

**ISOLASI, KARAKTERISASI, SERTA UJI BIOAKTIVITAS  
ANTIBAKTERI DAN ANTIDIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI  
KULIT AKAR TANAMAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**AKMALLUDIN  
1917011042**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### ISOLASI, KARAKTERISASI, SERTA UJI BIOAKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN ANTIDIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT AKAR TANAMAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)

OLEH

AKMALLUDIN

Diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit kronis, yang ditandai dengan adanya peningkatan kadar gula darah akibat kekurangan hormon insulin. Penyakit ini dapat diobati menggunakan tanaman obat yang mengandung metabolit sekunder salah satunya tumbuhan kenangan. Tumbuhan kenangan (*Artocarpus rigida* Blume) dari famili Moraceae memiliki potensi sebagai sumber senyawa metabolit sekunder, khususnya flavonoid. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengidentifikasi senyawa flavonoid murni dari kulit akar tumbuhan kenangan (*A. rigida* Blume), yang memiliki bioaktivitas antidiabetes dan antibakteri.

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol, diikuti oleh isolasi senyawa menggunakan Kromatografi Cair Vakum (KCV) dan Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG). Karakterisasi senyawa flavonoid dilakukan dengan spektroskopi UV-Vis dan IR. Uji bioaktivitas meliputi uji antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* sp., serta uji antidiabetes melalui penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase.

Hasil isolasi diperoleh senyawa flavonoid sikloartobilosanton, berupa kristal kuning D4<sub>2b</sub> sebanyak 9,9 mg dan kristal cokelat G4 sebanyak 15 mg. Senyawa G4 menunjukkan aktivitas antibakteri kategori kuat terhadap *S. aureus* dengan diameter zona hambat 12 mm dan D4<sub>2b</sub> kategori kuat terhadap *Salmonella* sp. dengan diameter zona hambat 16 mm pada konsentrasi 0,5 mg/disc. Aktivitas antidiabetes senyawa D4<sub>2b</sub> ini menunjukkan penghambatan terhadap enzim  $\alpha$ -amilase sebesar 33,14% pada konsentrasi 1000 ppm, masih lebih rendah dibandingkan dengan *acarbose* yang merupakan kontrol positif dengan penghambatan 86,76% pada konsentrasi yang sama.

**Kata kunci :** *A. rigida* Blume., sikloartobilosanton, flavonoid, antibakteri, antidiabetes

## ABSTRACT

### ISOLATION, CHARACTERIZATION, AND BIOACTIVITY TEST OF ANTIBACTERIAL AND ANTIDIABETIC FLAVONOID COMPOUNDS FROM THE ROOT BARK OF KENANGKAN PLANT (*Artocarpus rigida* Blume)

BY

AKMALLUDIN

Diabetes mellitus is a chronic disease, characterized by an increase in blood sugar levels due to a lack of insulin hormone. This disease can be treated using medicinal plants containing secondary metabolites, one of which is the kenangkan plant. The kenangkan plant (*Artocarpus rigida* Blume) from the Moraceae family has the potential as a source of secondary metabolite compounds, especially flavonoids. This study aims to isolate and identify pure flavonoid compounds from the root bark of the kenangkan plant (*A. rigida* Blume), which possess antidiabetic and antibacterial bioactivities.

The extraction process was carried out using the maceration method using methanol solvent, followed by isolation of compounds using Vacuum Liquid Chromatography (VLC) and Gravity Column Chromatography (GCC). Characterization of flavonoid compounds was carried out using UV-Vis and IR spectroscopy. Bioactivity tests included antibacterial tests against *Staphylococcus aureus* and *Salmonella sp.*, as well as antidiabetic tests through inhibition of  $\alpha$ -amylase enzyme activity.

The results of the isolation obtained flavonoid compounds cycloartobiloxanthone, in the form of yellow crystals D4<sub>2b</sub> as much as 9.9 mg and brown crystals G4 as much as 15 mg. Compound G4 showed strong antibacterial activity against *S. aureus* with an inhibition zone diameter of 12 mm and D4<sub>2b</sub> was a strong category against *Salmonella sp.* with an inhibition zone diameter of 16 mm at a concentration of 0.5 mg/disc. The antidiabetic activity of compound D4<sub>2b</sub> showed inhibition of the  $\alpha$ -amylase enzyme by 33.14% at a concentration of 1000 ppm, still lower compared to acarbose which is a positive control with inhibition of 86.76% at the same concentration.

**Keywords:** *A. rigida* Blume., cycloartobiloxanthone, flavonoid, antibacterial, antidiabetic

**ISOLASI, KARAKTERISASI, SERTA UJI BIOAKTIVITAS  
ANTIBAKTERI DAN ANTIDIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI  
KULIT AKAR TANAMAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)**

**OLEH**

**AKMALLUDIN**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Kimia**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

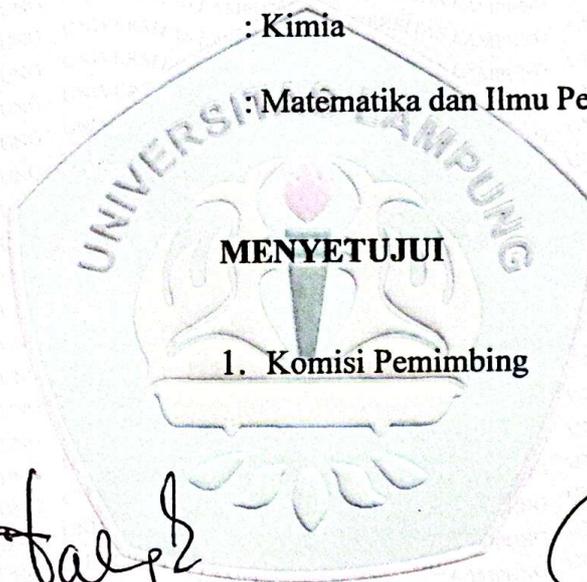
Judul Skripsi : **ISOLASI, KARAKTERISASI, SERTA UJI BIOAKTIVITAS ANTI BAKTERI DAN ANTI DIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT AKAR TANAMAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)**

Nama Mahasiswa : **Akmalludin**

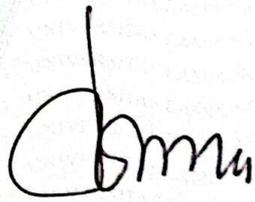
Nomor Pokok Mahasiswa : 1917011042

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



  
**Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S.**  
NIP. 195405101988032001

  
**Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S.**  
NIP. 195609051992031001

2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

  
**Dr. Mita Rikyanti, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197205302000032001

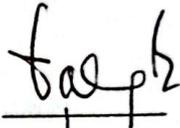
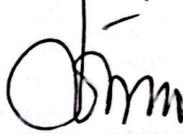
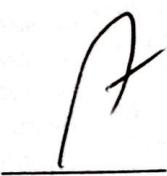
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S.

Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S.

Penguji  
Bukan Pemimbing : Dra. Aspita Laila, M.S.

### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

  
**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 September 2024

**SURAT PERNYATAAN  
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Akmalludin  
Nomor Pokok mahasiswa : 1917011042  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul **“ISOLASI, KARAKTERISASI, SERTA UJI BIOAKTIVITAS ANTI BAKTERI DAN ANTI DIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT AKAR TANAMAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)”** adalah benar karya sendiri dan saya tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data di dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi sesuai dengan kesepakatan.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025

Menyatakan



Akmalludin  
1917011042

## RIWAYAT HIDUP



**Akmalludin** lahir di bukit kemuning, pada 29 juli 1999. Penulis merupakan anak ketiga dari bapak Supratman dan ibu alm Juwairiyah. Penulis memiliki satu kakak perempuan, Marlana, satu kakak laki- laki, alm Nazarudin dan satu adik perempuan, Miranda. Penulis memulai pendidikan pada jenjang Taman Kanak Kanak (TK) Muslimin pada tahun 2004 dan selesai pada tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Bukit kemuning dan selesai pada tahun 2012. Pada tahun 2015, penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Bukit kemuning, Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan pada tahun 2018 di SMA Negeri 1 Bukit Kemuning.

Pada tahun yang sama (2019) penulis diterima sebagai Mahasiswa di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis juga menjadi salah satu mahasiswa penerima Bantuan Biaya Pendidikan bagi Mahasiswa Miskin Berprestasi (Bidikmisi).

Penulis aktif sebagai anggota di Bidang Sosial dan Masyarakat Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) pada tahun 2020 dan menjadi Ketua di Bidang yang sama pada tahun 2021. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2022 di Desa Bumi Nabung, Kecamatan Abung Barat, Kabupaten Lampung Selatan. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan dengan judul “Uji Bioaktivitas Anti Diabetes Senyawa Flavonoid Dari Kulit Akar (*Artocarpus Rigida*)” pada tahun 2022 di laboratorium kimia organik, jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

## **MOTTO**

**"MENJADI JUJUR MUNGKIN TIDAK MEMBUATMU MENDAPATKAN BANYAK  
TEMAN, TAPI AKAN SELALU MEMBUATMU MENDAPATKAN TEMAN YANG  
SEBENARTNYA  
(John Lennon)**

**"BANGSA INI TIDAK KEKURANGAN ORANG PINTAR, TETAPI KEKURANGAN ORANG  
YANG JUJUR"  
(Drs. Kasino Hadiwibowo)**

**"AKU SUDAH PERNAH MERASAKAN SEMUA KEPAHITAN DALAM HIDUP DAN YANG  
PALING PAHIT IALAH BERHARAP KEPADA MANUSIA"  
(Ali bin Abi Thalib)**

**"SESUNGGUHNYA BERSAMA KESULITAN ITU ADA KEMUDAHAN"  
(Q.S. Al Insyirah: 6)**

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Atas izin Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah Nya serta rasa syukur yang luar biasa.

Ku persembahkan karya sederhanaku ini sebagai wujud cinta, bakti, dan sayang ku kepada:

Ibuku, Ibuku, Ibuku

Ibu Alm Juwairiyah wanita kuat dan sabar serta penuh kasih sayang  
Bapak Supratman bapak pekerja keras yang telah memberikan saya kesempatan untuk mendapatkan pendidikan lebih, hal ini bukan hanya sekedar keberuntungan saja namun terdapat kerja keras serta keringat dari dirimu.

Terimakasih. Aku sayang.

Diriku yang terbaik

Teruntuk diriku, terimakasih sudah kuat dan tetap bertahan dari berbagai tantangan dan rintangan selama ini.

Kepada orang-orang yang telah membantu dan mendukungku selama ini,

Terimakasih. Aku bersyukur.

## SANWACANA

Alhamdulillahrabbi'l'amin, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Isolasi, Karakterisasi, Serta Uji Bioaktivitas Antibakteri dan Antidiabetes Senyawa Flavonoid Dari Kulit Akar Tanaman Kenangan (*Artocarpus rigida* Blume)”**. Skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bimbingan, dorongan, nasihat, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S. selaku Dosen Pembimbing I atas kebaikan, bimbingan, arahan, masukan, dan seluruh ilmu pengetahuan yang diberikan dengan kesabaran dan keikhlasan kepada penulis
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S. selaku pembimbing II penelitian, atas segala kebaikan, kritik, saran, bimbingan, dan seluruh ilmu pengetahuan yang diberikan serta motivasi yang diberikan dengan kesabaran dan keikhlasan kepada penulis selama penelitian
3. Ibu Dr. Aspita Laila M.S. selaku pembahas penelitian dan selaku yang telah memberikan nasihat, saran, dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik
4. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Mita Rilyanti, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung atas seluruh ilmu, motivasi, dan pengalamannya yang telah diberikan kepada penulis selama

7. menjalankan pendidikan dikampus. Semoga ilmu yang xii diberikan bermanfaat dan Allah SWT balas semua kebaikan Bapak dan Ibu dengan pahala yang berlimpah.
8. Seluruh staf administrasi dan pegawai di lingkungan Jurusan Kimia, Dekanat FMIPA, serta Universitas Lampung yang senantiasa membantu dalam system akademik, perkuliahan, penelitian, serta penyusunan skripsi dapan terselesaikan dengan baik.
9. Seluruh keluarga yang telah memberikan semangat dan bantuan tiada henti kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan, “Kimia 2019” atas kebersamaannya dari awal pertemuan sebagai mahasiswa hingga sekarang dan bahkan sampai masa depan. Terimakasih untuk semua yang tidak bisa diucapkan satu-persatu.
11. Teman teman Kontrakan Anak Soleh (Arya, Farich, Dwiky, Rangga, Zul, Bang Gowow, Kak Tole, Kak Anan, Niko, Thio, Dito, Febri, Ucup, Opor dan Sultan) terima kasih telah menjadi teman canda dan tawa mengisi waktu selama menjalani masa masa kuliah dan nasihat yang telah diberikan serta kesan kesan pengalaman yang sulit untuk diulang.
12. Terima kasih kepada Kak Mumu, Kak Jevi dan Kak rio sebagai kakak, yang selalu mengingatkan “Kapan wisuda?” kepada penulis, sehingga penulis menjadi semangat menyelesaikan perkuliahan.
13. Pimpinan Himaki 2021 atas waktu, kebersamaan, serta pengalaman selama masa jabatan.
14. Terimakasih kepada Rangga, Thio, Opor, Sultan, Zahra yang menghibur penulis saat dalam masa sulit
15. Almamaterku tercinta serta semua pihak yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu, terimakasih atas segala bantuan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan menyelesaikan studi sebagai mahasiswa S1 Kimia.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025

Penulis

Akmalludin

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Moraceae .....	4
2.2. Artocarpus .....	4
2.3. Tanaman Kenangan ( <i>A. rigida</i> Blume) .....	5
2.4. Senyawa Metabolit Sekunder.....	7
2.5. Senyawa Flavonoid .....	7
2.6. Ekstraksi.....	8
2.7. Fraksinasi .....	9
2.8. Diabetes Melitus.....	10
2.9. Enzim .....	10
2.10. Kromatografi .....	11
2.10.1. Kromatografi Kolom.....	11
2.11.2. Kromatografi Cair Vakum (KCV) .....	13
2.11.3. Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	13
2.11. Spektrofotometri .....	14
2.11.1. Spektrofotometri UV-Vis .....	14
2.11.2. Spektrofotometri IR.....	15
2.12. Antidiabetes.....	16
2.12.1. Akarbosa.....	17
2.12.2. Inhibisi Enzim $\alpha$ -amilase.....	17
2.13. Antibakteri.....	18
2.13.1. Bakteri.....	18
<b>III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.2. Alat dan Bahan .....	22
3.3. Prosedur Penelitian.....	23

3.3.1.	Pengumpulan dan persiapan sampel.....	23
3.3.2.	Ekstraksi Dengan Metode Maserasi .....	23
3.3.3.	Fraksinasi Ekstrak .....	23
3.3.4.	Kromatografi .....	24
3.3.5.	Analisis Kemurnian.....	26
3.3.6.	Analisis Struktur.....	26
3.3.7.	Uji Inhibisi Enzim $\alpha$ -amilase.....	27
3.3.8.	Uji Antibakteri.....	28
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1	Isolasi Senyawa Flavonoid.....	30
4.1.1.	Ekstraksi Sampel .....	30
4.1.2.	Fraksinasi dan Pemurnian .....	31
4.2.	Analisis Kemurnian.....	38
4.3.	Analisis Spektrofotometri .....	39
4.3.1.	Analisis Spektrofotometri UV-VIS .....	39
4.3.2.	Analisis Spektrofotometri IR .....	45
4.4.	Uji Bioaktivitas Antidiabetes .....	50
4.5.	Uji Bioaktivitas Antibakteri .....	53
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>57</b>
5.1.	Simpulan.....	57
5.2.	Saran.....	57
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>
1.	Diagram Alir Penelitian.....	66
2.	Data hasil pengukuran absorbansi uji bioaktivitas antidiabetes diukur pada panjang gelombang 600 nm, dari isolat 4D <sub>2b</sub> .....	68
3.	Perhitungan persen (%) inhibisi pada uji antidiabetes kristal D42b..	68
4.	Perhitungan koefisien absorptivitas molar.....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Urutan kekuatan kepolaran pelarut (Atun,2014).....	12
2. Serapan sinar UV-Vis pada flavonoid (Sastrohamidjojo, 2002)...	15
3. Bilangan gelombang IR dari gugus fungsi (Litani et al., 1997)...	16
4. Perbandingan data spektrum UV-Vis senyawa sikloartobilosanton dan senyawa D4 <sub>2b</sub> hasil solasi.....	45
5. Perbandingan data spektrum IR senyawa standar sikloartobilosanton dan senyawa D4 <sub>2b</sub> serta G4 hasil isolasi.....	49
6. Data % inhibisi aktivitas enzim $\alpha$ -amilase oleh D4 <sub>2b</sub> dan kontrol positif akarbosa.....	51
7. Ukuran zona hambat senyawa isolat G4 terhadap bakteri <i>S. aureus</i> .....	54
8. Ukuran zona hambat dari isolat D4 <sub>2b</sub> terhadap bakteri <i>Salmonella</i> sp.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jenis jenis tanaman <i>Artocarpus</i> .....	5
2. Tanaman kenangan ( <i>A. rigida</i> Blume).....	6
3. Stuktur kimia dan klasifikasi flavonoid (Wang <i>et al</i> , 2018).....	8
4. Bakteri <i>S. aureus</i> (Syahrurahman dkk., 2010).....	19
5. Bakteri <i>Salmonella</i> sp (Jawetz 2016).....	21
6. Kromatogram Lapis Tipis fraksi metanol, aseton dan <i>n</i> -heksana dengan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana: 40%.....	31
7. Kromatogram fraksi aseton hasil KCV .....	32
8. Kromatogram KLT fraksi B-F dengan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	32
9. Kromatogram KLT, menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%..	33
10. Kristal D4 <sub>2a</sub> .....	33
11. Kromatogram KLT fraksi D41a dan D42a menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	34
12. Kromatogram KLT fraksi D4 <sub>2a</sub> dan D4 <sub>2b</sub> menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	34
13. Kromatogram KLT Fraksi D4 <sub>2a</sub> pada kromatografi kolom menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 35%.....	34
14. Kromatogram KLT isolat D4 <sub>2a</sub> .....	35
15. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi F menggunakan eluen <i>n</i> -heksana:etil asetat .....	35
16. Kromatogram hasil KK fraksi F5 menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	36
17. Kromatogram KLT fraksi gabungan F5 menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	36

18.	Kromatogram hasil KLT G2 dan G3 bersama senyawa standar sikloartobilosanton menggunakan eluen (a) etil asetat: <i>n</i> -heksana 30%, (b) etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	37
19.	Kromatogram hasil KLT G2 dan G3 bersama senyawa standar artobilosanton dengan menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	37
20.	Kromatogram isolat G4 dan D4 <sub>2b</sub> menggunakan eluen etil asetat: <i>n</i> -heksana 40%.....	38
21.	Kromatogram hasil KLT tiga sistem eluen dengan standar sikloartobilosanton (a) isolat D4 <sub>2b</sub> dan (b) isolat G4.....	38
22.	Spektrum UV kristal D4 <sub>2b</sub> dalam MeOH.....	40
23.	Spektrum UV kristal D4 <sub>2b</sub> dalam MeOH dan MeOH+NaOH.....	41
24.	Spektrum UV kristal D4 <sub>2b</sub> dalam MeOH, dan MeOH + AlCl <sub>3</sub> .....	42
25.	Spektrum UV kristal D4 <sub>2b</sub> dalam MeOH, MeOH+AlCl <sub>3</sub> , dan MeOH+AlCl <sub>3</sub> +HCl.....	42
26.	Spektrum UV kristal D4 <sub>2b</sub> dalam MeOH, dan MeOH + NaOAc...	43
27.	Spektrum UV kristal D4 <sub>2b</sub> dalam MeOH, MeOH + NaOAc, dan MeOH + NaOAc + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> .....	44
28.	Spektrum <i>IR</i> isolat D4 <sub>2b</sub> .....	47
29.	Spektrum <i>IR</i> senyawa sikloartobilosanton standar (Suhartati dan Yandri, 2007).....	47
30.	Spektrum <i>IR</i> isolat G4.....	48
31.	Diagram perbandingan konsentrasi (ppm) dan inhibisi (%) senyawa D4 <sub>2b</sub> dan akarbosa.....	52
32.	Uji antibakteri isolat G4 terhadap bakteri <i>S.aureus</i> .....	54
33.	Uji antibakteri isolat D4 <sub>2b</sub> terhadap bakteri <i>Salmonella</i> sp.....	55

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit kronis, yang ditandai dengan adanya peningkatan kadar gula darah akibat kekurangan hormon insulin. Penyakit ini termasuk kategori penyakit yang sangat berbahaya karena merenggut sekitar 4,6 juta jiwa tiap tahun, dengan lebih dari 10 juta pasien mengalami kelumpuhan serta komplikasi seperti serangan jantung, stroke, gagal ginjal, kebutaan dan amputasi (IDF, 2014). Berdasarkan data (Sun *et al.*, 2021), Indonesia menempati peringkat kelima dengan total 19 juta penderita DM pada tahun 2021 dengan jumlah pengidap diabetes mencapai 537 juta pada rentang usia 20-79, dan menunjukkan adanya peningkatan menjadi 783 juta pada tahun 2045, serta diperkirakan akan meningkat menjadi 28 juta pada tahun 2045.

Pasien diabetes dapat diobati melalui terapi farmakologis yang mencakup penggunaan suntikan insulin dan obat antidiabetika seperti akarbose, metformin, *sulfonylurea*, dan *nonsulfonylurea secretagogue*. Pendekatan terapi ini difokuskan pada regulasi kadar gula darah dengan mengintervensi enzim tertentu, seperti  $\alpha$ -glukosidase,  $\alpha$ -amilase, *thiazolidinedione*, *glucagon-like peptide-1* (GLP-1), dan *dipeptidyl peptidase-4* (DPP-4) (Ripsin *et al.*, 2009). Terapi ini dilakukan secara jangka panjang sehingga berpotensi menimbulkan efek samping dan dapat berdampak pada lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain yang dapat memberikan aktivitas yang tinggi dengan risiko efek samping yang lebih rendah. Sebagai solusi, digunakanlah tanaman obat, sebagaimana telah banyak studi literatur, yang melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman obat dapat memberikan penghambatan terhadap aktivitas pencernaan pada enzim pencernaan,  $\alpha$ -glukosidase dan  $\alpha$ -amilase. Hal ini

menjadi target dalam pengembangan senyawa obat antidiabetes, salah satu senyawa metabolit yang dilaporkan memiliki kemampuan daya hambat terhadap enzim yaitu senyawa flavonoid. Senyawa ini banyak ditemukan pada berbagai jenis tanaman obat salah satunya genus *Artocarpus*. Secara umum, senyawa fenolik yang terdapat dalam genus *Artocarpus* umumnya termasuk dalam kategori senyawa fenolik terisoprenilasi, seperti yang disampaikan dalam penelitian oleh Erwin (2010). Dari berbagai genus tumbuhan *Artocarpus* telah berhasil diisolasi senyawa flavonoid yang berasal dari tumbuhan pudau (*Artocarpus kemando* Miq.) pada bagian kayu akar. Senyawa-senyawa yang berhasil diisolasi tersebut di antaranya artokarpin, caplasin, sikloartokarpin, siklomulberokromen, dan calkon (Suhartati, 2001). Pada bagian kulit akar tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis*) berhasil diisolasi senyawa flavonoid yaitu artonin E (Suhartati, 2018).

Salah satu genus *Artocarpus* yang menunjukkan potensi yakni *A. rigida* Blume. Selain itu senyawa hasil isolasi memiliki banyak manfaat bagi ilmu kesehatan seperti pada senyawa artonin O yang diisolasi dari kulit akar dan kayu akar *A. rigida* Blume memiliki sifat antibakteri terhadap *E. coli* (Khomsiah, 2016) dan juga *B. subtilis* (Wulandari, 2016) serta santoangelol yang diisolasi dari daun *A. rigida* Blume juga memiliki sifat anti bakteri pada *B. subtilis* (Irpan, 2021). Bahkan senyawa hasil isolasi dari tumbuhan *A. rigida* juga menunjukkan aktivitas terhadap *Mycobacterium tuberculosis* (Namdaung *et al.*, 2006) dan pada tumbuhan *A. camansi* hasil senyawa isolasi menunjukkan adanya aktivitas terhadap anti diabetes (Marianne *et al.*, 2011).

Berdasarkan data di atas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap senyawa flavonoid dari tanaman kenangan (*A. rigida* Blume) serta dilakukan uji bioaktivitas antidiabetes dan antibakteri terhadap senyawa flavonoid yang diperoleh. Dalam penelitian ini, proses isolasi senyawa flavonoid dilakukan melalui ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol, diikuti dengan fraksinasi menggunakan pelarut *n*-heksana dan aseton. Pemurnian senyawa dilakukan menggunakan Kromatografi Cair Vakum dan Kromatografi Kolom. Kemurnian senyawa diuji KLT menggunakan tiga sistem eluen. Analisis

struktur senyawa menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dan IR. Setelah isolasi senyawa kemudian dilakukan uji bioaktivitas antidiabetes menggunakan metode *in vitro* serta uji bioaktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram untuk menilai potensi senyawa dalam melawan aktivitas bakteri.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Mendapatkan senyawa flavonoid murni dari kulit akar tumbuhan kenangan (*A. rigida* Blume) yang memiliki aktivitas antidiabetes, dan antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *Salmonella* sp. serta mengkarakterisasi struktur senyawa hasil isolasi

## **1.3. Manfaat Penelitian**

Memberikan informasi mengenai jenis senyawa flavonoid yang terkandung dalam kulit akar tumbuhan kenangan (*A. rigida* Blume) yang memiliki bioaktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *Salmonella* sp. serta bioaktivitas antidiabetes melalui penghambatan terhadap enzim  $\alpha$ -amilase.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Moraceae

Moraceae termasuk keluarga tumbuhan berbunga, di dunia dikenal dengan nama Mulberry (*Mulberry family*) atau keluarga Ara (*Fig family*). Moraceae mencakup 38 genus dan lebih dari 1100 spesies. Jenis-jenis dari suku Moraceae tumbuh menyebar di Amerika, dengan 14 genus endemik dari total 19 genus yang ada (Berg *et al.*, 2006). Moraceae memiliki tiga genus utama, *Ficus*, *Artocarpus*, dan *Morus*. Sebagian besar genus *Artocarpus* tumbuh menyebar di kawasan Malasiana, sedangkan setengah dari spesies genus terbesar, yaitu *Ficus*, juga menyebar di kawasan Malesiana. *Morus* merupakan genus dominan yang tumbuh pada kondisi iklim hangat bagian utara (*northern warm temperate*) dan menyebar luas ke pegunungan tropik Asia dan Amerika serta dataran rendah Afrika. Ersam (2004) menyatakan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam keluarga Moraceae memiliki potensi sebagai agen antiinflamasi, antitumor, antibakteri, antijamur, dan antikanker.

### 2.2. *Artocarpus*

Genus *Artocarpus*, yang termasuk dalam keluarga Moraceae, terdiri dari sekitar 50 spesies dan tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, termasuk di Indonesia. Salah satu jenis spesies *Artocarpus* yang sering dijumpai di Indonesia yaitu *A. altillis* (Sumadji dkk., 2022), *A. rigidus* Blume dan *A. heterophyllus* Lamk (Dewi dkk., 2021) yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Jenis jenis tanaman *Artocarpus*

*Artocarpus* banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk setiap bagian tumbuhan, mulai dari pakaian, tempat tinggal, dan makanan. Selain itu, genus *Artocarpus* juga secara tradisional digunakan dalam pengobatan, misalnya untuk mengobati demam, disentri atau malaria (Nurachman, 2002). Senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada tumbuhan ini berupa senyawa terpenoid, flavonoid, stilbenoid, arilbenzofuran, neolignan, dan *adduct* Diels-Alder (Hakim 2011). Dengan senyawa flavonoid yang berhasil diisolasi yaitu calkon, flavanon, flavan-3-ol, flavon sederhana, prenilflavon, oksepinoflavon, piranoflavon, dihidrobenzosanton, furanodihidrobenzosanton, pirano dihidrobenzosanton, kuinonosanton, santonolid, dan dihidrosanton. Keunikan struktur senyawa yang berhasil diisolasi dari *Artocarpus* menghasilkan efek fisiologis yang luas, antara lain sebagai antibakteri (Khan *et al.*, 2003), sitotoksik (Ko *et al.*, 2005), dan antimalaria (Widyawaruyanti *et al.*, 2007).

### **2.3. Tanaman Kenangan (*A. rigida* Blume)**

Kenangan (*A. rigidus* Blume) merupakan spesies tumbuhan genus *Artocarpus* yang tersebar pada daerah tropis dan subtropis. Sahromi (2020) melaporkan bahwa tanaman ini dapat ditemukan di daerah hutan hujan tropis pada ketinggian antara 700-1000 meter. Kayu yang dihasilkan oleh tanaman ini memiliki kualitas yang baik untuk keperluan konstruksi. Selain itu, buah yang matang dan segar dapat dikonsumsi, serta memiliki aroma yang khas. Tanaman ini merupakan tanaman hutan, mempunyai batang yang kokoh, tingginya dapat mencapai 20 m,

berkayu keras, kulit kayunya berserat kasar, dan menghasilkan getah yang banyak, daunnya tidak lebar, menjari dan berbulu kasar (Dendiko, 2013). Buahnya yang masih muda memiliki warna kuning pucat, apabila buah tersebut telah matang menjadi berwarna lembayung. Buah ini dapat dimakan tetapi memiliki rasa yang masam dan kurang enak. Pohon kenangan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Tanaman kenangan (*A. rigida* Blume)

Dalam taksonomi, tanaman ini diklasifikasikan (Tjitrosoepomo, 1994) sebagai berikut :

Superregnum	: Eukaryota
Regnum	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Famili	: Moraceae
Subfamili	: Artocarpeae
Genus	: <i>Artocarpus</i>
Spesies	: <i>Artocarpus rigidus</i> Blume atau <i>Artocarpus rigida</i> Blume

Nama lain dari buah ini adalah peusar atau tempunik. Saat ini tanaman ini semakin sulit ditemukan. Buah ini dikenal dengan berbagai nama oleh masyarakat. Pohon dan buah tersebut juga dikenal dengan nama mandalika. Isolasi senyawa metabolit sekunder terhadap tanaman kenangan (*A. rigida* Blume) telah banyak dilakukan, salah satunya pada bagian kulit akar

dan telah berhasil diisolasi serta dianalisis diperoleh senyawa turunan flavonoid seperti artonin O yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* (Khomsiah, 2016) dan *B. subtilis* (Wulandari, 2016).

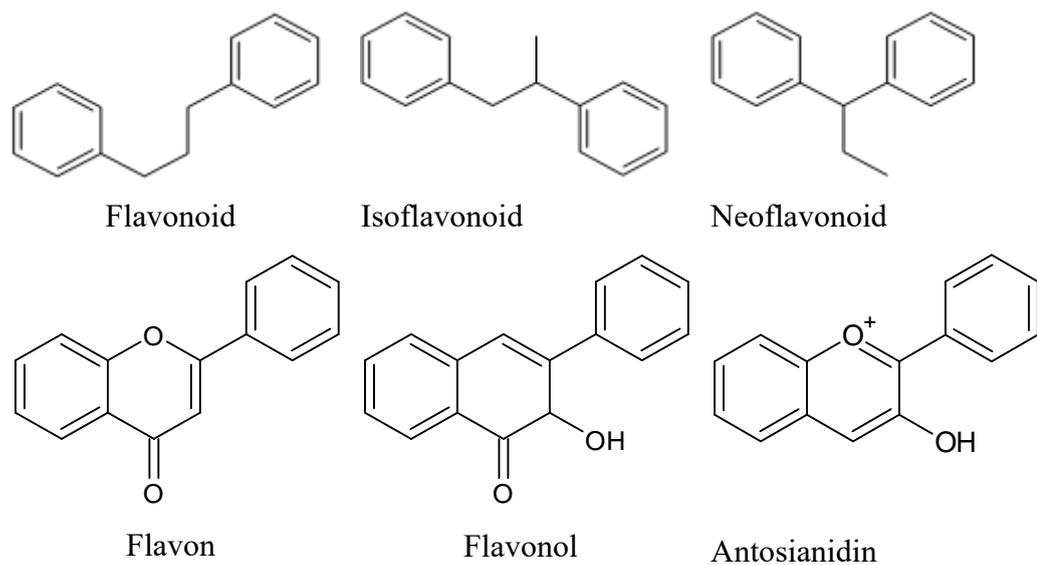
#### **2.4. Senyawa Metabolit Sekunder**

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa organik non-esensial dan berasal dari derivat metabolit primer dengan jumlah serta konsentrasi terbatas di tubuh organisme. Senyawa metabolit sekunder memiliki peran penting dalam membentuk ciri khas suatu tanaman, terutama dalam memengaruhi aroma, warna, dan rasa tanaman tersebut. (Ahmed *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian Saifudin (2014) menyatakan bahwa senyawa metabolit sekunder tergolong ke dalam senyawa obat yang mempunyai potensi dengan toksitas minimal (*hit*). Tria dkk (2018) menyatakan bahwa macam-macam metabolit sekunder yang terkandung pada tanaman memberikan sejumlah manfaat sebagai tanaman obat, seperti sebagai antikanker, antimalaria, antibakteri, obat radang pembengkakan, dan banyak penyakit yang lainnya sesuai dengan senyawa yang terkandung. Terdapat beberapa contoh senyawa metabolit sekunder, di antaranya terpenoid (seperti karotenoid, sterol, dan glikosida jantung), fenolat (seperti lignan, asam fenolat, tanin, kumarin, lignin, stilben dan flavonoid), senyawa yang mengandung nitrogen (seperti asam amino non-protein, glukosida sianogenik dan alkaloid) dan senyawa yang mengandung belerang (seperti GSH, GSL, fitoaleksin, *thionin*, defensin dan lektin) (Mazid *et al.*, 2011).

#### **2.5. Senyawa Flavonoid**

Flavonoid adalah senyawa yang terdiri dari 15 atom karbon. Senyawa ini memiliki distribusi cukup luas dalam tanaman serta memainkan berbagai peran fungsional. Salah satu peran utama flavonoid yaitu sebagai pigmen tanaman yang memberikan warna pada bunga, seperti merah atau biru, dan memberikan pigmen kuning pada kelopak untuk menarik hewan penyerbuk. Flavonoid dapat ditemukan hampir di semua bagian tumbuhan, termasuk buah, akar, daun, dan

kulit luar batang (Worotikan, 2011). Flavonoid memiliki kerangka karbon yang terdiri atas dua gugus benzena yang disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon ( $C_6 - C_3 - C_6$ ). Susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur, yaitu flavonoid (1,3-diaril propana), isoflavonoid (1,2-diaril propana), dan neoflavonoid (1,1-diaril propana) dengan pembagian subkelas pada flavonoid didasarkan pada struktural penyusunnya seperti flavanol, flavanon, dan anthocyanidins dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Struktur kimia dan klasifikasi flavonoid (Wang *et al*, 2018)

Flavonoid memiliki manfaat yang cukup banyak baik bagi tumbuhan itu sendiri, maupun bagi kesehatan. Salah satu manfaat tersebut, antara lain untuk melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, antiinflamasi, mencegah keropos tulang dan sebagai antibiotik (Mirna dan Paendong, 2018). Berdasarkan hasil penelitian Arifin dan Ibrahim (2018) senyawa ini juga memiliki bioaktif terhadap antivirus, antioksidan, kardioprotektif, antidiabetes, antikanker, antipenuaan, antiinflamasi, dan lainnya.

## 2.6. Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses penarikan senyawa kandungan kimia yang dapat larut diekstrak atau ditarik keluar dari suatu bahan, sehingga terpisah dari

komponen yang tidak larut dengan menggunakan pelarut cair sebagai agen pemisah. Proses ini umumnya dapat dilakukan dengan metode maserasi, perkolasi, refluks, *soxhlet*, digesi, infusa, dan dekok (Rosidah dkk., 2015). Pemilihan metode pada ekstraksi berdasarkan pada sumber atau senyawa yang akan diisolasi. Pada penelitian ini metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi. Maserasi adalah metode ekstraksi dengan simplisia nabati direndam dalam pelarut tertentu selama periode waktu tertentu, sambil sesekali diaduk. Prinsip kerja dari maserasi adalah proses melarutnya zat aktif berdasarkan sifat kelarutannya dalam suatu pelarut (*like dissolved like*). Keunggulan dari metode maserasi terletak pada penggunaan peralatan yang relatif sederhana, kemudahan pelaksanaan tanpa memerlukan alat khusus, biaya operasional yang terjangkau, dan kemampuannya mengekstraksi senyawa yang rentan terhadap suhu tinggi karena prosesnya tidak melibatkan pemanasan. Selain itu, proses ekstraksi dengan metode maserasi juga meminimalkan kebutuhan penyaringan karena material tumbuhan yang direndam cenderung melepaskan senyawa dengan efisien (Marjoni, 2016).

## **2.7. Fraksinasi**

Fraksinasi adalah suatu metode pemisahan campuran menjadi beberapa fraksi yang memiliki susunan yang berbeda. Prinsip dari fraksinasi yaitu menarik senyawa dari suatu ekstrak dengan menggunakan pelarut yang tidak saling bercampur satu sama lain. Metode fraksinasi yang umum digunakan adalah metode ekstraksi cair-cair dan kromatografi. Ekstraksi cair-cair dilakukan dengan memasukkan sampel cair ke dalam corong pisah. Selanjutnya, pelarut yang memiliki perbedaan kepolaran dengan pelarut yang ada dalam sampel ditambahkan ke dalam corong pisah. Kemudian dikocok dan didiamkan sejenak hingga terbentuk dua lapisan yang berbeda. Hermawan dkk., (2016) menyatakan bahwa fraksinasi merupakan metode pemisahan komponen campuran pada hasil ekstraksi. Metode ini digunakan untuk memisahkan golongan utama yang satu dan golongan utama yang lain berdasarkan kepolaran, sehingga diperoleh senyawa-senyawa flavonoid.

## 2.8. Diabetes Melitus

Diabetes adalah suatu penyakit kronis yang melibatkan gangguan metabolisme, terjadi ketika pankreas tidak mampu menghasilkan cukup insulin, yang ditandai dengan peningkatan kadar gula dalam darah, yang dikenal sebagai hiperglikemia. Insulin merupakan hormon yang krusial karena memiliki peran sebagai satu-satunya zat yang dapat menurunkan kadar glukosa dalam sirkulasi darah. Terdapat dua kategori diabetes, yaitu diabetes tipe 1 yang terjadi akibat penghancuran autoimun dari sel  $\beta$  penghasil insulin di pulau Langerhans pada pankreas (defisiensi absolut) dan diabetes tipe 2 yang merupakan dampak dari gangguan sekresi insulin dan resistensi terhadap kerja insulin yang sering kali disebabkan oleh obesitas (defisiensi relatif) (Bertalina dan Purnama, 2016). Silalahi (2019) menyebutkan bahwa penyebab paling banyak ditemui adalah pola hidup yang tidak sehat. Seperti mengonsumsi makanan yang banyak mengandung gula/lemak, sedikit mengandung karbohidrat dan serat, serta jarang melakukan aktivitas fisik. Maka dari itu pemanfaatan bahan alam sebagai terapi diabetes melitus merupakan salah satu upaya dalam mengurangi kasus DM dengan harapan pengobatan alami memiliki sifat dan aktivitas lebih baik dengan efek samping yang lebih kecil dibandingkan obat sintetik. Salah satu terapi DM yaitu dengan menunda penyerapan glukosa pada saluran pencernaan. Penghambatan hidrolisis karbohidrat dapat dicapai dengan menghambat enzim pencernaan yakni enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase (Rais *et al*, 2013).

## 2.9. Enzim

Enzim merupakan jenis protein yang disintesis secara khusus oleh sel hidup, berperan sebagai katalisator dalam mempercepat reaksi kimia di dalam tubuh. Enzim memegang peranan penting dalam proses pencernaan makanan dan metabolisme zat-zat makanan di dalam tubuh. Fungsi utama enzim adalah mengurangi energi aktivasi, yaitu jumlah energi yang diperlukan untuk mencapai status transisi (suatu bentuk dengan tingkat energi tertinggi) dalam suatu reaksi kimia. Enzim berperan sangat penting bagi metabolisme tubuh. Enzim dikenal

memiliki dua tipe yaitu enzim ekstraseluler (berfungsi di luar sel) dan enzim intraseluler (berfungsi di dalam sel). Beberapa enzim berperan dalam menguraikan molekul besar menjadi fragmen kecil, sehingga dapat diserap dengan mudah oleh tubuh. Sebaliknya, ada juga enzim yang membantu proses penggabungan dua molekul menjadi satu sehingga menghasilkan molekul baru (Saputra dkk., 2022).

## **2.10. Kromatografi**

Kromatografi adalah metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan distribusi dari komponen-komponen dalam fasa gerak dan fasa diam. Kromatografi dapat dibedakan atas berbagai macam tergantung pada pengelompokannya. Fasa gerak dapat berupa gas atau cairan, sedangkan fasa diam dapat berupa padatan atau cairan. Berdasarkan mekanisme pemisahannya dibedakan menjadi kromatografi adsorpsi, kromatografi partisi, kromatografi pasangan ion, kromatografi penukar ion, kromatografi eksklusi ukuran, dan kromatografi afinitas. Sedangkan berdasarkan pada alat yang digunakan, kromatografi dapat dibagi menjadi kromatografi kertas, kromatografi lapis tipis, kromatografi cair kinerja tinggi, dan kromatografi gas (Gandjar dan Rohman, 2007).

### **2.10.1. Kromatografi Kolom**

Kromatografi kolom merupakan suatu metode pemisahan preparatif, yang digunakan untuk memisahkan suatu sampel yang berupa campuran dengan berat berupa gram. Prinsip dasar dari kromatografi kolom adalah suatu pemisahan yang didasarkan pada prinsip adsorpsi. Pemisahan dapat dilakukan dengan meletakkan sampel-sampel pada ujung atas kolom dan eluen yang digunakan dialirkan secara terus menerus. Eluen/pelarut akan melewati kolom hal ini dikarenakan adanya bantuan tekanan dari gravitasi bumi (Kristanti, 2008). Pemilihan fasa gerak juga merupakan langkah yang penting untuk keberhasilan isolasi senyawa.

Kemampuan pelarut untuk menggerakkan suatu senyawa berhubungan dengan kekuatan kepolaran pelarut. Urutan kekuatan kepolaran beberapa pelarut dapat dilihat seperti yang terlampir pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Urutan kekuatan kepolaran pelarut (Atun, 2014).

Nama Pelarut	Kepolaran	
petroleum eter <i>n</i> -heksana (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	Non polar	
Sikloheksana (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> )	↓	
Karbon tetraklorida (CCl <sub>4</sub> )Benzena (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )		
Toluena (C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> )		
Metil klorida (CH <sub>3</sub> Cl)		
Kloroform (CHCl <sub>3</sub> )		
Etil asetat (CH <sub>3</sub> COOH)Aseton (CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> )		
<i>n</i> -propanol (C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH)		
Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)		
Asetonitril (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N)		
Metanol (CH <sub>3</sub> OH)		
Air (H <sub>2</sub> O)		Polar

Sifat-sifat pelarut juga sangat berpengaruh terhadap penentuan mobilitas komponen-komponen campuran. Senyawa yang memiliki sifat polar akan lebih kuat terserap, sehingga mengakibatkan turun lebih lambat, dan begitu sebaliknya untuk senyawa yang memiliki sifat kurang polar ataupun non polar (Sastrohamidjojo, 1991).

### **2.10.2. Kromatografi Cair Vakum (KCV)**

Teknik Kromatografi Cair Vakum yaitu teknik kolom kromatografi yang dikemas kering dalam keadaan vakum agar diperoleh kerapatan kemasan maksimum. Vakum dihentikan, pelarut yang kepolarannya rendah dituangkan kepermukaan penjerap lalu divakumkan lagi. Kolom dihisap hingga kering dan kemudian siap digunakan dalam kondisi vakum yang berkelanjutan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan kemasan dengan kerapatan maksimum atau menggunakan tekanan rendah untuk meningkatkan laju alir fasa gerak. Pada umumnya, KCV dilakukan dengan memasukkan pelarut yang memiliki kepolaran paling rendah. Kemudian kepolarannya ditingkatkan secara perlahan-lahan pada setiap pengumpulan fraksi menggunakan tekanan rendah untuk meningkatkan laju aliran fase gerak (Hostettman dkk., 1995).

### **2.10.3. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)**

Kromatografi Lapis Tipis (KLT) merupakan suatu pemisahan senyawa yang melibatkan fase diam dan fase gerak. Fase diam adalah suatu plat silika gel dan fase gerak adalah pelarut yang memiliki kepolaran yang sesuai dengan kepolaran senyawa yang akan diuji. Pada umumnya semakin polar senyawa fase gerak, semakin besar partisi ke dalam fase diam silika gel, maka semakin cepat terelusi. Komponen kimia bergerak naik mengikuti fase gerak karena daya serap adsorben terhadap komponen-komponen kimia tidak sama sehingga komponen kimia dapat bergerak dengan jarak yang berbeda berdasarkan tingkat kepolarannya. Pemisahan dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dilakukan beberapa kali menggunakan beberapa eluen dengan tingkat kepolaran yang berbeda untuk mendapatkan pelarut yang mampu memberikan pemisahan yang baik serta noda zat warna yang bagus. Bercak pada plat KLT dimonitor di bawah lampu UV 254 nm dan UV 365 nm (Alen dkk., 2014).

## 2.11. Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan suatu metode untuk analisis struktur kimia secara kualitatif dan kuantitatif. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer merupakan penghasil spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer merupakan alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Gusnedi, 2013).

### 2.11.1. Spektrofotometri UV-*Vis*

Spektrofotometri UV-*Vis* merupakan spektrofotometer yang dapat mengukur interaksi antara radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Spektrofotometer UV-*Vis* dapat digunakan untuk memperoleh informasi kualitatif dan analisis kuantitatif. Secara kuantitatif, radiasi yang dipancarkan oleh larutan sampel dan intensitas radiasi yang dipancarkan diukur (Gandjar dan Rohman, 2007). Spektrum absorpsi daerah UV-*Vis* berada pada panjang gelombang 180-380 nm untuk daerah UV dan 380-780 nm untuk daerah *visible* atau sinar tampak. Menurut (Sastrohamidjojo, 2002) rentang daerah serapan sinar UV-*Vis* untuk senyawa flavonoid berada pada 310- 560 nm yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Serapan sinar UV-*Vis* pada flavonoid (Sastrohamidjojo, 2002).

Serapan Pita I (nm)	Serapan Pita II (nm)	Jenis Flavonoid
310-350	250-280	Flavon
330-360	250-280	Flavonol (3-OH tersubstitusi)
350-385	250-280	Flavonol (3-OH bebas)
310-330	245-275	Isoflavon
300-390	275-295	Flavonon dan dihidroflavon
340-390	230-270	Chalkon
465-560	270-280	Antosianidin dan Antosianin

Spektrofotometer ini terdiri dari dua buah sumber cahaya yang berbeda yakni *single beam* dan *double beam* (Warono dan Syamsudin, 2013).

### 2.11.2. Spektrofotometri IR

Spektrofotometri infra merah (*IR*) merupakan suatu analisis yang mempunyai resapan elektromagnetik. Spektrum *IR* memberikan gambaran mengenai berbagai gugus fungsional dari suatu molekul. Spektrum *IR* menggambarkan antara persen absorpsi atau persen transmitansi lawan frekuensi (Sastrohamidjojo, 2001). Spektroskopi inframerah dapat digunakan untuk analisis kualitatif karena setiap senyawa organik memiliki spektrum dengan puncak struktural yang khas. Analisa menggunakan spektrofotometer FTIR dilakukan pada rentang frekuensi 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ , dengan prinsip kerja yaitu energi *infrared* akan melewati sampel. Selanjutnya beberapa *infrared* akan diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* masuk ke detektor dan sinyal yang terukur dikirim ke komputer. Pada flavonoid, spektrum inframerah memberikan serapan pada bilangan gelombang 3750-3000  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari vibrasi regangan O-H, yang didukung dengan serapan pada bilangan gelombang 1050-1250  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari C-O alkohol, serapan pada bilangan gelombang 3010- 3040  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari C-H aromatik, serta serapan untuk C=C aromatik yang akan muncul

pada bilangan gelombang  $1625\text{ cm}^{-1}$ . Serapan gugus C-O yang ada akan muncul dengan bentuk pita tajam pada bilangan gelombang  $1650\text{-}1750\text{ cm}^{-1}$  (Litani *et al.*, 1997) yang terlampir pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Bilangan gelombang IR dari gugus fungsi (Litani *et al.*, 1997).

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Vibrasi Ikatan
3750-3000	Regangan O-H dan N-H
3000-2700	Regangan -CH, -CH <sub>2</sub> , C-H dan C-H Aldehid
1900-1650	Regangan C=O (asam, aldehid, keton, amida, ester dan anhidrida)
1675-1500	Regangan C=C (aromatik dan alifatik) dan C=N
1475-1300	C-H <i>bending</i>
1000-6500	C=C-H dan Ar-H <i>bending</i>

## 2.12. Antidiabetes

Diabetes merupakan penyakit kronis dengan gangguan metabolisme yang terjadi ketika pankreas tidak menghasilkan cukup insulin ditandai dengan terjadinya hiperglikemia. Insulin merupakan satu-satunya hormon yang dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah. Pengujian aktivitas antidiabetes diuji dengan tiga cara yaitu secara *in vitro*, *in vivo*, dan *in silico* (Bertalina dan Purnama, 2016).

Pengukuran metode *in vitro* dapat menggunakan enzim pencernaan karbohidrat seperti  $\alpha$ -amilase dan atau  $\alpha$ -glukosidase sedangkan *in vivo* dapat menggunakan makhluk hidup seperti mencit ataupun manusia (Hardoko *et al.*, 2015). Sedangkan pada metode *in silico* dilakukan dengan metode *docking molecular* berdasarkan simulasi interaksi antara ligan dan protein yang bertujuan untuk dapat mengikat target senyawa obat (Meng *et al.*, 2011).

### 2.12.1. Akarbosa

Akarbosa merupakan obat penghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase dan  $\alpha$ -amilase yang merupakan enzim penting yang berperan pada hidrolisis karbohidrat menjadi glukosa. Penghambatan pada enzim ini akan memberikan dampak pada penundaan penyerapan glukosa yang digunakan secara oral yang dapat digunakan pada terapi diabetes tipe 2 dengan akarbosa menjadi kontrol pisitif. Akarbosa adalah oligosakarida kompleks yang yang diketahui mengurangi dan memperlambat penyerapan glukosa di usus yang selanjutnya mengurangi kadar glukosa darah postprandial (Oboh *et al.*, 2016).

### 2.12.2. Inhibisi Enzim $\alpha$ -amilase

Enzim  $\alpha$ -amilase adalah enzim yang memiliki fungsi dengan menghidrolisis ikatan glikosidik dalam pati menjadi glukosa, maltosa, maltotritosa dan dekstrin didalam pencernaan. Enzim  $\alpha$ -amilase yang terdapat didalan pankreas dan kelenjar ludah ini sebagai katalisator untuk hidrolisis  $\alpha$ -1,4-glikosidik amilosa menjadi glukosa (Ariandi, 2017). Enzim  $\alpha$ -amilase memiliki peran dalam memecah karbohidrat menjadi glukosa. Karbohidrat merupakan molekul besar yang sulit untuk melewati sel sawar otak sehingga dibutuhkan enzim  $\alpha$ -amilase untuk menghidrolisis karbohidrat menjadi glukosa untuk melewati sel sawar otak. Ketika ada hidrolisis karbohidrat menjadi gula, maka kadar gula dalam darah akan meningkat dan insulin akan berperah untuk memetabolisme kelebihan gula dan menyimpannya sebagai energi. Tapi apabila aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase berlebih dan ada defisiensi insulin atau resistensi terhadap insulin, kadar glukosa dalam darah tidak bisa diubah menjadi energi dan dapat menyebabkan hiperglikemia, sehingga untuk menghindari terjadinya hiperglikemia diperlukan penghambatan enzim  $\alpha$ -amilase (Agarwal *and* Gupta, 2016).

### 2.13. Antibakteri

Antibakteri merupakan zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme mikroba yang merugikan. Salah satu antibakteri yang banyak digunakan adalah antibiotik. Antibiotik adalah senyawa kimia khas yang dihasilkan atau diturunkan oleh organisme hidup termasuk struktur analognya yang dibuat secara sintetik, yang dalam kadar rendah mampu menghambat proses penting dalam kehidupan satu spesies atau lebih mikroorganisme. Antibiotik merupakan obat yang paling banyak digunakan pada infeksi yang disebabkan oleh bakteri (Siswandono dan Soekardjo, 2003).

Berdasarkan mekanisme kerja

1. *Bactericidal*, bila menyebabkan sel mikroorganisme tersebut mati oleh karena efek obat yang merubah, menghambat atau merusak sel mikroorganisme.
2. *Bacteriostatic*, bila menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme terhenti karena ada hambatan terhadap metabolisme mikroorganisme (Gondo, 2007).

#### 2.13.1. Bakteri

Bakteri adalah salah satu golongan organisme prokariotik (tidak memiliki selubung inti). Bakteri sebagai makhluk hidup tentu memiliki informasi genetik berupa DNA, tetapi tidak terlokalisasi dalam nukleus saja dan tidak memiliki membran inti. Bentuk DNA bakteri adalah sirkuler, panjang dan biasa disebut nukleoid. Pada DNA bakteri tidak mempunyai intron dan hanya tersusun atas akson saja. Bakteri juga memiliki DNA ekstrakromosomal yang tergabung menjadi plasmid yang berbentuk kecil dan sirkuler (Jawetz, 2004). Bakteri memiliki sifat yakni patogen yang dapat menyebabkan penyakit infeksi seperti *typhoid*, diare, keracunan makanan dan lain sebagainya. Menurut Ginting dkk (2013) penyakit-penyakit ini lebih mungkin menyerang individu yang mengalami penurunan daya tahan tubuh, baik akibat faktor intrinsik dari dalam tubuh (seperti

usia atau kondisi kesehatan) maupun faktor ekstrinsik dari luar tubuh (seperti lingkungan dan gaya hidup). Bakteri dapat dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Sebagai contoh, *S. aureus* merupakan contoh bakteri gram positif yang dapat menyebabkan infeksi pada berbagai bagian tubuh, sementara *Salmonella* sp. merupakan contoh bakteri Gram negatif yang sering terkait dengan infeksi saluran pencernaan.

**a. *Staphylococcus aureus***

Bakteri *S. aureus* pada Gambar 4 merupakan bakteri Gram positif berdiameter 0,7-1,2  $\mu\text{m}$  yang dapat menghasilkan pigmen kuning, bersifat aerob fakultatif dan koloni cenderung berbentuk menyerupai buah anggur, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak.

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* (Syahrurahman dkk., 2010) adalah sebagai berikut :

- Domain : Bacteria
- Kingdom : Eubacteria
- Ordo : Eubacteriales
- Famili : Micrococcaceae
- Genus : *Staphylococcus*
- Spesies : *Staphylococcus aureus*



**Gambar 4.** Bakteri *S. aureus* (Syahrurahman dkk., 2010)

Penyakit yang sering disebabkan oleh *S. aureus* adalah keracunan makanan, infeksi kulit ringan hingga infeksi berat yang dapat mengancam jiwa. Menurut Usman (1993) menyebutkan bahwa bakteri *S. aureus*, dalam kisaran sekitar 20-75% dapat ditemukan pada berbagai area tubuh, termasuk saluran pernapasan atas, wajah, tangan, rambut, dan vagina. Keberadaan bakteri ini dapat menyebabkan penyakit dengan tanda-tanda seperti peradangan, nekrosis (kematian sel), yang sering terlihat dalam bentuk jerawat, infeksi folikel rambut, dan pembentukan abses. Infeksi *S. aureus* dapat bervariasi dalam tingkat keparahan dan lokasi, tetapi seringkali menunjukkan gejala yang terkait dengan peradangan dan infeksi jaringan. Hal ini menekankan pentingnya kebersihan dan perawatan tubuh untuk mencegah infeksi bakteri ini.

Organ tubuh yang sering menjadi target infeksi dari bakteri *S. aureus* adalah kulit yang mengalami luka dan dapat menyebar ke orang lain yang juga mengalami luka. Penyakit infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus* umumnya hanya dapat diatasi dengan menggunakan antibiotik sebagai metode pengobatan. Namun tidak semua jenis infeksi *S. aureus* dapat diatasi dengan antibiotik, karena beberapa strain bakteri tersebut telah mengembangkan resistensi terhadap beberapa jenis antibiotik. Oleh karena itu, diperlukan diagnosis yang akurat serta penanganan yang tepat pada penggunaan antibiotik agar tidak menyebabkan terjadinya peningkatan resistensi (Ibrahim *et al.*, 2011). Hal ini dapat menimbulkan beberapa konsekuensi yang buruk, seperti meningkatkan jumlah orang yang terinfeksi sehingga menyebabkan kegagalan terapi antibiotik semakin meningkat.

#### **b. *Salmonella* sp.**

*Salmonella* sp pada Gambar 5 merupakan salah satu bakteri batang Gram negatif yang habitat aslinya berada di dalam usus manusia maupun binatang. Bakteri ini dikelompokkan ke dalam *family Enterobacteriaceae* yang hanya terdiri dari satu sel (monoseluler), tidak berspora, memiliki kapsul, serta bergerak dengan flagel. Bakteri ini juga bersifat fakultatif, sering disebut sebagai *facultative intra-cellular parasites*. Dinding selnya terdiri atas murein, lipoprotein, fosfolipid, protein, dan

lipopolisakarida (LPS) yang tersusun sebagai lapisan-lapisan. Klasifikasi dari *salmonella* sp. dapat dibagi berdasarkan spesies, *subspecies* dan *serotipe*.

Klasifikasi dari bakteri *Salmonella* sp sebagai berikut :

Superkingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: Salmonella
Spesies	: Salmonella
Subspesies	: <i>Salmonella typhi</i> (Jawetz 2016).



**Gambar 5.** Bakteri *Salmonella* sp (Jawetz 2016)

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 – Oktober 2023, bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Analisis spektroskopi yang digunakan adalah spektroskopi ultra ungu-tampak (*UV-Vis*) dilakukan di Laboratorium Anorganik Universitas Lampung. Analisis spektroskopi inframerah (*IR*) dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Institut Teknologi Bandung. Uji bioaktivitas antidiabetes dan antibakteri dilakukan di Laboratorium Biokimia Universitas Lampung.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, penguap putar vakum, satu set alat kromatografi cair vakum (KCV), satu set alat Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Kolom (KK), kertas saring, lampu UV, pipet kapiler, spektrofotometer *IR* Prestige 21 Shimadzu Japan, dan spektrofotometer ultra ungu-tampak (*UV-Vis*) carry 100 *UV-Vis* Agilent Australia.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu kulit akar tanaman kenangan (*A. rigida*) yang diperoleh dari Desa Keputran Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung, etil asetat (EtOAc), metanol (MeOH), *n*-heksana (*n*-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>), aseton (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), akuades (H<sub>2</sub>O), pati, iodin, HCl 1 M, dimetil sulfoksida (DMSO), enzim  $\alpha$ -amilase. 1% serum sulfat Ce(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, kloroform (CHCl<sub>3</sub>), diklorometana

(CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), silika gel Merck G 60 untuk impregnasi, silikagel Merck 60 yang digunakan pada KCV dan KK, untuk KLT digunakan silika gel merk kiesegal 60 F254 0,25 mm, media NA, bakteri *S. aureus*, *salmonella* sp., *chloraphenicol*, *ciprofloxacin*, dan *acarbose*.

### **3.3. Prosedur Penelitian**

#### **3.3.1. Pengumpulan dan persiapan sampel**

Sampel berupa kulit akar tanaman kenangan (*A. rigida* Blume) yang didapatkan dari Desa Keputran, Kecamatan, Sukoharjo, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Kulit akar kenangan segar kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Setelah benar-benar kering, kulit tanaman kenangan digiling hingga menghasilkan serbuk halus.

#### **3.3.2. Ekstrasi Dengan Metode Maserasi**

Sebanyak 1,45 kg sampel serbuk kulit akar tanaman kenangan (*A.rigida* Blume) dimaserasi dengan dilarutkan kedalam metanol selama 24 jam dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Ekstrak yang diperoleh kemudian disaring, lalu dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40 °C dengan kecepatan 120 rpm hingga diperoleh ekstrak dan kemudian didapatkan berat ekstrak yang terbentuk sebagai ekstrak kasar.

#### **3.3.3. Fraksinasi Ekstrak**

Setelah mendapatkan ekstrak kental atau ekstrak kering maka dilakukan pemisahan kasar dari ekstrak berdasarkan tingkat polaritasnya yakni mulai dari non-polar, semi polar dan polar. Fraksinasi ekstrak kental dilakukan dengan cara partisi atau pelarutan solven organik. Ekstrak kental dilarutkan kembali dengan metanol kemudian dilakukan partisi dengan *n*-heksana. Partisi atau ekstraksi cair cair dilakukan pada corong pisah dengan menambahkan pelarut pada larutan

ekstrak. Campuran kemudian dikocok, sesekali katup udara corong dibuka, ditutup kembali lalu diamati hingga terlihat pemisahan secara sempurna. Pada prosedur ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Fraksi yang dihasilkan kemudian dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator*.

### 3.3.4. Kromatografi

#### a. Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Ekstrak pekat (kasar) hasil partisi pada fraksi aseton yang telah diuapkan dengan *rotary evaporator* ditimbang beratnya, kemudian difraksinasi dengan KCV. Pada penelitian ini metode KCV menggunakan silika gel G 60 sebagai fase diam dan pelarut etil asetat:*n*-heksana sebagai eluen. Corong Buchner kaca masir yang berada di atas kolom KCV diisi dengan fase diam silika gel G 60 sebanyak 10 kali berat sampel yang dikemas dalam keadaan kering lalu di bagian atas ditutup dengan kertas saring kemudian divakum dengan alat vakum. Kolom dielus dengan campuran pelarut yang cocok, mulai dengan pelarut yang kepolarannya rendah lalu kepolaran ditingkatkan perlahan-lahan. Kolom dihisap sampai kering pada setiap pengumpulan fraksi, sehingga kromatografi vakum cair disebut juga kolom fraksinasi (Atun, 2014). Karena memiliki kepolaran rendah, eluen *n*-heksana dituangkan ke permukaan silika gel terlebih dahulu lalu kolom dihisap dengan alat vakum hingga kering agar memperoleh kerapatan maksimum dan kolom siap untuk digunakan.

Sebelum dilakukan proses KCV, sampel diimpregnasi terlebih dahulu menggunakan silika gel yang ukuran partikelnya lebih besar ( $\pm 2$  kali berat sampel), hal ini agar mempermudah proses KCV. Ekstrak kasar pekat kering dilarutkan dalam aseton dan diimpregnasikan dengan silika gel kasar, digerus hingga homogen dan kering, kemudian dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi fasa diam secara merata dan diletakkan kertas saring pada bagian atas lalu dihisap secara perlahan-lahan dengan cara divakum. Impregnasi bertujuan agar untuk memperluas permukaan silika gel sebagai fase diam sehingga sampel dapat

dielusi secara merata. Setelah itu, kolom dielusi dengan perbandingan etil asetat : *n*-heksana (0% : 100%) hingga etil asetat : *n*-heksana (100% : 0%). Kolom dihisap hingga kering pada setiap penambahan eluen (tiap kali elusi dilakukan). Kemudian fraksi-fraksi dikumpulkan berdasarkan pola nilai *R<sub>f</sub>* yang sama menggunakan KLT. Dengan dilakukan pengulangan serta perlakuan yang sama seperti tahapan KCV awal.

### **b. Kromatografi Lapis Tipis**

Setiap ekstrak yang telah difraksinasi dilakukan pengamatan pola senyawa berdasarkan nilai *R<sub>f</sub>*-nya. Dengan teknik penotolan sampel pada plat KLT yang kemudian dielusi dengan menggunakan pelarut *n*-heksana, diklorometana, benzena, kloroform, dan metanol. Uji KLT dilakukan dengan menggunakan sistem campuran eluen menggunakan pelarut yang sesuai, yaitu dapat berupa kombinasi antara *n*-heksana : etil asetat : dan metanol, sebagai fase gerak dan silika gel Merck kiesegal 60 F254 0,25 mm sebagai fase diam dengan persentase yang sesuai. Setelah dielusi pada KLT, bercak/noda diamati pada sinar UV dengan panjang gelombang 254 dan 365 nm.

Selanjutnya hasil kromatogram disemprot menggunakan larutan serium sulfat untuk menampakkan noda hasil KLT. Setiap fraksi yang menghasilkan pola pemisahan dengan *R<sub>f</sub>* yang sama pada kromatogram, digabung dan dipekatkan kemudian difraksinasi lebih lanjut hingga diperoleh senyawa murni yang ditunjukkan dengan noda/*spot* tunggal pada plat silika. Nilai *R<sub>f</sub>* yang diperoleh dapat dicari menggunakan persamaan rumus 1.

$$R_f = \frac{\text{jarak yang ditempuh oleh zat terlarut}}{\text{jarak yang ditempuh oleh fase gerak}} \dots\dots(1)$$

### **c. Kromatografi Kolom (KK)**

Hasil dari fraksi-fraksi gabungan dengan jumlah yang lebih sedikit tersebut selanjutnya dilakukan fraksinasi menggunakan teknik kromatografi kolom. Teknik ini menggunakan fase diam berupa adsorben silika gel Merck (35-70

Mesh) yang dilarutkan dalam pelarut yang akan digunakan dalam proses pengelusian hingga berbentuk bubur (*slurry*). Bubur tersebut dimasukkan ke dalam kolom hingga kerapatannya maksimum (tidak terdapat rongga) dan rata. Kemudian sampel yang telah diimpregnasi pada silika gel dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi adsorben (fase diam) pada bagian atas. Pada saat hasil impregnasi dimasukkan, usahakan agar kolom tidak kering/kehabisan pelarut karena dapat mempengaruhi kerapatan fase diam yang telah dikemas rapat sehingga proses elusi dapat terganggu.

### **3.3.5. Analisis Kemurnian**

Uji kemurnian dilakukan dengan metode KLT. Uji kemurnian secara KLT dilakukan di mana isolat murni harus menunjukkan noda tunggal pada tiga sistem eluen yang berbeda, menggunakan beberapa campuran eluen seperti *n*-heksana, kloroform, etil asetat, dan metanol (Hakim, 2011). Selanjutnya kromatogram dilakukan pengamatan noda di bawah lampu UV dengan panjang gelombang 254 nm dan 365 nm, kemudian disemprot menggunakan larutan serum sulfat untuk menampakkan bercak/noda dari komponen senyawa tersebut.

### **3.3.6. Analisis Struktur**

Isolat murni yang telah diperoleh dalam bentuk kristal kemudian dianalisis strukturnya dengan beberapa alat spektrofotometer yaitu UV-*Vis* dan spektrofotometer inframerah.

#### **a. Spektrofotometri UV-*Vis***

Sampel yang berupa kristal murni sebanyak 0,1 mg dilarutkan dalam 10 mL metanol. Larutan ini digunakan sebagai persediaan pada beberapa kali pengukuran dengan cara pengenceran larutan secara bertahap. Pertama, sampel diukur serapan maksimumnya dalam metanol. Selanjutnya larutan persediaan dibagi menjadi beberapa bagian. Kemudian pada masing-masing larutan persediaan tersebut

ditambahkan pereaksi-pereaksi geser seperti  $\text{AlCl}_3$  5 % (0,25 gram  $\text{AlCl}_3$  dalam 5 mL metanol), HCl 5% (5 mL HCl dalam 10 mL akuades), natrium hidroksida (NaOH) 2 M (0,8 gr NaOH dalam 10 mL akuades), dan padatan natrium asetat (NaOAc). Pada pengukuran spektrofotometer UV-Vis digunakan beberapa pereaksi geser NaOH,  $\text{AlCl}_3$ , dan NaOAc untuk menentukan kedudukan gugus hidroksi fenol pada senyawa flavonoid dengan cara mengamati pergeseran puncak yang terjadi, lalu masing-masing larutan tersebut diukur serapan maksimumnya (Markham, 1988).

#### **b. Spektrofotometri Inframerah (IR)**

Preparasi sampel pada pengukuran menggunakan spektrofotometer IR dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya menggunakan metode KBr disk. Pada metode ini, sampel kristal hasil isolasi sebanyak 0,1-2% dari bobot garam halida anorganik digerus bersama dengan bubuk KBr anhidrat. Proses penggilingan sampel dengan KBr ini menghasilkan campuran yang kemudian dibentuk menjadi lempeng tipis atau pelet menggunakan alat penekan berkekuatan 8-10 ton  $\text{cm}^2$  (Setiabudi dkk, 2012). Selanjutnya, pelet yang terbentuk diukur puncak serapannya pada spektrofotometer IR. Metode ini memungkinkan analisis spektrum inframerah dari sampel untuk mendapatkan informasi terkait struktur dan komposisinya

#### **3.3.7. Uji Inhibisi Enzim $\alpha$ -amilase**

Larutan pati dibuat dengan menimbang 0,15 gram pati yang dilarutkan ke dalam 15 ml akuades kedalam Erlenmeyer. Lalu dipanaskan di atas *hotplate* dengan suhu  $100^\circ\text{C}$ . Selanjutnya menimbang 0,0015 gram sampel fraksi metanol, aseton dan n-heksana yang dilarutkan ke dalam 1,5 mL larutan DMSO untuk memperoleh konsentrasi 1000 ppm, kemudian diambil 0,25 mL sampel dan ditambahkan 0,25 mL enzim  $\alpha$ -amilase dan didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan 0,25 mL larutan pati (substrat) dan diinkubasi selama selama 30 menit pada suhu  $37^\circ\text{C}$  tiap 10 menit diaduk, reaksi dihentikan dengan penambahan HCl 1 M.

Kemudian ditambahkan 0,25 mL larutan iodin, dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm, kemudian dihitung persen inhibisinya (%) (Mwakalukwa *et al.*, 2019). sebagai berikut :

$$\% \text{ Inhibisi} = \left\{ 1 - \frac{(A2 - A1)}{(A4 - A3)} \right\} \times 100\% \dots\dots(2)$$

Keterangan :

A1 : absorbansi sampel + pati + enzim

A2 : absorbansi sampel + pati

A3 : absorbansi pati + enzim

A4 : absorbansi pati

### 3.3.8. Uji Antibakteri

Pada pengujian aktivitas antibakteri, digunakan metode difusi kertas cakram. Pengujian antibakteri dilakukan dengan menggunakan media Nutrient Agar (NA). Sebanyak 4,2 gram NA dilarutkan ke dalam 150 mL akuades, kemudian dipanaskan selama 15 menit hingga homogen. Selanjutnya, media agar dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 mL/tabung reaksi. Media sebanyak 5 mL/tabung reaksi dan 1 mL.akuades/tabung reaksi juga disiapkan. Semua peralatan dan bahan disterilkan menggunakan *autoclave* selama 15 menit. Sampel kristal senyawa hasil isolasi seberat 1,5 mg dilarutkan dalam 150  $\mu$ L metanol pa, selanjutnya dibuat variasi tiga konsentrasi yaitu ; 0,5; 0,4; dan 0,3 mg/cakram. Berdasarkan perhitungan sesuai konsentrasi yang diinginkan, diambil masing-masing 50, 40, dan 30  $\mu$ L dari larutan tersebut untuk ditotolkan pada kertas cakram. Pada uji antibakteri terhadap *S. aureus* digunakan kontrol positif berupa *chloramphenicol*, sedangkan uji antibakteri terhadap *Salmonella* sp digunakan kontrol positif berupa *ciprofloxacin*. Kontrol positif dibuat tiga variasi konsentrasi: 0,5, 0,4, dan 0,3 mg/cakram. Padatan untuk kontrol positif sebanyak 1,5 mg dilarutkan dalam 150  $\mu$ L metanol Pa, kemudian larutan ditotolkan ke dalam kertas cakram dengan konsentrasi yang sesuai (Tokasaya, 2010).

Alat dan bahan yang telah disterilisasi dimasukkan ke dalam *laminar air flow* (LAF). Media agar 15 mL/tabung reaksi dituangkan ke dalam cawan petri. Setelah media membeku, dimasukkan media agar 5 mL yang sudah ditambahkan dengan akuades berisi bakteri 1 *ose*. Kemudian kertas cakram yang berisi sampel, kontrol positif, dan kontrol negatif dimasukkan ke dalam media berisi bakteri yang telah dibuat. Saat memasukkan kontrol negatif ke dalam cakram dipisahkan dari kontrol positif maupun sampel agar tidak terjadi kontaminasi. Lalu, cawan petri dilapisi dengan *plastic wrap* dan kertas kemudian dimasukkan ke dalam inkubator selama 24 jam. Setelah 24 jam, zona hambat yang terbentuk diamati dan diukur diameternya.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Telah berhasil diisolasi senyawa flavonoid dari kulit akar tanaman kenangan (*A. rigida* Blume) yaitu sikloartobilosanton, D4<sub>2b</sub> 9,9 mg dalam bentuk kristal berwarna kuning dan G4 15 mg berwarna coklat serta diidentifikasi menggunakan spektroskopi UV-Vis dan IR
2. Senyawa hasil isolasi menunjukkan potensi dalam menghambat enzim  $\alpha$ -amilase melalui aktivitas antidiabetes pada konsentrasi 1000 ppm dengan nilai % inhibisi sebesar 33,14%, lebih rendah dibandingkan akarbosa dengan nilai % inhibisi sebesar 86,76% sebagai kontrol positif pada konsentrasi yang sama.
3. Senyawa D4<sub>2b</sub> menunjukkan adanya bioaktivitas antibakteri kategori kuat pada konsentrasi tertinggi (0,5 mg/disc) dengan zona hambat 16 mm terhadap bakteri *Salmonella* sp., senyawa G4 kategori kuat pada konsentrasi tertinggi (0,5 mg/disc) dengan zona hamba 12 mm. terhadap bakteri *S. aureus*

### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penelitian lebih lanjut terhadap sampel dan fraksi lain dari kulit akar tanaman kenangan (*A. rigida* Blume) untuk mengetahui informasi lebih lanjut mengenai senyawa lain yang terkandung.
2. Meningkatkan konsentrasi pada uji bioaktivitas antidiabetes agar diperoleh hasil penghambatan yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, P., and Gupta, R. 2016. Alpha-amylase inhibition can treat diabetes mellitus. *J. Med. l Health Sci.* **5**(4):1–8.
- Ahmad, S.A.1986. *Kimia Organik Bahan Alam*. Karunika Universitas Terbuka. Jakarta.
- Ahmed, E., Arshad, M., Zakriyya Khan, M., Shoaib Amjad, M., Mehreen Sadaf, H., Riaz, I., Sidra Sabir, P., Ahmad, N., Sabaoon, P., Correspondence Ejaz Ahmed, P., and Sabir, S. 2017. Secondary metabolites and their multidimensional prospective in plant life. *J. Pharmacogn. Phytochem.* **6**(2):205–214.
- Alen Y., Fitria L. A., dan Yori Y. 2014. Analisis kromatografi lapis tipis (KLT) dan aktivitas antihiperurisemia ekstrak rebung *Schizostachyum brachycladum* Kurz (Kurz) pada mencit putih jantan. *J. Sains Farm Klin.s.* **3**(2):14-15.
- Ariandi, A. 2017. Pengenalan enzim amilase (*alpha-amylase*) dan reaksi enzimatisnya menghidrolisis amilosa pati menjadi glukosa. *J. Dinamika.* **7**(1):74–81.
- Arifin, B., dan Ibrahim, S. 2018. Struktur, bioaktivitas dan antioksidan flavonoid. *J. Z.* **6**(1):21–29.
- Atun, S. 2014. Metode isolasi dan identifikasi struktural senyawa organik bahan alam. *J. Borobudur.* **8**(2):53–61.
- Balouiri, M., Sadiki, M., and Ibsouda, S. K. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity. *J. Pharm Anal.* **6**(2):71-79.
- Berg, C. C., Corner, E. J. H., and Jarrett, F. M. 2006. Moraceae (genera other than Ficus) Flora Malesiana. Noordhoff-Kolff N.V. **1**:17.
- Bertalina, B., dan Purnama, P. 2016. Hubungan lama sakit, pengetahuan, motivasi pasien dan dukungan keluarga dengan kepatuhan diet pasiendiabetes mellitus. *J. Kes.* **7**(2): 329-340.
- Choma, I. M., Edyta, and M Grzelak. 2011. Bioautography detection in thin layer chromatography. *J. Chromatogr.* **1218**(19): 2684-2691.

- Dachriyanus, D. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. LPTIK Universitas Andalas. Padang.
- Davis, W. W., and Stout, T. R. 1971. Disc plate method of microbiological antibiotic assay: I. Factors influencing variability and error. *J. Applied*. **22**(4), 659-665.
- Dendiko, M. 2013. Isolasi Dan Modifikasi Senyawa Artonin-E Dari *Artocarpus rigida* Menggunakan AlCl<sub>3</sub>. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Dewi, R. S., Hardiansyah, H., dan Mahrudin, M. 2021. Keanekaragaman jenis *Artocarpus* di Bantaran Sungai Desa Beringin Kencana Kecamatan Tabunganen Kalimantan Selatan. *Wahana-Bio: JBP*. **13**(2):124-136.
- Ersam, T. 2004. Keunggulan biodiversitas hutan tropika indonesia dalam merekayasa model molekul alami. *In Prosiding Seminar Nasional Kimia VI*. ITS. Surabaya. 4-12.
- Erwin. 2010. Profil Kimia *Artocarpus*. *J. Kim. Mul.* **8**(1): 54–62.
- Gandjar, I. G., dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Ginting W. N. P., Devi N. S., dan Indra C. 2013. *Hygiene Sanitasi Dan Analisa Pencemaran Salmonella Sp. Pada Daging Sapi Olahan (Daging Burger) Sebelum dan Sesudah Digoreng Yang Di Jual Di Kelurahan Helvetia Timur Kecamatan Medan Helvetia Kota Medan*. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Gondo, H. K. 2007. Penggunaan antibiotika pada kehamilan. *Wijaya Kusuma*. **1**(1):57–62.
- Gusnedi, R. 2013. Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pillar Phys*. **2**:76–83.
- Hakim, A. 2011. Keanekaragaman metabolit sekunder genus *Artocarpus* (Moraceae). *Nusantara Bioscience*. **2**:146–156.
- Hamdanah, S., Anam, S., dan Jamaluddin, J. 2015. Isolasi dan identifikasi senyawa flavonoid dari ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan metode spektrofotometri uv-vis. *JFG*. **1**(1), 22-34.
- Hardoko, H., Febriani, A., and Siratantri, T. 2015. Invitro antidiabetic activities of agar, agarosa, and agaropectin from *Gracilaria gigas* seaweed. *JPHPI*. **18**(2): 128-139.

- Hariana, A., 2007. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya Seri 3*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hermawan, D. S., Lukmayani, Y., Dasuki, U. A., Farmasi, P., Matematika, F., Ilmu, D., dan Alam, P. 2016. Prosiding farmasi identifikasi senyawa flavonoid pada ekstrak dan fraksi yang berasal dari buah berenuk (*Crescentia cujete L.*). *Prosiding Farm.* **2**(2):253–259.
- Hostettman, K., Hostettman M., dan Marston. A. 1995. *Cara Kromatografi Preparatif, Penggunaan pada Senyawa Bahan Alam*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 20-44.
- Ibrahim, T., Opawale, B., and Oyinloye, J. 2011. Antibacterial activity of herbal extracts against multi drug resistant strains of bacteria from clinical origin. *Life Sci. Leaflet.* **1**(15):490–498.
- Irpan, M., 2021. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid Dari Daun Tumbuhan Kenangan (*Artocarpus rigida*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- International Diabetes Federation (IDF). 2014. Diabetes atlas: estimates of 2014 global health expenditures on diabetes. *Diabetes research and clinical practice.* **117**:48-54.
- Jawetz, E. M. 2004. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Jawetz, E. M. 2016. *Medical Microbiology Edisi 27*. Mcgraw-Hill Education. New York.
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., and Antes, G. 2003. Five steps to conducting a systematic review. *J. R Soc Med.* **96**(3): 118–121.
- Khomsiah, I. 2016. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid Dari Fraksi Non Polar Kulit Akar Tumbuhan Kenangan (*Artocarpus rigida*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ko, H. H., Lu, Y. H., Yang, S. Z., Won, S. J., and Lin, C. N. 2005. Cytotoxic prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*. *J. Nat. Prod.* **68**(11): 1692– 1695.
- Kristanti A. N. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Airlangga University Press. Surabaya.

- Kurniati, A. N. 2023. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri dan Antidiabetes Senyawa Flavonoid Dari Kulit Akar Tumbuhan Puda ( *Artocarpus kemando* Miq.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Litani-Barzilai, I., Sela, I., Bulatov, V., Zilberman, I., and Schechter, I. 1997. On-line remote prediction of gasoline properties by combined optical methods. *J Anal. Chem. Acta*. **339**(1–2):193–199.
- Marianne., Yuandani., and Rosnani. 2011. Antidiabetic activity from ethanol extract of kluwih's leaf (*Artocarpus camansi*). *J. Nat.* **11**(2): 64–68.
- Marjoni, R. 2016. *Dasar-Dasar Fitokimia*. CV. Trans Info Media. Jakarta.
- Markham, K. R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 3-49.
- Mazid, M., Khan, T. A., and Mohammad, F. 2011. Role of nitric oxide in regulation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mediating tolerance of plants to abiotic stress: A synergistic signalling approach. In. *J. stress physiol. biochem.* **7**(2):34-74.
- Meng, X. Y., Zhang, H. X., Mezei, M., and Cui, M. 2011. Molecular docking: a powerful approach for structure-based drug discovery. *J.Curr Comput Aided Drug Des.* **7**(2):146-157.
- Mirna. L. J. A., dan Paendong, J. J. E. 2018. Uji total flavonoid pada beberapa tanaman obat tradisional di desa waitina kecamatan mangoli timur kabupaten kepulauan sula provinsi Maluku Utara. *Jurnal MIPA*. **2**(1): 50–55.
- Mwakalukwa, R.; Ashour, A.; Amen, Y.; Niwa, Y.; Tamrakar, S, and Miyamoto, T.; Shimizu, K. 2019. Anti-allergic activity of polyphenolic compounds isolated from olive mill wastes. *J. Funct. Foods*. **58**:207–217.
- Namdaung, U., Aroonrerk, N., Suksamrarn, S., Danwisetkanjana, K., Saenboonrueng, J., Arjchomphu, W., and Suksamrarn, A. 2006. Bioactive constituents of the root bark of *Artocarpus rigidus* subsp. *rigidus*. *Chem.Pharm. Bull.* **54**(10):1433–1436.
- Nurachman. Z. 2002. *Artoindesianin Untuk Antitumor*. PT Kompas Cyber Media. Jakarta.
- Oboh, G., Ogunsuyi, O. B., Ogunbadejo, M. D., and Adefegha, S. A. 2016. Influence of gallic acid on  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory properties of acarbose. *J. Food Drug Anal.* **24**(3):627–634.

- Pratiwi S., 2016. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Cincau Hijau Rambut (*Cyclea barbata* Miers.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Bacillus cereus* dan *Shigella dysenteriae* Secara *In Vitro* Dengan Metode Difusi. *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Jakarta.
- Prihatin, A. S. 2022. Isolasi, Karakterisasi Senyawa Flavonoid Dari Kayu Batang Tumbuhan Puda ( *Artocarpus Kemando* Miq.), Serta Uji Bioaktivitas Senyawa Hasil Isolasi. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pujiyanto, S., Wijanarka, W., Raharjo, B., dan Anggreani, V. 2019. Aktivitas inhibitor alfa-amilase ekstrak etanol tanaman brotowali (*Tinospora crispa* L.). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. **21**(2):91-99.
- Rais, I. R., Samudra, A.G., Widyarini, S., and Nugroho, A. E. 2013. Determination of andrographolide isolate activity to  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase using apostolidis and mayur method. *Curr. Trad. Med. J.* **18**(3):162–166.
- Rastina, R., Sudarwanto. M., dan Wientarsih, I. 2015. aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kari (*Murrayakoenigii*) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas sp.* *J. Kedokt. Hewan.* **9**(2): 185-188
- Ripsin, C. M., Kang, H., and Urban, R. J. 2009. Management of blood glucose in type 2 diabetes mellitus. *J. Am. Fam. Physician.* **79**(1): 29-36.
- Rosidah, I., Bahua, H., Mufidah, R., dan Pongtuluran, O. B. 2015. Pengaruh kondisi proses ekstraksi batang brotowali (*Tinospora crispa* (L) Hook.f and Thomson) terhadap aktivitas hambatan enzim alfa glukosidase. *J. Med. Pen. Peng. Kes.* **25**(4):1-10.
- Sahromi. 2020. Konservasi ex situ famili Moraceae di Kebun Raya Bogor, Jawa Barat. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* **6**(1):530–536.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder*. Deepublish. Yogyakarta.
- Saputra, E. A., Santri, A., Studi, P., Pengetahuan, I., Islam, U., Fatmawati, N., dan Bengkulu, S. 2022. Peran enzim dalam metabolisme berdasarkan al - qur'an dan hadist. *J. Dev. Res. Educ.* **1**:27–35.
- Sastrohamidjojo, H. 1991. *Kromatografi* (II). Liberty. Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Kromatografi*. Liberty. Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 2002. *Spektroskopi* (kesatu). Liberty. Yogyakarta.
- Setiabudi, A., Hardian, R., dan Ahmad Muzakir. 2012. *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. UPI Press. Bandung.

- Sidabutar, R., 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* Dengan Metode Difusi Agar. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Silalahi, L. 2019. Hubungan pengetahuan dan tindakan pencegahan diabetes mellitus tipe 2. *J. Promkes*. 7(2):223-232.
- Siswandono dan Soekardjo. 2003. *Kimia Medisinal*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Suhartati, T. 2001. *Senyawa Fenol Beberapa Spesies Tumbuhan Jenis Cempedak Indonesia*. ITB. Bandung.
- Suhartati, T., dan AS. Yandri. 2007. Sikloartobilosanton dari kulit batang dan flavonoid dalam beberapa bagian tumbuhan *Artocarpus dadah* yang Tumbuh di Lampung. *J. Sains MIPA*. 13(2): 82-86
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA. Bandar Lampung.
- Suhartati, T. 2018. Isolasi dan karakterisasi senyawa flavonoid dari kulit akar tumbuhan sukun *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. *JSTA*. 2(1): 54-61.
- Suharto, M. A. P., Edy, H. J., dan Dumanauw, J. M. 2012. Isolasi dan identifikasi senyawa saponin dari ekstrak metanol batang pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.). *Pharmacon*, 1(2):87-91.
- Sumadji, A. R., Ganjari, L. E., Nugroho, C. A., dan Purwaningsih, E. 2022. Variasi morfologi Sukun *Artocarpus altilis* (Park.) Forsberg di Kota Bekasi. *JBP*. 9(2):76-85.
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., and Magliano, D. J. 2022. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes research and clinical practice*. 183:109119.
- Syahrurahman A, Chatim A., Soebandro A., Karuniawati A., dan Santoso A, H. B. 2010. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Bina Rupa Aksara. Jakarta.
- Takahama, U and Hirota, S. 2018. Interactions of flavonoids with  $\alpha$ -amylase and starch slowing down its digestion. *J. Funct. Foods*. 9(2):677-687.
- Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Tokasaya, P. 2010. *Sponge Associated Bacteria Producing Antimicrobial Compounds and Their Genetic Diversity Analysis*. Graduate School. Bogor Argicultural University. Bogor.
- Tria, G., Nurhamidah, N., dan Amir, H. 2018. Potensi ekstrak metabolit sekunder *Eugenia Uniflora* L. sebagai bahan pengawet tahu. *J. Alotrop*. **2**(1):39–45.
- Usman, C., W. 1993. *Kokus Positif Gram, Dalam (Staff Pengajar FKUI) Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Bina Rupa Aksara. Jakarta.
- Wang, T. Y., Li, Q., and Bi, K.S. 2018. Bioactive flavonoids In Medicinal Plants: Structure, Activity and Biological Fate. *J. Pharm. Sci.* **13**(1): 12–23.
- Warono, D., dan Syamsudin. 2013. Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi ke-5. *Konversi*. **2**(2):57–65.
- Widyawaruyanti, A., Subehan, K, S.K., Awale, S., Nindatu, M., Zaini, N.C., Syafruddin, D., Asih, P. B. S., Tezuka, Y., dan Kadota, S. 2007. New prenylated flavones from *Artocarpus champeden*, and their antimalarial activity in vitro. *J. Nat. Med.* **61**(4):410–413.
- Worotikan, D, E. 2011. Efek Buah Lemon Cui (*Citrus microcarpo*) Terhadap Kerusakan Lipida Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) dan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Mentah. *Skripsi*. Universitas Sam Ratulangi. Surabaya.
- Wulandari, A. 2016. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid Dari Fraksi Non Polar dan Lebih Polar Kayu Akar Tumbuhan Kenangkan (*Artocarpus rigida*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.