi, K., dan R. Sengottuvel. 2016. "Qualitative and Quantitative Phytochemical analysis of *Moringa concanensis* Nimmo." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 5 (1): 633–40. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.501.064>.
- Sari, Bina Lohita, Triastinurmiatiningsih Triastinurmiatiningsih, dan Tri Saptari Haryani. 2020. "Optimasi Metode Microwave-Assisted Extraction (MAE) untuk Menentukan Kadar Flavonoid Total Alga Coklat *Padina australis*." *ALCHEMY*

Jurnal Penelitian Kimia 16 (1): 38.
<https://doi.org/10.20961/alchemy.16.1.34186.38-49>.

Sari, Denni Kartika, Ahmad Deza, Ina Amilatul Ilma, Lestari, dan Retno Sulistyono Dhamar. 2018. “Perbandingan Metode Uji Kandungan Total Cottonii Lontar Banten.” *Teknika* 14 (1): 39–46.

Setyowati, Widiastuti Agustina Eko, Sri Retno Dwi Ariani, Ashadi, Bakti Mulyani, dan Cici Putri Rahmawati. 2014. “Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Varietas Petruk.” *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia VI*: 271–80.

Sommer, Jonas, Andreas Kunzmann, Lara E. Stuthmann, dan Karin Springer. 2022. “The antioxidative potential of sea grapes (*Caulerpa lentillifera*, Chlorophyta) can be triggered by light to reach comparable values of pomegranate and other highly nutritious fruits.” *Plant Physiology Reports* 27 (1): 186–91.
<https://doi.org/10.1007/s40502-021-00637-6>.

Sukmawaty, E K A, Mashuri Masri, dan S R I Utami Putri. 2016. “Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Bakteri Endofit Makro Alga *Caulerpa racemosa* L . Asal Perairan Puntondo Terhadap *Staphylococcus aureus* dan Methicilin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA).” *Prosiding Seminar Nasional from Basic Science to Comprehensive Education*, 174–79.

Widarsaputra, Arya Yudhistira, Yopa Eka Prawatya, dan Ivan Sujana. 2022. “Response surface methodology (RSM) untuk optimasi pengolahan keripik nanas menggunakan mesin vacuum frying.” *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System* 6 (2): 70–77.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/>.

Widyartini, Dwi Sunu, Achmad Ilalqisny Insan, dan Hexa Apriliana Hidayah. 2022. “Diversity and Distribution of Phaeophyta Macroalgae in Pedalen Coastal Waters, Kebumen.” *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 28 (1): 65–71.

<https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.65>.

Yoga, Wahyu Krisna, dan Husnita Komalasari. 2022. "Potensi Alga Hijau (*Caulerpa Racemosa*) Sebagai Sumber Antioksidan Alami : Review." *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan* 1 (1): 16–20. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v1i1.2172>.



LAMPIRAN

Lampiran 1: Optimasi Response Surface Methodology konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi

Central Composite Design Design Summary

Factors: 2 Replicates: 1
Base runs: 13 Total runs: 13
Base blocks: 1 Total blocks: 1

$\alpha = 1,41421$

Two-level factorial: Full factorial

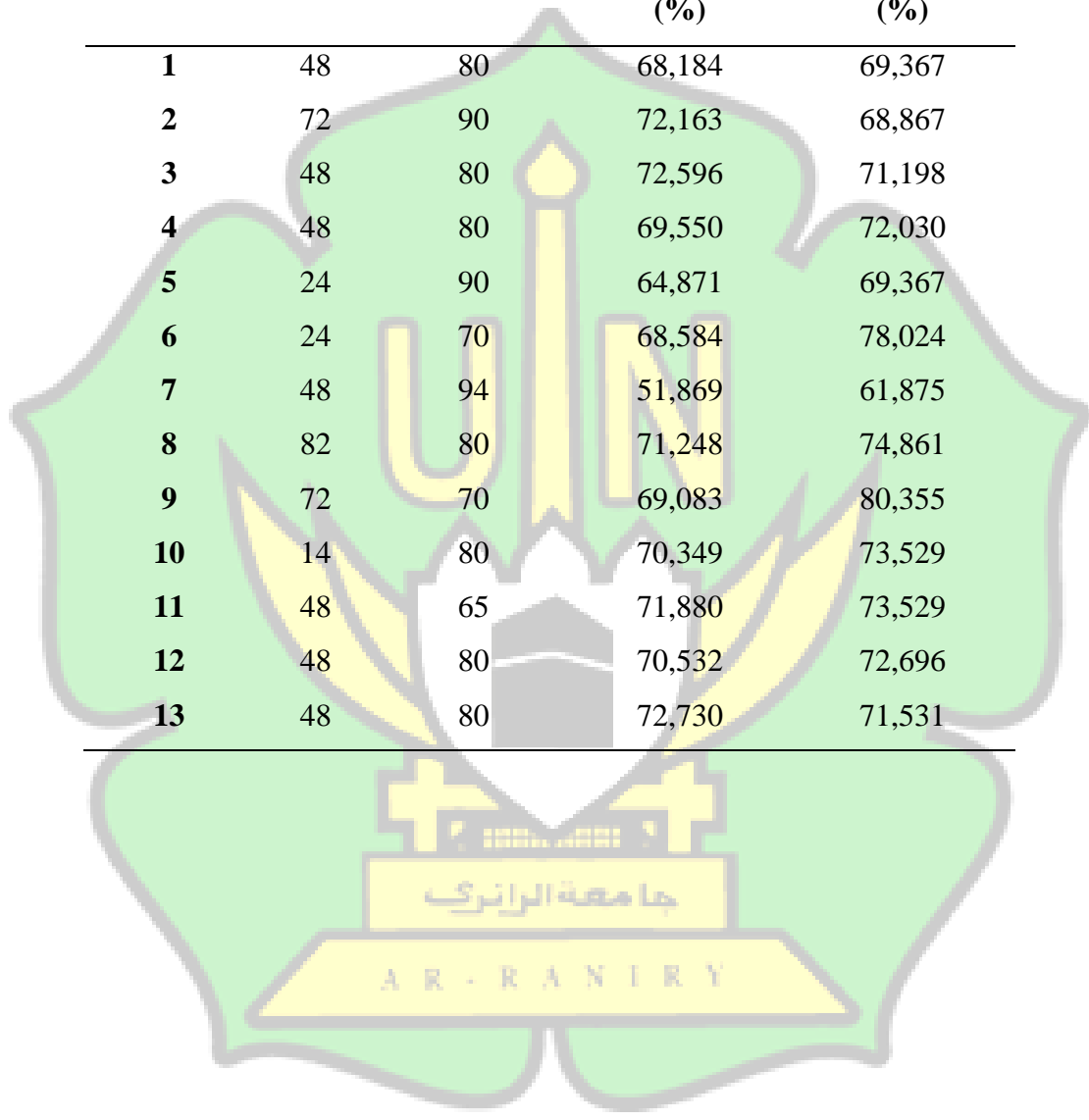
Point Types

Cube points: 4
Center points in cube: 5
Axial points: 4
Center points in axial: 0

Run Order	X1	X2
1	0	0
2	1	1
3	0	0
4	0	0
5	-1	1
6	-1	-1
7	0	1,141
8	1,414	0
9	1	-1
10	-1,414	0
11	0	-1,414
12	0	0
13	0	0

Lampiran 2: Data Hasil Uji Persen Inhibisi

Perlakuan	Waktu (jam)	Konsentrasi (%)	Persen Inhibisi Taxifolia (%)	Persen Inhibisi Lentilifera (%)
1	48	80	68,184	69,367
2	72	90	72,163	68,867
3	48	80	72,596	71,198
4	48	80	69,550	72,030
5	24	90	64,871	69,367
6	24	70	68,584	78,024
7	48	94	51,869	61,875
8	82	80	71,248	74,861
9	72	70	69,083	80,355
10	14	80	70,349	73,529
11	48	65	71,880	73,529
12	48	80	70,532	72,696
13	48	80	72,730	71,531



Lampiran 3: Hasil Uji Taksonomi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
LABORATORIUM FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7551 423/Fax: 0651-7553020 Email : laboratorium.fst@ar-raniry.ac.id

LAPORAN HASIL UJI

Nomor : 46/LHU/FST-Lab/VI/2025

Nama pengguna layanan : Win Win Titian Anggasani
Instansi : Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
No. Telpn : 085262527808
Tanggal diterima : 12 Juni 2025
Tanggal pengujian : 13-16 Juni 2025
Nama sampel : Tumbuhan (Plantae)
Spesifikasi sampel : Spesimen kering
Parameter uji : Identifikasi (Klasifikasi)
Metode uji : Membandingkan spesimen/gambar

Informasi Hasil Pengujian Sampel :

No	Kode Sampel	Bagian Sampel	Asal Sampel	Hasil Identifikasi
1.	-	Thallus	BPBAP Ujung Batee	<i>Caulerpa lentillifera</i> J.Agardh, 1837
2.	-	Thallus	Ulee Lheu Banda Aceh	<i>Caulerpa taxifolia</i> (M.Vahl) C.Agardh, 1817

- Catatan :
1. LHU yang ditampilkan hanya berhubungan dengan contoh yang di uji.
 2. LHU ini dibuat untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini
 3. Laboratorium FST tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian dan tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga atas penggunaan laporan ini.
 4. Laporan hasil uji tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya dan atas persetujuan dari laboratorium.

Klasifikasi dan dokumentasi sampel tumbuhan *Terlampir*

Demikian untuk diketahui dan digunakan sebagaimana mestinya

Banda Aceh, 18 Juni 2025

Kepala Laboratorium FST



Hadi Kurniawan







KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
LABORATORIUM FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

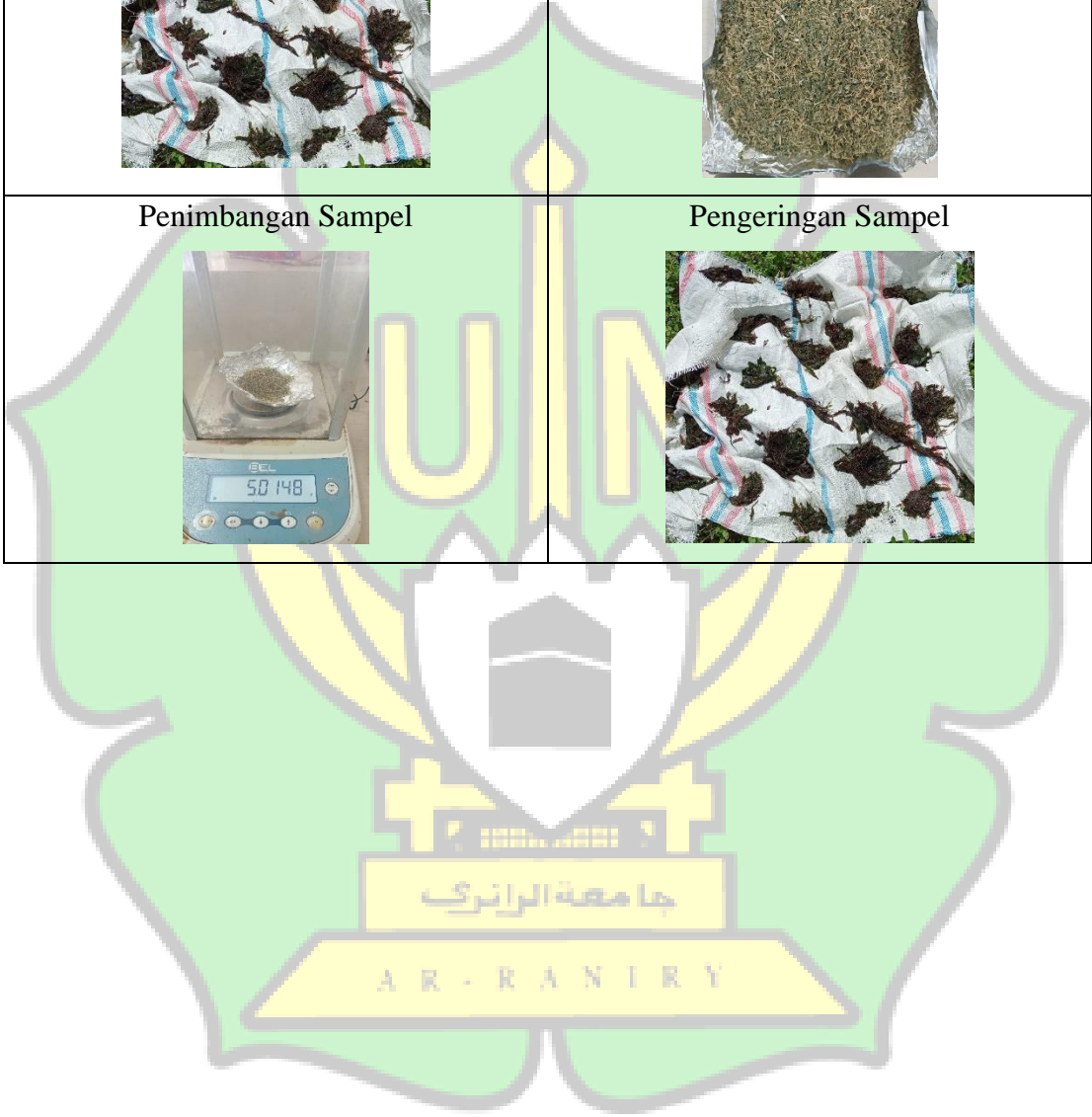
Jalan Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7551 423/Fax: 0651-7553020 Email : laboratorium.fst@ar-raniry.ac.id

Lampiran 1. Klasifikasi dan Dokumentasi Sampel Rumput Laut

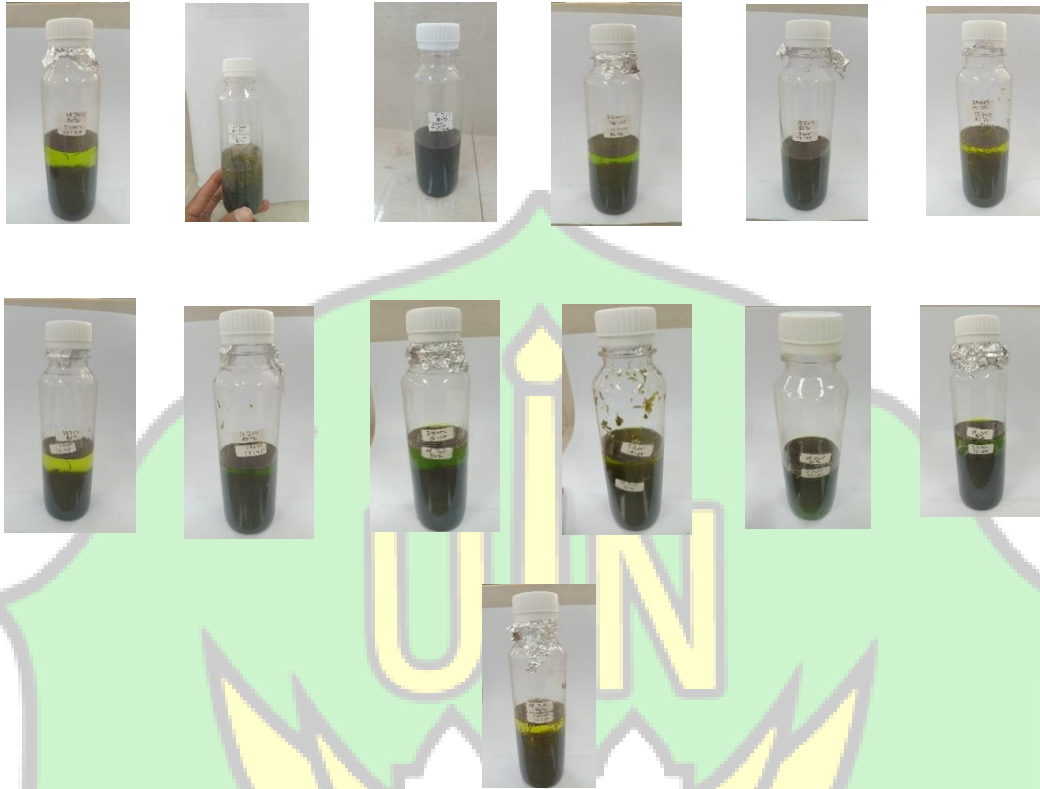
No	Foto Sampel	Klasifikasi
1.		Kingdom : Protista Divisi : Chlorophyta Kelas : Ulvophyceae Ordo : Bryopsidales Familia : Caulerpaceae Genus : Caulerpa Spesies : <i>Caulerpa lentillifera</i> Referensi : Coppejans, E., Leliaert, F., Dargent, O., Gunasekara, R., & Clerck, O.D. (2009). <i>Sri Lankan Seaweeds: Methodologies and Field Guide to the Dominant Species</i> . Abc Taxa.
2.		Kingdom : Protista Divisi : Chlorophyta Kelas : Ulvophyceae Ordo : Bryopsidales Familia : Caulerpaceae Genus : <i>Caulerpa</i> Spesies : <i>Caulerpa taxifolia</i> Referensi : Jha, B., Reddy, C. R. K., & Rao, M. U. (2009). <i>Seaweed of India: The Diversity and Distribution of Seaweed of The Gujarat Coast</i> . Springer

Lampiran 4: Dokumentasi Penelitian

<p>Pengeringan Sampel</p> 	<p>Sampel Kering</p> 
<p>Penimbangan Sampel</p> 	<p>Pengeringan Sampel</p> 

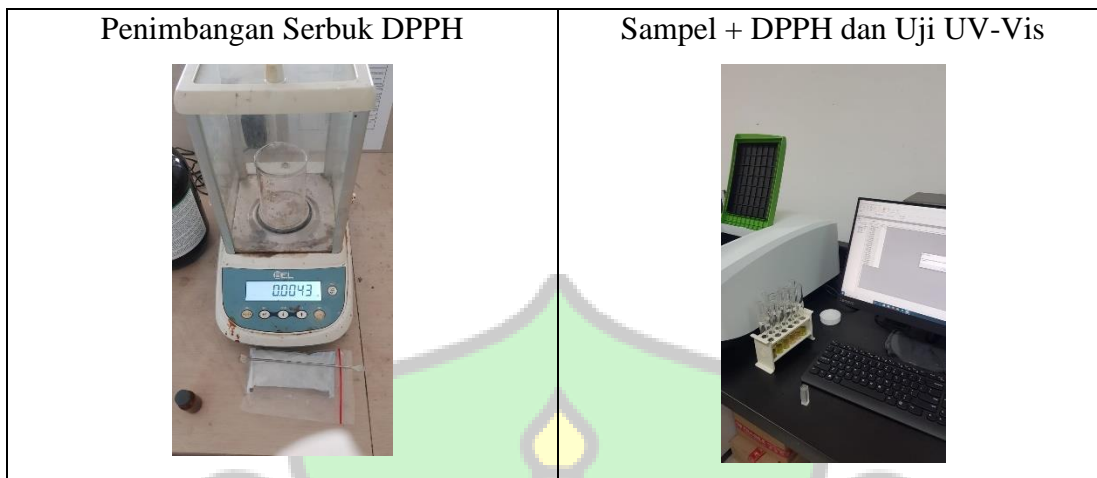


Proses Ekstraksi *Caulerpa Taxifolia*









Proses Ekstraksi *Caulerpa Taxifolia*





Lampiran 5: Hasil Uji Senyawa Turunan Fenol

<i>Caulerpa Taxifolia</i>	<i>Caulerpa Lentilifera</i>
<p>Flavanoid</p> 	<p>Flavanoid</p> 
<p>Tannin</p> 	<p>Tannin</p> 

Senyawa Fenolik	Senyawa Fenolik
	

Lampiran 6: Perhitungan Variasi Konsentrasi

- Pengenceran 65% Konsentrasi Etanol

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$96\% \times V1 = 65\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{65\% \times 100 \text{ mL}}{96\%}$$

$$V1 = 68 \text{ mL}$$

- Pengenceran 70% Konsentrasi Etanol

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$96\% \times V1 = 70\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{70\% \times 100 \text{ mL}}{96\%}$$

$$V1 = 73 \text{ mL}$$



- Pengenceran 70% Konsentrasi Etanol

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$96\% \times V1 = 80\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{80\% \times 100 \text{ mL}}{96\%}$$

$$V1 = 83 \text{ mL}$$

- Pengenceran 90% Konsentrasi Etanol

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$96\% \times V1 = 90\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{90\% \times 100 \text{ mL}}{96\%}$$

$$V1 = 94 \text{ mL}$$

- Pengenceran 94% Konsentrasi Etanol

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$96\% \times V1 = 94\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{94\% \times 100 \text{ mL}}{96\%}$$

$$V1 = 98 \text{ mL}$$

Lampiran 7: Perhitungan Variasi Konsentrasi Larutan Standar Vitamin C

- Konsentrasi 0,5 mg/L

$$V = \frac{0,5 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} = 0,005 \text{ mL} = 5 \mu\text{L}$$

- Konsentrasi 0,6 mg/L

$$V = \frac{0,6 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} = 0,006 \text{ mL} = 6 \mu\text{L}$$

- Konsentrasi 0,7 mg/L

$$V = \frac{0,7 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} = 0,007 \text{ mL} = 7 \mu\text{L}$$

- Konsentrasi 0,8 mg/L

$$V = \frac{0,8 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} = 0,008 \text{ mL} = 8 \mu\text{L}$$

- Konsentrasi 0,9 mg/L

$$V = \frac{0,9 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} = 0,009 \text{ mL} = 9 \mu\text{L}$$

Lampiran 8: Perhitungan Persen (%) Inhibisi

Diketahui: Absorbansi (A) DPPH = 0.60265

Absorbansi (A) blanko = 0.002

$$\text{Rumus \% Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\text{Rumus Absorbansi Sampel} = (\text{Absorbansi (A) ekstrak + DPPH}) - (\text{Absorbansi (A) blanko + ekstrak})$$

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi Kontrol} &= A \text{ DPPH} - A \text{ blanko} \\ &= 0.60265 - 0.002 \\ &= 0.60065 \end{aligned}$$

A. *Caulerpa Lentilifera*

- Perlakuan 1

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.184}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 69.367$$

- Perlakuan 2

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.187}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 68.867$$

- Perlakuan 3

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.173}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 71.198$$

- Perlakuan 4

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.168}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 72.030$$

- Perlakuan 5

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.184}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 69.367$$

- Perlakuan 6

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.132}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 78.024$$

- Perlakuan 7

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.229}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 61.875$$

- Perlakuan 8

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.151}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 74.861$$

- Perlakuan 9

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.118}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 80.335$$

- Perlakuan 10

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.159}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 73.529$$

- Perlakuan 11

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.159}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 73.529$$

- Perlakuan 12

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.164}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 72.696$$

- Perlakuan 13

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.171}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 71.531$$

B. *Caulerpa Taxifolia*

- Perlakuan 1

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.191}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 68.184$$

- Perlakuan 2

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.167}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 72.163$$

- Perlakuan 3

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.165}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 72.596$$

- Perlakuan 4

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.183}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 69.550$$

- Perlakuan 5

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.211}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 64.871$$

- Perlakuan 6

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.189}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 68.584$$

- Perlakuan 7

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.289}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 51.869$$

- Perlakuan 8

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.173}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 71.248$$

- Perlakuan 9

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.186}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 69.083$$

- Perlakuan 10

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.178}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 70.349$$

- Perlakuan 11

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.169}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 71.880$$

- Perlakuan 12

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.177}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 70.532$$

- Perlakuan 13

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{(\text{Absorbansi Kontrol})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{0.60065 - 0.164}{(0.60065)} \times 100\%$$

$$\% \text{ Inhibisi} = 72.730$$