

**UJI BIOAKTIVITAS ANTIDIABETES DAN ANTIBAKTERI SENYAWA
FLAVONOID DARI FRAKSI DIKLOROMETANA KAYU CABANG
TUMBUHAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)**

(Skripsi)

Oleh

M. ZIDAN AL-AQLI

NPM 2057011003



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

UJI BIOAKTIVITAS ANTIDIABETES DAN ANTIBAKTERI SENYAWA FLAVONOID DARI FRAKSI DIKLOROMETANA KAYU CABANG TUMBUHAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)

Oleh

M. ZIDAN AL-AQLI

Diabetes merupakan penyakit metabolik yang diakibatkan meningkatnya kadar glukosa sehingga insulin tidak dapat diproduksi dengan baik. Studi praklinis dan klinis telah membuktikan bahwa kondisi ini dapat menyebabkan perkembangan penyakit infeksi yang lebih agresif, misalnya infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Penyakit infeksi dapat diobati dengan menggunakan antibiotik. Antibiotik merupakan obat sintetik sebagai penghambat ataupun pembunuh bakteri penyebab infeksi, hal ini dapat menyebabkan bakteri di dalam tubuh menjadi resisten terhadap antibiotik. Untuk mengatasi hal tersebut, maka digunakan bahan alami alternatif sebagai pengganti obat untuk meredakan dan menghilangkan infeksi.

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh senyawa flavonoid murni dari fraksi DCM bagian kayu cabang tumbuhan Kenangkan (*A. rigida* Blume). Menentukan struktur senyawa flavonoid yang berhasil diisolasi secara spektroskopi UV-Vis dan FTIR. Mengetahui aktivitas senyawa flavonoid hasil isolasi sebagai antibakteri dan antidiabetes. Pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram sedangkan pengujian antidiabetes secara *in vitro* menggunakan metode Fuwa.

Penelitian ini telah berhasil mengisolasi senyawa sikloartokarpin 15 mg. Hasil uji antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* termasuk kategori kuat (konsentrasi 0,3 ; 0,4 dan 0,5), sedangkan terhadap bakteri *Salmonella sp.* termasuk kategori sedang (konsentrasi 0,3 ; 0,4) dan kuat (konsentrasi 0,5). Senyawa hasil isolasi berpotensi sebagai obat antibakteri dan antidiabetes, senyawa sikloartokarpin dapat menghambat aktivitas enzim α -amilase dengan persen inhibisi sebesar 90,18 % pada konsentrasi 1500 ppm.

Kata kunci: *Artocarpus rigida* Blume, sikloartokarpin, antibakteri, antidiabetes.

ABSTRACT

ANTIDIABETIC AND ANTIBACTERIAL BIOACTIVITY TEST OF FLAVONOID COMPOUNDS FROM THE DICHLOROMETHANE FRACTION OF BRANCH WOOD KENANGKAN PLANT (*Artocarpus rigida* Blume)

by

M. ZIDAN AL-AQLI

Diabetes is a metabolic disease caused by increased glucose levels so that insulin cannot be produced properly. Preclinical and clinical studies have shown that this condition can lead to the development of more aggressive infectious diseases, such as *Staphylococcus aureus* bacterial infections. Infectious diseases can be treated using antibiotics. Antibiotics are synthetic drugs that inhibit or kill bacteria that cause infections, this can cause bacteria in the body to become resistant to antibiotics.

To overcome this, alternative natural ingredients are used as a substitute for drugs to relieve and eliminate infections. The purpose of this study was to obtain pure flavonoid compounds from the DCM fraction of the woody part of the Kenang (*A. rigida* Blume) plant branch. Determine the structure of the flavonoid compounds that were successfully isolated using UV-Vis and FT-IR spectroscopy. Determine the activity of the isolated flavonoid compounds as antibacterials and antidiabetics. Antibacterial testing used the disc diffusion method while in vitro antidiabetic testing used the Fuwa method.

This study has successfully isolated 15 mg of cycloartocarpine compounds. The results of the antibacterial test against *S. aureus* bacteria are in the strong category (concentration 0.3; 0.4 and 0.5), while against *Salmonella sp.* bacteria it is in the moderate category (concentration 0.3; 0.4) and strong (concentration 0.5). The isolated compound has the potential as an antibacterial and antidiabetic drug, the cycloartocarpine compound can inhibit the activity of the α -amylase enzyme with an inhibition percentage of 90.18 % at a concentration of 1500 ppm.

Keywords: *Artocarpus rigida* Blume, cycloartocarpine, antibacterial, antidiabetic.

**UJI BIOAKTIVITAS ANTIDIABETES DAN ANTIBAKTERI SENYAWA
FLAVONOID DARI FRAKSI DIKLOROMETANA KAYU CABANG
TUMBUHAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)**

Oleh

M. Zidan Al-Aqli

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**

2026

Judul : UJI BIOAKTIVITAS ANTIDIABETES DAN ANTIBAKTERI SENYAWA FLAVONOID DARI FRAKSI DIKLOROMETANA KAYU CABANG TUMBUHAN KENANGKAN (*Artocarpus rigida* Blume)

Nama : *M. Zidan Al-Aqli*

Nomor Pokok Mahasiswa : 2057011003

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

[Signature]
Prof. Dr. Ir. Yandri, A.S., M.S.
NIP. 195609051992031001

[Signature]
Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si, M.Sc.
NIP. 197104151995121001

2. Ketua Jurusan Kimia
FMIPA Universitas Lampung

[Signature]
Prof. Dr. Mita Rilyanti, S.Si., M.Si.
NIP. 197205302000032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S.**



Sekretaris : **Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal lulus ujian skripsi : **11 Maret 2026**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Zidan Al-Aqli
Nomor Pokok Mahasiswa : 2057011003
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Uji Bioaktivitas Antidiabetes dan Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Fraksi Diklorometana Kayu Cabang Tumbuhan Kenangan (*Artocarpus Rigida* Blume)”** adalah benar karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Saya tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data di dalam skripsi ini digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya disebutkan dan terdapat kesepakatan sebelum dilakukan publikasi.

Bandar Lampung, 11 Maret 2026

Yang menyatakan,



M. Zidan Al-Aqli
NPM. 2057011003

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap M. Zidan Al-Aqli lahir di Pringsewu, Lampung pada tanggal 06 Juni 2002 yang merupakan anak kedua dari Bapak Bunyana dan Ibu Muassomah. Penulis mengawali pendidikan di TK Aisyiyah Talang Padang dan selesai pada tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 3 Talang Padang (2008-2014), SMPN 1 Talang Padang (2014-2017), dan MAN 1 Pringsewu (2017-2020). Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Mandiri Universitas Lampung (Simanila).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti kegiatan organisasi sebagai Kader Muda Himpunan Mahasiswa Kimia (KAMI) periode 2020. Penulis juga pernah aktif sebagai anggota organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) periode 2021, serta menjadi Ketua Biro Usaha Mandiri (BUM) di organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) pada periode 2022. Penulis juga pernah aktif sebagai anggota organisasi Rohani Islam (ROIS) FMIPA Unila pada tahun 2021.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada tahun 2023 di Desa Tanjung Raya, Sukau, Lampung Barat, Lampung. Kemudian pada tahun yang sama penulis telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia FMIPA Unila dengan judul “Uji Bioaktivitas Antibakteri dari Ekstrak Fraksi DCM Kayu Cabang Tumbuhan Kenangan (*Artocarpus rigida* Blume).

MOTTO

“Wahai orang-orang yang beriman, mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”.

(Q.S. Al-Baqaroh: 153)

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Hanya aku yang tau usahaku, Yang tau seberapa menderitanya kita hanyalah diri kita sendiri”

(Na Hee Do)

“Tidaklah seseorang memiliki sifat tawadhu’ (rendah hati) karena Allah, melainkan Allah akan meninggikannya”.

(HR. Muslim)

“Dihargai Atau tidaknya dirimu itu tidaklah penting Yang pasti kamu sudah berusaha semampumu dengan niat yang baik”.

(Masashi Kishimoto: Itachi)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Alhamdulillah Puji Syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan nikmat sehat dan iman, serta Shalawat beriring salam semoga selalu Tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Kupersembahkan karya ini sebagai wujud bakti dan tanggung jawab kepada:

Kedua orang tuaku Bunyana dan Muassomah, kedua saudaraku Kiyai Kafi dan adek Huda yang telah memberikan do'a, dukungan, cinta serta kasih sayang selama ini, semoga Allah SWT selalu mencintaimu.

Serta seluruh keluarga besar yang tak bisa disebutkan satu persatu, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Dosen-dosen Jurusan Kimia yang selalu membagi ilmu selama ini

Sahabat dan teman-temanku Kimia 2020

Almamaterku Tercinta Universitas Lampung

SAWACANA

Bismillahirrohmanirrohim, alhamdulillahirobbil'alamiin. Segala puji bagi Allah SWT. atas rahmat, ridho, dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Uji Bioaktivitas Antidiabetes dan Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Fraksi Diklorometana Kayu Cabang Tumbuhan Kenangan (*Artocarpus Rigida Blume*)**" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Sholawat beriring salam selalu tercurahkan kepada Rosul Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Bersamaan dengan telah selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Bunyana dan Ibu Muassomah yang telah mendidik, mendo'akan, merawat, memberikan kasih sayang, motivasi, dan dukungannya kepada penulis. Semoga Allah selalu memberikan kesehatan, keselamatan, rezeki yang halal, lancer, berkah, dan kebahagiaan dunia akhirat, serta diberikan umur yang panjang sehingga dapat menemani anak-anaknya hingga sukses.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S., sebelumnya menjadi Dosen Pembimbing I dan Akademik yang begitu sabar membimbing, memberikan banyak ilmu, arahan, do'a, dan motivasi kepada penulis. Terima kasih bapak dan ibu telah memberikan waktu, selalu menanyakan kabar, dan kemajuan penelitian kepada penulis, serta memberikan masukan dan solusi selama proses penelitian hingga penulisan skripsi ini dapat selesai. Semoga Allah membalas semua kebaikan beliau di dunia dan akhirat.

3. Bapak Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar mengarahkan, memberikan dukungan, dan waktunya kepada penulis untuk menanyakan kemajuan penelitian penulis, serta memberikan arahan dan solusi hingga penulisan skripsi ini dapat selesai. Semoga Allah membalas kebaikan beliau di dunia dan akhirat.
4. Ibu Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan banyak saran dan masukkan positif kepada penulis. Semoga Allah membalas kebaikan beliau di dunia dan akhirat.
5. Ibu Rohimatul Anwar, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang begitu sabar membimbing, memberikan banyak ilmu, arahan, do'a, dan motivasi kepada penulis. Semoga Allah membalas kebaikan beliau di dunia dan akhirat.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A. I.P.M., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si, M.Si. selaku Dekan FMIPA Univeritas Lampung.
8. Ibu Prof. Dr. Mita Rilyanti, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak/Ibu Dosen dan Kepala Laboratorium Jurusan Kimia terima kasih atas bantuan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
10. Para Staf dan Laboran Jurusan Kimia FMIPA Unila, Pak Rudi, Mba Yuni, Mas Nomo, Mba Wit, Mba Della, Mas Udin, dan Mba Liza atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis.
11. Paman dan bibi-ku : Papah Mustafa, Mamah Roihana, Om Bustami, Bunda Fatmawati, Papi Mawan, Mami Meriah, Ayahpian Sahdin, Lati Markomi, Paksu Irsan, Maksu Maraina serta Keluarga besar Datuk Putih. Terimakasih atas do'a dan dukungannya Semoga selalu diberikan kesehatan.
12. Saudara-saudaraku: Kafi Mubarok, M. Huda Al-Tamam, Gunawa Parota, M. Absor Parota, Alm. Anas Pebrian, Wahyu Aprilian, Fatihatul Mufarohah, Haikal, Permai, Julian Mahendra, Kalila, Mirda, Indah, Aulia serta Keluarga besar Datuk Putih (Wahid Khaja Tihang). Terimakasih atas do'a

dukungannya Semoga semuanya sukses dunia akhirat.

13. Rekan-rekan penelitanku Yuwan, Mella, dan Sisil. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan ilmunya. Semoga kalian sukses di masa depan.
14. Kakak-kakak “Saudara Seperkayuan Jilid II”: Mba Kartika, Mba Armidla, Mba Farah, Kak Kania, Kak Hadi, Kak Mutiara, dan Kak Akmal yang telah banyak membantu penulis. Terima kasih atas ilmu, dukungan, dan semangatnya.
15. Kakak-kakak dan teman-teman Lab. Kimia Organik: Mba Rista, Kak Bayu, Mba Reni, Mba Ofri, Mba Jihan, Kak Ibnu, Myuti, Vio, Angela, Dilla. Lab. Biokimia: Kak Steven, Kak Virginia, Stephani, Avi, Maria, Depa, Dyasmin, Fitriana, Fahrezi, Ribka, Ratih, Bunga, Rahmad, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas bantuan, ilmu, dan dukungannya kepada penulis.
16. Teman-teman “Dragon Family”: Muhammad Sabil, Franky Gomgom, Rekia Enrik, Muhammad Dwi Fansng, Muhammad Dwi Febriyanto, Arip Ramadani, Ahmad Sulaiman, Surya Ibrahim Samani, Muhammad Rifqi Aufa, M. Rafli Yuwan Alhilabi, Muhammad Irfan Hanafi, M. Sultan Gusti Ramadan, M. Fahrezi Cahya Saputra, dan Roni Kustiawan. Terima kasih atas motivasi, saran, kebersamaan, dan dukungan kepada penulis. Semoga semua dapat sukses di masa depan.
17. Anggun Putri Agustin (BEVALLIG) Terima kasih atas motivasi, saran, kebersamaan suka maupun duka, dan dukungan kepada penulis. Semoga kita dapat sukses di masa depan.

Akhir kata, Penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila masih terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kebermanfaatan bagi kita semua.

Bandar Lampung, 1 Mei 2026

M. Zidan Al-Aqli

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Moraceae.....	5
2.2. <i>Artocarpus</i>	6
2.3. Tumbuhan Kenangan (<i>Artocarpus rigida</i>).....	6
2.4. Senyawa Metabolit Sekunder.....	8
2.5. Senyawa Flavonoid.....	8
2.6. Ekstraksi.....	11
2.7. Fraksinasi.....	12
2.8. Kromatografi.....	12
2.8.1. Kromatografi lapis tipis (KLT).....	13
2.8.2. Kromatografi cair vakum (KCV).....	13
2.8.3. Kromatografi kolom (KK).....	14
2.9. Spektrofotometri.....	15
2.9.1. Spektroskopi inframerah (IR).....	15
2.9.2. Spektroskopi ultraviolet-tampak (UV-Vis).....	15
2.10. Antibakteri.....	16
2.10.1. Bakteri.....	17
2.10.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	18
2.10.3. <i>Salmonella</i> sp.....	18
2.11. Antidiabetes.....	19
2.11.1. Diabetes.....	19
2.11.2. Amilase.....	20
III. METODE PENELITIAN.....	22
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 Sampel.....	23
3.3.2.1. Maserasi tidak bertingkat	23
3.3.2.2. Maserasi bertingkat.....	24
3.3.3. Fraksinasi Ekstrak	24
3.3.4. Kromatografi.....	24
3.3.4.1. Kromatografi cair Vakum (KCV)	24
3.3.4.2. Kromatografi kolom (KK)	25
3.3.4.3. Kromatografi lapis tipis (KLT).....	26
3.3.5. Analisis Kemurnian	26
3.3.6. Uji Titik Leleh	26
3.3.7. Analisis Struktur	27
3.3.7.1. Spektrofotometri UV-Vis	27
3.3.7.2. Spektrofotometri IR	27
3.3.8. Uji Antidiabetes	27
3.3.9. Uji Antibakteri	29
3.4. Diagram Penelitian.....	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Isolasi Senyawa Flavonoid	32
4.2. Analisis Kemurnian	37
4.3. Penentuan Titik Leleh.....	38
4.4. Karakterisasi Senyawa Hasil Isolasi	39
4.4.1. Spektrofotometri UV-Vis	39
4.4.2. Spektrofotometri FTIR.....	45
4.5. Uji Antibakteri	48
4.6. Uji Antidiabetes	50
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rentang serapan spektrum UV-Vis untuk flavonoid (Markham, 1988).	16
2. Massa dari fraksi gabungan hasil KCV 1.....	35
3. Perbandingan panjang gelombang UV-Vis kristal Cb dengan senyawa sikloartokarpin (Wulandari, 2020; Yulia, 2019).	45
4. Perbandingan bilangan gelombang senyawa standar sikloartokarpin (Suhartati <i>et al.</i> , 2021) dengan kristal Cb.....	47
5. Ukuran zona hambat kristal Cb dan kloramfenikol (kontrol +) terhadap <i>S. aureus</i>	48
6. Ukuran zona hambat kristal Cb dan siprofloksasin (kontrol +) terhadap <i>Salmonella</i> sp.	49
7. Persen inhibisi senyawa sikloartokarpin dan kontrol positif akarbosa	50
8. Perhitungan persen inhibisi senyawa sikloartokarpin (Cb).....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Batang tumbuhan kenangan (<i>A. rigida</i>).....	7
2. Tiga jenis flavonoid (Achmad, 1986).....	9
3. Kerangka dasar flavon (Manitto,1992).....	9
4. Senyawa-senyawa flavonoid dalam tumbuhan <i>A. rigida</i>	10
5. Urutan tingkat kepolaran eluen (Gritter <i>et al.</i> , 1991).	14
6. Foto bakteri <i>S. aureus</i> (Singh <i>et al.</i> , 2018).....	18
7. Foto bakteri <i>Salmonella</i> sp. (Rahman <i>et al.</i> , 2018).	19
8. Diagram penelitian uji bioaktivitas antidiabetes dan antibakteri senyawa flavonoid dari fraksi diklorometana kayu cabang tumbuhan kenangan (<i>A. rigida</i> blume).	31
9. Kromatogram lapis tipis ekstrak kasar metanol (kiri), fraksi DCM partisi (tengah), dan fraksi DCM maserasi (kanan). (a) disemprot dengan larutan serum sulfat, (b) di bawah sinar UV 254 nm.	33
10. Pola pemisahan masing-masing fraksi gabungan KCV.	34
11. Kromatogram KLT hasil KCV ke-dua.....	35
12. Kristal Cb hasil isolasi.....	36
13. Kromatografi Lapis Tipis kristal dalam 3 sistem eluen (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana (15%), (b) aseton : <i>n</i> -heksana (20%); (c) etil asetat : DCM (25%)...37	
14. Kromatogram kristal hasil isolasi dan standar (sikloartokarpin).	38
15. Spektrum UV (a) Kritical Cb senyawa hasil isolasi dalam MeOH p.a. dan (b) literatur senyawa sikloartokarpin (Suhartati <i>et al.</i> , 2021).	40

16. Spektrum UV Kristal Cb senyawa hasil isolasi dalam pelarut	41
17. Reaksi pergeseran spektrum flavon penambahan NaOH (Markham, 1988) ..	41
18. Spektrum UV Kristal Cb senyawa hasil isolasi dalam pelarut (a) MeOH, (b) MeOH + AlCl ₃ , (c) MeOH + AlCl ₃ + HCl.	42
19. Reaksi pergeseran spektrum flavon penambahan AlCl ₃ /HCl (Markham, 1988)	43
20. Spektrum UV kristal Cb senyawa hasil isolasi dalam pelarut (a) MeOH, (b) MeOH + NaOAc dan (c) MeOH + NaOAc +H ₃ BO ₃	43
21. Reaksi pergeseran spektrum flavon penambahan NaOAc dan H ₃ BO ₃ (Markham, 1988).	44
22. Perbandingan spektrum IR (a) sikloartokarpin (Suhartati <i>et al.</i> 2021) dan (b) Kristal Cb.	46
23. Struktur sikloartokarpin	47
24. Hasil uji antibakteri senyawa hasil isolasi sikloartokarpin (kristal Cb) terhadap <i>S. aureus</i>	48
25. Hasil uji antibakteri senyawa hasil isolasi sikloartokarpin (kristal Cb) terhadap bakteri <i>Salmonella</i> sp.	49
26. Grafik perbandingan konsentrasi dan persen inhibisi senyawa sikloartokarpin dengan akarbosa.	51

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas karena memiliki kawasan hutan tropika dengan keanekaragaman hayati yang melimpah. Di Indonesia terdapat sekitar 30.000 jenis tanaman dan 7000 jenisnya telah diketahui memiliki khasiat herbal atau sebagai tanaman obat (Saifuddin dkk., 2011). Tingginya keanekaragaman hayati di Indonesia memungkinkan dapat ditemukannya berbagai jenis senyawa kimia yang berasal dari tumbuhan. Berbagai senyawa kimia yang telah diisolasi dari tumbuhan oleh para peneliti memiliki potensi sebagai senyawa obat, sehingga dapat membantu perkembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang kesehatan (Supratman, 2010).

Kesehatan menjadi salah satu hal yang diperlukan oleh masyarakat. Hal ini tercantum dalam Undang-undang Republik Indonesia No. 36 tahun 2009 tentang kesehatan, yang menetapkan bahwa istilah sehat adalah keadaan sehat baik jasmani maupun rohani, yang memungkinkan manusia untuk berkegiatan produktif secara ekonomi dan sosial. Pesatnya perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, dan seiring berjalannya waktu, muncul berbagai penyakit yang membahayakan kehidupan manusia. Salah satu penyakit yang berbahaya yaitu diabetes melitus.

Diabetes merupakan penyakit metabolik yang diakibatkan meningkatnya gula darah atau kadar glukosa sehingga insulin tidak dapat diproduksi dengan baik. Jika tidak dikelola dengan baik, diabetes bisa menyebabkan terjadinya berbagai komplikasi, seperti penyakit jantung koroner, stroke, obesitas, serta

gangguan pada mata, ginjal, dan saraf (Argina, 2020). Diabetes melitus di Indonesia sering dikenal dengan sebutan penyakit kencing manis. *World Health Organization* (WHO) telah melaporkan bahwa diabetes merupakan penyakit dengan kondisi jangka panjang yang serius serta berdampak besar pada kehidupan dan kesejahteraan setiap individu, keluarga, maupun masyarakat di dunia (Safaruddin dan Permatasari, 2022).

Berdasarkan data yang dihimpun oleh *International Diabetes Federation* 2021, negara Indonesia berada di peringkat kelima, dengan 19 juta pasien pada tahun 2021, dan diprediksi meningkat menjadi 28 juta pasien pada tahun 2045, meningkat sebanyak 11,7%. Seseorang didiagnosa menderita penyakit diabetes apabila muncul gejala antara lain banyak makan, sering kencing, banyak minum, menurunnya berat badan dan diperoleh hasil pemeriksaan kadar gula darah 2 jam setelah minum larutan gula 75 g, kadar glukosa darahnya lebih dari 200 mg/dL atau saat puasa di atas 126 mg/dL (Tandra, 2017). Diabetes terbagi menjadi 2 tipe yaitu diabetes tipe 1 disebabkan oleh pankreas sebagai pabrik insulin tidak atau kurang mampu membuat insulin dan diabetes tipe 2 pankreas masih bisa membuat insulin, tetapi insulin yang dihasilkan buruk sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik (Tandra dan Finasim, 2015).

Diabetes yang tidak terkontrol menyebabkan beberapa perubahan. Studi praklinis dan klinis telah membuktikan bahwa kondisi ini dapat menyebabkan perkembangan penyakit infeksi yang lebih agresif, terutama yang disebabkan oleh beberapa bakteri yang menyerang kaki, mata, otak, dan ginjal (Chávez-Reyes *et al.*, 2021), misalnya infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Penyakit infeksi tersebut dapat menjadi lebih serius jika terjadi pada penderita diabetes. Penelitian di Amerika Serikat memperkirakan bahwa 10 % dari kunjungan Unit Gawat Darurat pada pasien diabetes disebabkan oleh infeksi, dan pasien dengan diabetes dua kali lebih mungkin dirawat di rumah sakit dengan infeksi dibandingkan pasien tanpa diabetes (Pearson-Stuttard *et al.*, 2016). Penyakit infeksi dapat diobati dengan menggunakan antibiotik. Antibiotik merupakan obat sintetik sebagai penghambat ataupun pembunuh bakteri penyebab infeksi. Penyakit infeksi

yang semakin parah maka penggunaan antibiotik akan semakin besar, hal ini dapat menyebabkan bakteri di dalam tubuh menjadi resisten terhadap antibiotik. Untuk mengatasi hal tersebut, maka digunakan bahan alami alternatif sebagai pengganti obat untuk meredakan dan menghilangkan infeksi (Guilfoile, 2007). Bahan alami juga dapat digunakan bagi penderita diabetes dengan mengurangi hiperglikemia postprandial. Bahan tersebut dapat memperlambat penyerapan glukosa melalui penghambatan enzim hidrolisis karbohidrat α -amilase dan α -glukosidase. Inhibitor enzim ini menunda karbohidrat pencernaan dan memperpanjang waktu pencernaan karbohidrat secara keseluruhan, menyebabkan penurunan tingkat penyerapan glukosa (Elya *et al.*, 2015). Penghambatan enzim α -amilase dan α -glukosidase dipercaya dapat dilakukan dengan senyawa metabolit sekunder yaitu salah satunya flavonoid yang mempunyai aktivitas sebagai antidiabetes serta antibakteri. Aktivitas antidiabetes dari flavonoid mendukung regulasi pencernaan karbohidrat, pensinyalan insulin, sekresi insulin dan pengambilan glukosa (Al-Ishaq *et al.*, 2019). Tumbuhan dari famili Moraceae dikenal sebagai sumber utama senyawa fenolat turunan flavonoida, arilbenzofuran, stilbenoid, dan santon turunan flavonoid.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dua genus utama dari famili ini yaitu *Ficus* dan *Artocarpus* dilaporkan memiliki bioaktivitas sebagai antibakteri dari *Artocarpus kemando* (Suhartati *et al.*, 2021), antijamur (Hal dkk., 2022), antimalaria (Falade *et al.*, 2014), antiinflamasi (Sani dan Diah, 2018), antioksidan (Sreeja *et al.*, 2021), dan antidiabetes pada *A. altilis* (Lotulung *et al.*, 2014). Mangacu pada uraian di atas, maka dilakukan isolasi, karakterisasi, dan uji bioaktivitas terhadap tanaman *A. rigida* sebagai salah satu spesies dari genus *Artocarpus* yang diketahui memiliki senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid. Dalam penelitian ini dilakukan isolasi dengan metode maserasi langsung dan maserasi bertingkat. Pemisahan dilakukan dengan metode kromatografi cair vakum (KCV) dan kromatografi kolom (KK). Identifikasi kemurnian dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (KLT). Setelah dihasilkan senyawa murni dilakukan identifikasi struktur dengan spektroskopi UV-Vis dan IR. Uji bioaktivitas yang akan dilakukan yaitu uji antidiabetes dan antibakteri karena

ingin menambahkan data ilmiah yang diperoleh dalam pengujian antidiabetes dan antibakteri terhadap tanaman ini, sehingga pengujian bioaktivitas antidiabetes dan antibakteri dilakukan berdasarkan metode *in vitro* dengan inhibisi enzim α -amilase untuk antidiabetes dan difusi cakram untuk antibakteri.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh senyawa flavonoid murni dari fraksi DCM bagian kayu cabang tumbuhan Kenangkan (*A. rigida* Blume).
2. Mendapatkan struktur senyawa flavonoid secara spektroskopi UV-Vis dan FT-IR.
3. Memperoleh aktivitas senyawa flavonoid hasil isolasi sebagai antibakteri dan antidiabetes.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai senyawa flavonoid dari kayu cabang tumbuhan Kenangkan (*A. rigida*), sehingga dapat memperkaya pengetahuan tentang senyawa flavonoid dari tumbuhan *Artocarpus*. Hasil pengujian antibakteri dan antidiabetes diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam mengembangkan obat baru.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Moraceae

Moraceae merupakan tumbuhan berbatang, berkayu, berbunga dan menghasilkan getah, yang sering disebut keluarga murbei. Moraceae memiliki 40 genus dan lebih dari 1600 spesies, yang sebagian besar tumbuh di daerah beriklim tropis dan sub-tropis. Hanya sedikit tumbuh pada daerah beriklim sedang. Tumbuhan yang berasal dari famili Moraceae dikenal memiliki kandungan senyawa yang berpotensi sebagai antiinflamasi, antitumor, antibakteri, antifungal, antikanker, karena umumnya dalam tumbuhan famili Moraceae terkandung senyawa-senyawa metabolit sekunder (Ersam, 2004).

Kandungan senyawa metabolit sekunder membuat tumbuhan famili Moraceae seringkali digunakan sebagai obat. Genus utama dari Moraceae yang sering menjadi sampel riset para peneliti adalah *Artocarpus*, hal ini dikarenakan senyawa aktif dalam *Artocarpus* memiliki potensi sebagai senyawa obat. Saat ini terdapat ratusan senyawa fenol golongan flavonoid yang telah berhasil diisolasi dari berbagai spesies tumbuhan *Artocarpus*. Senyawa flavonoid yang mengandung gugus prenil pada C3 dan turunannya merupakan senyawa utama yang terdapat dalam semua spesies *Artocarpus* (Suhartati dan Yandri, 2007).

Karakter yang khas suku Moraceae adanya getah putih (*latex*) dan stipula yang sering rontok meninggalkan bekas yang jelas seperti kunat cincin (*circular scars*). Kegunaan jenis-jenis Moraceae secara umum, di antaranya sebagai penghasil kayu, sumber pangan, buah, makanan ternak, lalap, tali temali, karet/lateks, ampelas, pakan ulat sutera, tanaman obat, tanaman hias, sarang lebah madu, dan tanaman pelindung dan spesies kunci di alam (marga *Ficus*) (Sahromi, 2020). Sebagian besar jenis-jenis Moraceae (± 600 jenis) tumbuh

menyebarkan di hutan campuran tropis Asia dan Australia, sejumlah besar dari jenis genus *Ficus* dan diikuti oleh jenis dari genus *Artocarpus* (Sahromi, 2020). Tumbuhan dari famili Moraceae, khususnya *Artocarpus* adalah yang paling banyak dipelajari dalam hal komposisi fenolik terprenilasi dan aktivitas antioksidannya (Chang *et al.*, 2021).

2.2. *Artocarpus*

Beberapa spesies dari genus *Artocarpus* (Moraceae) telah dipelajari di laboratorium selama beberapa dekade terakhir. *Artocarpus* Indonesia memiliki 13 taksa yaitu *A. champeden*, *A. lanceifolius*, *A. teysmanii*, *A. scortechinii*, *A. rotunda*, *A. maingayi*, *A. kemando*, *A. bracteata*, *A. altilis*, *A. fretessi*, *A. gomezianus*, *A. reticulatus* dan *A. glaucus* (Suhartati, 2001). Perbungaan *Artocarpus* termasuk bunga mejemuk tak terbatas (*inflorescentia racemosa*), ujung ibu tangkai menebal, berdaging, mempunyai bentuk seperti gada, sedangkan bunga-bunganya terdapat pada seluruh bagian yang menebal tadi, sehingga tercapai bentuk bulat atau silinder (Tjitrosoepomo, 2005). Genus *Artocarpus* terdiri dari tanaman tropis dibudidayakan di Asia, terutama di Asia Selatan dan Tenggara (Boonyaketguson *et al.*, 2020). Genus ini merupakan sumber yang kaya flavonoid terprenilasi (PF) dan lebih dari 300 PF telah diisolasi (Ye *et al.*, 2019). Senyawa flavonoid artonin E dan oxyresveratrol yang diisolasi dari *A. dadah* dan *A. rigida* dari Indonesia memiliki potensi sebagai obat antimalaria (Suhartati *et al.*, 2010).

2.3. Tumbuhan Kenangkan (*Artocarpus rigida*)

Tumbuhan ini mempunyai batang yang kokoh, dengan tinggi dapat mencapai 20 m, berkayu keras, kulit kayunya berserat kasar dan menghasilkan getah yang banyak, daunnya tidak lebar, menjalar dan berbulu kasar. Buah ini bisa dimakan tetapi memiliki rasa yang masam dan kurang enak. Dalam Taksonomi, tumbuhan ini Super Regnum Eukariot, Regnum Plantae, divisi Magnoliophyte, kelas

magnoliopsida, ordo urticales, family Moraceae, sub family artocarpeae, genus *Artocarpus*, spesies *A. rigidus* atau *A. rigida* (Tjitrosoepomo, 1994).

Tumbuhan kenangan (*A. rigida*) dapat dilihat pada Gambar 1. Tumbuhan ini dikenal di masyarakat dengan nama yang berbeda-beda. Tumbuhan ini dengan nama mandalika, ada juga yang menyebutnya sebagai peusar atau tempunik (Rukmana, 1997).



Gambar 1. Batang tumbuhan kenangan (*A. rigida*).

Analisis senyawa kimia dari akar *A. rigida* telah berhasil didapatkan senyawa dengan struktur senyawa fenolik, termasuk dua senyawa baru dengan kerangka flavonoid yaitu 7-demitoartonol E dan kromon artorigidus, bersama dengan beberapa senyawa fenolik yang telah diketahui meliputi santon, artonol B, flavonoid sikloartobilosanton, dan santon artoindonesianin C. Senyawa santon artoindonesianin C ini mempunyai aktivitas sebagai antiplasmodial terhadap *Plasmodium falciparum* (Namdaung *et al.*, 2006). Dua senyawa baru dari flavon terisoprenilasi yaitu artonin G dan H diisolasi bersama sama dengan tiga senyawa flavon terisoprenilasi yang telah diketahui, yaitu artonin E, sikloartobilosanton, dan artobilosanton (Nomura *et al.*, 1990).

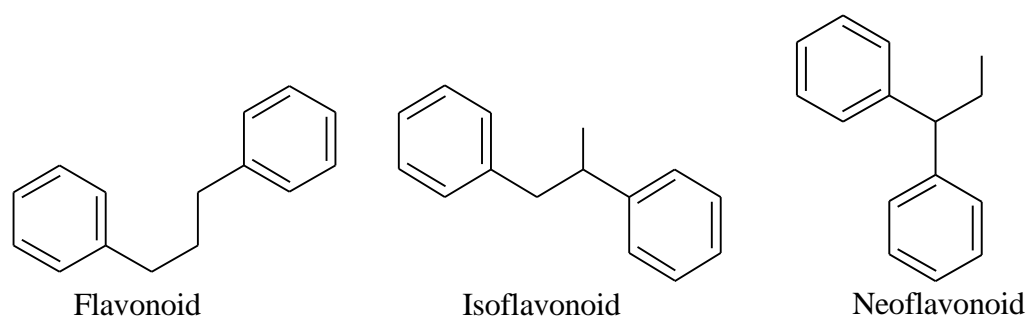
2.4. Senyawa Metabolit Sekunder

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang umumnya memiliki kemampuan bioaktivitas terutama sebagai senyawa antibakteri (Lenny, 2006). Sedangkan dalam tanaman itu sendiri, senyawa ini berfungsi sebagai pelindung tumbuhan tersebut dari gangguan hama penyakit untuk tumbuhan itu sendiri ataupun lingkungannya. Senyawa-senyawa kimia yang merupakan hasil metabolisme sekunder pada tumbuhan sangat beragam dan dapat diklasifikasikan dalam beberapa golongan, di antaranya saponin, alkaloid, terpenoid, triterpenoid, fenolik (tanin dan flavonoid) (Lenny, 2006). Kandungan metabolit sekunder dari famili Moraceae telah lama diteliti dan beberapa tahun terakhir, banyak kelompok penelitian yang meneliti metabolit sekunder spesies *Artocarpus* (Shah *et al.*, 2006).

Berdasarkan penelusuran literatur terhadap genus *Artocarpus*, telah diisolasi berbagai jenis senyawa metabolit sekunder dengan bioaktivitas yang sangat menarik. Hasil penelitian tersebut telah menemukan banyak metabolit sekunder yang tergolong ke dalam kelompok senyawa terpenoid, flavonoid, stilbenoid, arilbenzofuran, neolignan, dan adisi Diels- Alder (Hakim, 2010).

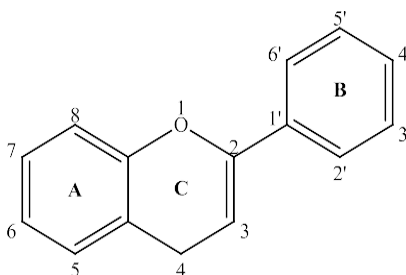
2.5. Senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid terdapat pada semua bagian tumbuhan termasuk akar, daun, kayu, kulit, tepung sari, bunga, buah, dan biji (Markham, 1988). Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon. Atom karbon ini membentuk dua cincin benzena dan satu rantai propana dengan susunan C₆-C₃- C₆. Susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur, yaitu flavonoid (1,3-diaril propana), isoflavonoid (1,2-diaril propana), neoflavonoid (1,1-diaril propana) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tiga jenis flavonoid (Achmad, 1986).

Istilah flavonoid yang diberikan untuk senyawa fenolik ini berasal dari kata flavon, yaitu nama dari salah satu jenis flavonoid yang terbesar jumlahnya dan yang paling umum ditemukan. Flavon mempunyai tingkat oksidasi yang terendah sehingga senyawa ini dianggap sebagai senyawa induk dalam tata nama senyawa turunan flavon seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka dasar flavon (Manitto, 1992).

Beberapa hasil isolasi dari *Artocarpus* mengandung sembilan senyawa flavon terprenilasi yaitu sikloartokarpin (1), artokarpin (2), caplasin (3), morusin (4), kudraflavon B (5), sikloartobilosanton (6), artonin E (7), kudraflavon C (8) dan artobilosanton (9). Struktur senyawa flavonoid yang telah diisolasi dari tanaman *Artocarpus* dapat dilihat pada Gambar 4.

2.6. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan zat pokok yang diinginkan dari bahan (sampel) menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi khususnya yang berasal dari bahan tumbuhan dilakukan dengan cara mengelompokkan bagian tumbuhan, pengeringan, penggilingan dan pemilihan pelarut. Pada prinsipnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya. Ekstraksi dapat dilakukan dengan tidak bertingkat yaitu hanya digunakan satu pelarut untuk ekstraksi, sedangkan pada ekstraksi bertingkat digunakan dua atau lebih pelarut.

Maserasi adalah salah satu jenis metode ekstraksi dengan sistem tanpa pemanasan atau dikenal dengan istilah ekstraksi dingin, jadi pada metode ini pelarut dan sampel tidak mengalami pemanasan sama sekali, sehingga maserasi merupakan teknik ekstraksi yang dapat digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas ataupun tahan panas. Maserasi juga merupakan cara penyarian yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari (Afifah, 2012).

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut diam atau dengan adanya pengadukan beberapa kali pada suhu ruangan. Metode ini dapat dilakukan dengan cara merendam bahan dengan beberapa kali dilakukan pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru. Maserasi juga dapat dilakukan dengan pengadukan secara sinambung (maserasi kinetik). Kelebihan dari metode ini yaitu efektif untuk senyawa yang tidak tahan panas (terdegradasi karena panas), peralatan yang digunakan relatif sederhana, murah, dan mudah didapat. Namun metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan pelarut dalam jumlah yang banyak, dan adanya kemungkinan bahwa senyawa tertentu tidak dapat diekstrak karena kelarutannya yang rendah pada suhu ruang (Sarker *et al.*, 2006).

2.7. Fraksinasi

Fraksinasi adalah proses pemisahan komponen-komponen dalam ekstrak berdasarkan tingkat kepolarannya. Metode fraksinasi yang umum dilakukan adalah partisi menggunakan corong pisah, yang sering disebut juga ekstraksi cair-cair. Ekstraksi cair-cair dilakukan dengan cara memasukkan sampel dalam pelarut tertentu ke dalam corong pisah, kemudian ditambahkan ke dalamnya pelarut yang memiliki perbedaan kepolaran dan tidak saling campur dengan pelarut yang terdapat pada sampel. Kemudian dikocok dan didiamkan sejenak hingga terbentuk dua lapisan. Satu komponen dari campuran akan memiliki kelarutan dalam kedua lapisan tersebut (biasanya disebut fase) dan setelah beberapa waktu dicapai kesetimbangan konsentrasi dalam kedua lapisan. (Tobo, 2001).

2.8. Kromatografi

Kromatografi merupakan metode pemisahan suatu senyawa yang didasarkan atas perbedaan laju perpindahan dari komponen-komponen dalam campuran. Pemisahan dengan metode kromatografi dilakukan dengan memanfaatkan sifat-sifat fisik dari sampel, seperti kelarutan, adsorpsi, keatsirian dan kepolaran. Kelarutan merupakan kecenderungan molekul untuk dapat melarut dalam cairan. Adsorpsi penyerapan merupakan kecenderungan molekul untuk melekat pada permukaan serbuk halus (Johnson *and* Stevenson, 1991).

Kromatografi merupakan teknik pemisahan campuran berdasarkan perbedaan distribusi komponen antara dua fasa, fasa diam (padat atau cair) dan fasa gerak (cair atau gas), sehingga terjadi perbedaan migrasi dari masing-masing komponen. Metode pemisahan kromatografi sangat bergantung pada jenis fase diam yang digunakan. Jenis fase diam yang digunakan menentukan interaksi yang terjadi antara analit dengan fase diam dan gerak (Wulandari, 2010). Bahan silika paling sering digunakan untuk memisahkan aglikon yang kurang polar, misalnya isoflavon, flavanon, metil flavon, dan flavonol, menggunakan jenis silika: Kieselgel 60, 70-230 mesh (Merck) untuk kromatografi kolom (Markham, 1988).

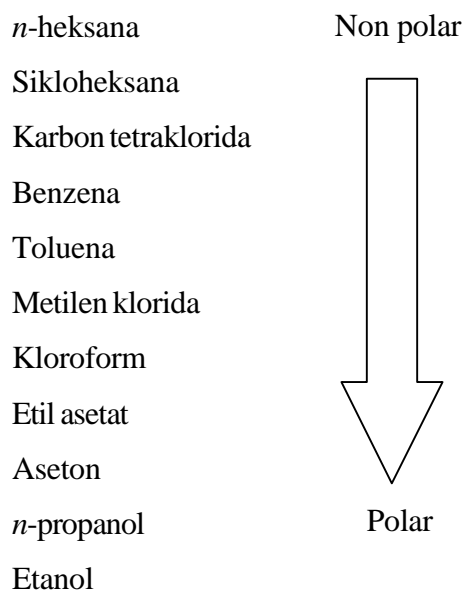
Untuk mengisolasi senyawa flavonoid digunakan beberapa teknik kromatografi antara lain kromatografi lapis tipis (KLT), kromatografi cair vakum (KCV), dan kromatografi kolom (KK).

2.8.1. Kromatografi lapis tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis adalah metode pemisahan fisikokimia yang terdiri atas bahan berbutir-butir (fase diam), ditempatkan pada penyangga berupa pelat gelas, logam, atau lapisan yang sesuai. Campuran yang akan dipisah, berupa larutan yang ditotolkan berupa bercak atau pita. Setelah plat atau lapisan di letakan di dalam bejana tertutup rapat yang berisi larutan pengembang yang sesuai (fase gerak). Kromatogram terbentuk karena gerakan kapiler pelarut ke atas selanjutnya, senyawa yang tidak berwarna harus ditampakkan (dideteksi) (Stahl, 1985). KLT berupa plat dari kaca, logam, atau lapisan yang cocok yang menyangga fase diam dari bahan silika atau bahan lainnya yang dilapiskan ke permukaan plat. Campuran yang akan dipisah berupa larutan, ditotolkan menggunakan pipa kapiler pada plat yang sudah disiapkan. Setelah itu, plat KLT diletakkan ke dalam bejana tertutup rapat yang berisi larutan pengembang yang cocok (fase gerak) (Stahl, 2013). Pemisahan senyawa pada KLT karena adanya perbedaan laju zat terlarut yang terbawa oleh eluen. Senyawa yang kurang polar biasanya akan terbawa lebih dahulu oleh eluen dibandingkan dengan senyawa yang polar (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.8.2. Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Teknik KCV dilakukan dengan suatu sistem yang bekerja pada kondisi vakum secara kontinyu, sehingga diperoleh kerapatan kemasan yang maksimum atau dengan menggunakan tekanan rendah untuk meningkatkan laju alir fasa gerak. Urutan eluen yang digunakan dalam kromatografi diawali dari eluen yang mempunyai tingkat kepolaran rendah kemudian kepolarannya ditingkatkan secara perlahan-lahan seperti pada Gambar 5 (Hostettmann *et al.*, 1995).



Gambar 5. Urutan tingkat kepolaran eluen (Gritter *et al.*, 1991).

2.8.3. Kromatografi Kolom (KK)

Kromatografi kolom merupakan metode pemisahan yang didasarkan pada pemisahan daya adsorpsi suatu adsorben terhadap suatu senyawa, baik pengotor ataupun hasil isolasinya. Seberapa jauh komponen itu dapat terserap oleh suatu adsorben tergantung sifat fisika komponen tersebut. Prinsip kerja kromatografi kolom berdasarkan perbedaan daya serap dari masing-masing komponen. Senyawa yang memiliki sifat polar akan lebih mudah terserap, sehingga mengakibatkan turun lebih lambat, dan begitu sebaliknya untuk senyawa yang memiliki sifat kurang polar ataupun non polar (Sastrohamidjojo, 1991), pada prinsipnya digunakan untuk memisahkan campuran beberapa senyawa yang diperoleh dari isolasi. Dengan menggunakan fase padat dan fasa cair maka fraksi-fraksi senyawa akan menghasilkan kemurnian yang cukup tinggi. Kromatografi kolom merupakan kromatografi cair-adsorpsi yang dilakukan hanya berdasarkan gaya gravitasi bumi (Gritter *et al.*, 1991).

2.9. Spektrofotometri

Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari tentang cara menganalisis spektrum suatu senyawa dan interaksi antara energi cahaya dan materi. Teknik spektroskopi adalah absorpsi energi tertentu oleh suatu senyawa organik, dapat digunakan untuk menentukan struktur dari senyawa organik tersebut (Fessenden dan Fessenden, 1999). Metode spektroskopi yang digunakan antara lain, spektroskopi inframerah (IR), spektroskopi ultraungu-tampak (UV-Vis).

2.9.1. Spektroskopi Inframerah (IR)

Pada spektroskopi (IR), senyawa organik akan menyerap berbagai frekuensi radiasi elektromagnetik infra merah. Hasil analisis biasanya berupa sinyal spektrum hubungan inframerah IR terhadap bilangan gelombang. Untuk identifikasi, sinyal sampel akan dibandingkan dengan sinyal standar. Sampel untuk metode ini harus dalam bentuk murni agar tidak terganggu dari gugus fungsi kontaminan yang akan mengganggu sinyal kurva yang diperoleh (Riyadi dkk., 2009).

Penggunaan spektrum inframerah dalam menentukan senyawa organik berada antara $650\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$. Daerah di bawah frekuensi 650 cm^{-1} dinamakan daerah infra merah jauh dan daerah di atas frekuensi 4000 cm^{-1} dinamakan infra merah dekat (Sudjadi, 1983). Daerah antara $1400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah khusus yang berguna untuk identifikasi gugus fungsional. Daerah ini menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh vibrasi uluran. Daerah antara $1400\text{-}700\text{ cm}^{-1}$ (daerah sidik jari) seringkali sangat rumit karena menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh vibrasi uluran dan tekukan (Fessenden dan Fessenden, 1999).

2.9.2. Spektroskopi ultraviolet-tampak (UV-Vis)

Spektrofotometri UV-Vis merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara radiasi elektromagnetik sinar UV-Vis dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia, diukur menggunakan alat spektrofotometer. Prinsip analisis spektrofotometri UV-Vis pada senyawa organik adalah interaksi senyawa

organik dengan mengabsorpsi sinar ultra lembayung dan sinar tampak, yang menyebabkan elektron ikatan dan non-ikatan senyawa akan mengalami eksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Absorpsi sinar UV-Vis yang menyebabkan eksitasi elektron-elektron ini direkam dalam bentuk spektrum yang dinyatakan sebagai panjang gelombang dan absorbansi, sesuai dengan elektron-elektron yang terdapat dalam senyawa (Suhartati, 2017).

Menurut Markham (1988), spektrum khas untuk senyawa flavonoid terdiri dari dua panjang gelombang maksimal yaitu pada rentang 240-285 nm (pita II) dan 300-550 nm (pita I). Pita I merupakan serapan maksimum yang menunjukkan adanya gugus sinamoil pada cincin B dan pita II menunjukkan adanya gugus benzoil pada cincin A. Rentang panjang gelombang untuk setiap jenis flavonoid dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rentang serapan spektrum UV-Vis untuk flavonoid (Markham, 1988).

Pita II (nm)	Pita I (nm)	Jenis Flavonoid
250 – 280	310 – 350	Flavon
250 – 280	330 – 360	Flavonol
250 – 280	350 – 385	Flavonol
245 – 275	310 – 330	Isoflavon
275 – 295	300 – 390	Flavanon & dihidroflavon
230 – 270	340 – 390	Calkon
270 – 280	465 – 560	Antosianidin & antosianin

2.10. Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa khas yang dihasilkan atau diturunkan oleh organisme hidup, termasuk struktur analognya dibuat sintetik dan dengan kadar rendah mampu menghambat proses penting dalam kehidupan satu atau lebih mikroorganisme (Myllyniemi, 2004). Mekanisme kerja obat antibiotik atau

antibakteri terhadap mikroorganisme dapat berupa menghambat sintesis metabolit-metabolit yang esensial seperti protein, dan asam nukleat (Chusnie *and* Lamb, 2005), dapat menghambat sintesa dinding sel atau membran plasma (Rustama dan Lingga, 2005). Berdasarkan dari mekanismenya, maka antibiotik ini dapat mempunyai efek:

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).

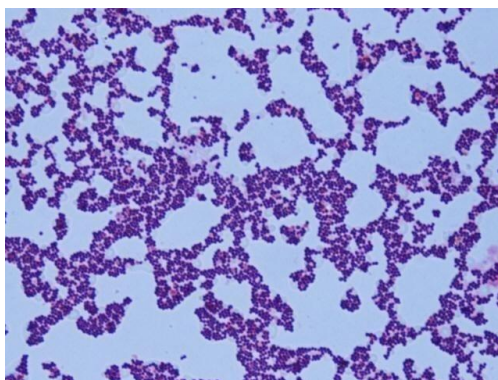
Uji antibakteri senyawa flavonoid dengan metode difusi cakram pernah dilakukan. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, diketahui senyawa flavonoid artonin E (konsentrasi 250 µg/disc) yang diisolasi dari kulit akar *A. rigida* Blume aktivitas antibakteri mempunyai terhadap bakteri *E. coli* dan *Bacillus subtilis* dengan diameter zona hambat 12 mm (kategori kuat) dan 9 mm (kategori sedang) (Suhartati *et al.*, 2008).

2.10.1. 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 patogen adalah bakteri yang mampu menyebabkan penyakit dan dapat menyebar melalui populasi manusia dalam berbagai cara. Pengobatan infeksi yang disebabkan bakteri patogen melibatkan penggunaan antibiotik, obat yang telah diformulasikan khusus untuk membunuh bakteri (Hanafiah, 2005).

2.10.2. *Staphylococcus aureus*

S. aureus merupakan bakteri gram positif, tidak membentuk spora, tidak bergerak, anaerob fakultatif, tumbuh optimal pada suhu 30-37 dan tumbuh baik pada 1-7 % NaCl. Koloni biasanya buram, bisa berwarna putih atau keputihan dan terkadang kuning-oranye. Bakteri ini mempunyai enzim katalase dan tidak memiliki enzim oksidase, mampu mengubah nitrat menjadi nitrit. *S. aureus* telah diketahui tidak hanya menyebabkan infeksi kulit tetapi juga menyebabkan limfoma kulit (Fuji, 2022). Beberapa antibiotik dapat digunakan untuk membunuh *S. aureus*, antara lain ampisilin, penisilin, tetrasiklin, kloksasilin, sefalosporin, vankomisin dan metisilin (Tirta, 2010). Bakteri *S. aureus* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Foto bakteri *S. aureus* (Singh *et al.*, 2018).

2.10.3. *Salmonella sp.*

Salmonella sp. adalah mikroorganisme intraseluler fakultatif, bersifat Gram-negatif dan patogen yang menyebabkan 1,3 miliar kasus penyakit setiap tahunnya. *Salmonella* menyebabkan infeksi gastroenteritis dengan gejala: diare, kram, mual, muntah, dan demam. Kontaminasi *Salmonella* pada berbagai makanan menjadi masalah kesehatan bagi masyarakat yang signifikan, baik secara domestik maupun internasional, dengan menginfeksi jutaan orang setiap tahun. Diperkirakan 30,6 % kematian disebabkan oleh bakteri yang dikonsumsi dalam makanan (Santus *et al.*, 2022). Tiga antibiotik utama yang dapat

menghambat pertumbuhan *Salmonella* sp. yaitu siprofloksasin, gentamisin, dan amikasin (Susmita *et al.*, 2022). Bakteri *Salmonella* sp dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Foto bakteri *Salmonella* sp. (Rahman *et al.*, 2018).

2.11. Antidiabetes

Pengaturan gula darah yang tidak stabil, menimbulkan konsekuensi serius bagi kesehatan. Di sisi lain, tanaman obat dapat bertindak sebagai sumber alternatif agen antidiabetes. Potensi menguntungkan dari setiap matriks tanaman diberikan oleh tindakan gabungan dan terpadu dari profil senyawa aktif biologis mereka (Salehi *et al.*, 2019). Ada beberapa kelas obat hipoglikemik oral yang memberikan efek antidiabetes melalui mekanisme yang berbeda, yaitu sulfonilurea, biguanida, inhibitor α -glukosidase, tiazolidindion, dan *secretagogues* non sulfonilurea. Sulfonilurea oral, seperti glimepirid dan glibinklamid, bertindak untuk mengurangi gula darah, terutama dengan meningkatkan pelepasan insulin. Meskipun obat hipoglikemik oral sintetik bersama insulin adalah rute utama untuk mengendalikan diabetes, mereka gagal untuk membalikkan perjalanan komplikasinya sepenuhnya dan semakin memperburuknya dengan fakta bahwa mereka juga menunjukkan efek samping yang menonjol. Ini membentuk kekuatan utama untuk menemukan sumber alternatif agen antidiabetes.

2.11.1. Diabetes

Diabetes dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu diabetes tipe 1 dan tipe 2. Diabetes tipe 1, yang dikenal sebagai diabetes ketergantungan terhadap insulin,

adalah salah satu gangguan metabolisme yang terjadi pada masa kanak-kanak (Atkinson *et al.*, 2014). Patogenesis diabetes tipe 1 melibatkan penghancuran autoimun yang dihubungkan oleh sel T dari sel beta pankreas yang menghasilkan insulin. Selanjutnya, ini menyebabkan defisiensi sekresi insulin dalam tubuh, yang mengakibatkan glukosa tidak bisa diubah menjadi glikogen dan mengakibatkan tingginya kadar glukosa dalam darah (Simmons *and* Michels, 2015). Sedangkan diabetes tipe 2 apabila tubuh memproduksi insulin, tetapi insulin tidak dapat digunakan dalam proses glukoneogenesis. Jenis diabetes ini lebih sering dijumpai oleh manusia yang memiliki usia di atas 40 tahun, tetapi dapat juga terjadi sejak usia 20 tahun. Persentase penderita diabetes tipe 2 sekitar 90-95% (Tandra, 2017).

Salah satu cara untuk mengurangi tingginya kadar glukosa dalam darah yaitu dengan memberikan obat yang bekerja sebagai inhibitor pada enzim α -amilase dan α -glukosidase. Penghambatan terhadap enzim α -amilase dan α -glukosidase dapat menunda dan memperlambat waktu cerna karbohidrat, menyebabkan penurunan laju absorpsi glukosa dan mencegah peningkatan kadar glukosa dalam darah (Sales *et al.*, 2012; Yuningtyas dan Artianti, 2015). Penentuan aktivitas enzim α -amilase menggunakan metode Fuwa (1954), dengan prinsip pengukuran sisa substrat yang tidak terhidrolisis oleh enzim α -amilase yang menghasilkan oligosakarida dan glukosa. Substrat yang tidak terhidrolisis menghasilkan kompleks berwarna biru dengan iodine dan dapat diamati absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 600 nm (Fuwa, 1954; Sudha *et al.*, 2011).

2.11.2. Amilase

Enzim didefinisikan sebagai protein yang dibuat oleh sel hidup dan mempengaruhi reaksi kimia. Dilihat dari fungsi enzim, enzim merupakan katalis pada sistem biologis atau biokatalisator. Sifat utama enzim adalah memiliki daya katalitik yang besar dan sangat spesifik (Apriyanto, 2021). Enzim bekerja dengan mengikat permukaan molekul reaktan, sehingga mempercepat reaksi. Percepatan reaksi terjadi karena enzim mengurangi energi, energi inilah yang mendorong reaksi (Lehninger, 1995). Enzim amilaselolitik terdiri dari dua

enzim yaitu amilase dan selulase. Amilase adalah enzim yang dapat mengkatalisis internal α -1,4-glikosidik dalam pati, yang menjadikan karbohidrat sederhana seperti oligosakarida (dekstrin), disakarida (maltosa), dan monosakarida (glukosa) (Indriati *et al.*, 2018).

Enzim amilase diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu: α -amilase, β -amilase, dan glukoamilase. Alfa-amilase, merupakan salah satu enzim yang berperan dalam proses degradasi pati, dengan memotong ikatan α -1,4- glikosidik dari bagian dalam pati yang menghasilkan glukosa, maltosa, atau dekstrin. Enzim β -amilase adalah enzim yang memotong ikatan α -1,4-glikosidik pada bagian ujung gula pereduksi menghasilkan maltosa. Sedangkan glukoamilase adalah enzim amilase yang memotong ikatan α -1,4 -glikosidik menghasilkan glukosa (Xiao *et al.*, 2006).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – April 2024 bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Uji bioaktivitas dilakukan di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Analisis spektroskopi UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Analisis spektrofotometri *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) di Laboratorium Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung (ITB).

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, *rotary evaporator* (*Heidhollp*), Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Cair Vakum (KCV), Kromatografi Kolom (KK), lampu UV, pipa kapiler, neraca analitik, *autoclave*, *Laminar Air Flow* (LAF) 9005-FL Crumair Spain, jarum ose, cawan petri, inkubator, Bunsen, mikropipet, spektroskopi IR Cary 630 Agilent USA, dan spektroskopi UV-Vis Cary 100 UV-Vis Agilent Australia.

Adapun bahan yang digunakan kayu cabang tumbuhan Kenangkan (*A. rigida*) yang diperoleh dari Desa Keputran, Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung, Indonesia, serium sulfat ($\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$) 1,5 % dalam asam sulfat (H_2SO_4) 15 %, akuades, pelarut diklorometana, metanol, aseton, etil

asetat, dan *n*-heksana dalam kualitas teknis yang telah didestilasi, Silika gel 60 G *for TLC* Merck Germany, silika gel 60 (0,063-0,200 mm) *for column chromatography* Merck Germany, plat KLT silika gel 60 F254 Sigma-Aldrich Germany, NaOH 2 M, dan AlCl₃ 5 %.

Bahan-bahan uji bioaktivitas antibakteri meliputi kertas Whatman no. 42, akuades, media *Nutrient Agar* (NA), bakteri *S. aureus*, bakteri *Salmonella* sp., siprofloksasin, dan amoksisilin. Sedangkan bahan-bahan uji bioaktivitas antidiabetes meliputi sampel, pelarut DMSO, enzim α -amilase tipe II A *Bacillus* sp. dari Sigma, pati 1%, akarbosa, larutan iodin 0,2 % dalam larutan kalium iodida 2 %.

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Pengumpulan dan Persiapan Sampel

Sampel berupa kayu cabang tumbuhan Kenangan (*A. rigida*) yang didapatkan dari Desa Keputran Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung. Lalu sampel dipotong-potong hingga berukuran kecil, kemudian sampel tersebut dikeringkan dan dihaluskan.

3.3.2. Ekstraksi Sampel

3.3.2.1. Maserasi Tidak Bertingkat

Serbuk kayu cabang tumbuhan Kenangan (*A. rigida*) yang sudah dihaluskan sebanyak 2 kg diekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut metanol teknis (metanol hasil destilasi) selama 1 x 24 jam sebanyak tiga kali pengulangan. Maserat yang diperoleh disaring menggunakan kertas saring kemudian dipekatkan dengan menggunakan alat penguap *rotary evaporator* pada suhu 40°C dan 110 rpm, kemudian ekstrak pekat yang diperoleh ditimbang agar mengetahui berat sampel ekstrak kasar metanol.

3.3.2.2. Maserasi Bertingkat

Serbuk kayu cabang tumbuhan Kenangan (*A. rigida*) yang sudah dihaluskan sebanyak 1 kg diekstraksi dengan cara maserasi bertingkat pertama menggunakan pelarut *n*-heksana teknis (*n*-heksana hasil destilasi) dilakukan selama 1 x 24 jam sebanyak tiga kali pengulangan. Maserat yang diperoleh disaring lalu serbuk kayu dikeringkan di ruangan agar tidak terkena sinar matahari hingga serbuk kering. Serbuk kering dilakukan maserasi kembali menggunakan pelarut DCM teknis (DCM hasil destilasi) dilakukan selama 1 x 24 jam sebanyak tiga kali pengulangan. Maserat yang diperoleh disaring menggunakan kertas saring kemudian dipadatkan dengan menggunakan alat penguap *rotary evaporator* pada 40°C dan 110 rpm, kemudian ekstrak pekat yang diperoleh ditimbang agar mengetahui berat sampel ekstrak kasar DCM dan dilakukan KLT.

3.3.3. Fraksinasi Ekstrak

Fraksinasi ekstrak metanol, dilakukan secara partisi dengan pelarut *n*-heksana dengan perbandingan volume antara pelarut *n*-heksana: metanol (1:1) sebanyak tiga kali pengulangan menggunakan corong pisah, kemudian residu ekstrak metanol yang diperoleh langsung dipartisi kembali menggunakan pelarut DCM dengan tiga kali pengulangan, perlakuan sama seperti mempartisi pelarut *n*-heksana, setelah itu fraksi ekstrak DCM dipadatkan hingga kering menggunakan alat *rotary evaporator* pada suhu 40°C dan 110 rpm. Fraksi ekstrak DCM yang kering ditimbang dan dilakukan KLT.

3.3.4. Kromatografi

3.3.4.1. Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Hasil fraksinasi yang menandai adanya noda, kemungkinan terdapat senyawa flavonoid dan akan dipisahkan menggunakan KCV. Pada Penelitian ini fraksi DCM dilakukan fraksinasi secara KCV menggunakan adsorben silika gel G 60 (silika halus) sebagai fase diam dan pelarut *n*-heksana:etil asetat sebagai eluen. Corong Buchner kaca masir yang berada di atas kolom KCV diisi dengan fase diam sebanyak 10 kali berat sampel. Kemudian silika gel yang telah dikemas, divakum

dengan alat vakum hingga padat dan rata. Selanjutnya silika gel ditutup dengan kertas saring dan dituangkan *n*-heksana 100 % dalam keadaan divakum. Pengulangan penambahan *n*-heksana dilakukan hingga tidak ada rongga yang nampak dan tetesan pelarut, setelah itu, kertas saring diambil lalu ditambahkan sampel yang telah diimpregnasi dengan silika kasar pada bobot 2 kali berat sampel dan di bagian atas sampel ditutup dengan kertas saring, selanjutnya dielusi.

Proses elusi dimulai dari tingkat kepolaran yang rendah sampai kepolaran yang tinggi (100 : 0 s/d 0 : 100 %) dengan eluen *n*-heksana:etil asetat secara perlahan-lahan. Kolom divakum hingga kering pada setiap penambahan eluen (tiap kali elusi dilakukan), kemudian fraksi-fraksi yang diperoleh dimonitoring dengan KLT, setelah itu digabungkan berdasarkan noda dan nilai R_f yang sama. Fraksi hasil gabungan di-KLT kembali, lalu ditentukan fraksi yang berpotensi mengandung senyawa flavonoid dan dimurnikan lebih lanjut menggunakan kromatografi kolom (KK).

3.3.4.2. Kromatografi Kolom (KK)

Fraksi hasil KCV dimurnikan lebih lanjut dengan kromatografi kolom. Eluen yang akan digunakan dalam KK ditentukan berdasarkan KLT fraksi yang akan di KK. Eluen dipilih dari KLT tersebut yang memiliki nilai R_f 0,2 sampai 0,3. Adsorben yang digunakan berupa silika gel 60 (70-230 mesh ASTM) dan silika gel 60 (untuk kromatografi lapis tipis) yang ditempatkan di lapisan tengah sehingga terdapat 3 lapisan. Silika gel disuspensikan dan diaduk dalam eluen yang akan digunakan pada proses pengelusian hingga berbentuk bubur (*slurry*). *Slurry* tersebut dimasukkan ke dalam kolom sampai kerapatannya maksimum (tidak berongga) dan rata, kemudian sampel yang telah diimpregnasi pada silika gel 60 (70-230 mesh ASTM) dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi adsorben (fase diam). Pada saat sampel dimasukkan, diupayakan agar kolom tidak kering/kehabisan eluen karena dapat mempengaruhi kerapatan fase diam yang telah dikemas rapat sehingga proses elusi dapat terganggu.

3.3.4.3. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Setiap fraksi sebelum dan sesudah fraksinasi dilakukan uji KLT untuk melihat pola pemisahan komponen-komponen dalam senyawa atau R_f -nya. Sampel yang akan dilakukan KLT dilarutkan dalam pelarut yang sesuai, kemudian sampel ditotolkan menggunakan pipa kapiler ke permukaan plat silika, setelah dilakukan elusi terhadap plat KLT, plat KLT dikering anginkan pada suhu kamar, bercak/noda dalam plat dilihat di bawah lampu UV pada panjang gelombang 254 dan 365 nm. Selanjutnya plat KLT disemprot menggunakan larutan $Ce(SO_4)_2$ (serium sulfat) dan dimasukkan ke dalam oven suhu $80^\circ C$ selama 3 sampai 5 menit untuk menampakkan noda hasil KLT, kemudian dihitung nilai R_f yang diperoleh berdasarkan persamaan berikut ini:

$$Rf = \frac{r1}{r2}$$

Keterangan:

r_1 = jarak yang ditempuh substansi (cm)

r_2 = jarak yang ditempuh fase gerak (cm)

3.3.5. Analisis Kemurnian

Analisis kemurnian sampel dilakukan menggunakan KLT dengan tiga sistem eluen berbeda yang menghasilkan noda tunggal di bawah sinar UV 254 dan 365 nm maupun setelah disemprot dengan serium sulfat. Hasil elusi menggunakan tiga sistem eluen berbeda tersebut memiliki noda tunggal dengan R_f masing-masing 0,2; 0,4; dan 0,6.

3.3.6. Uji Titik Leleh

Untuk uji titik leleh, sebelum dilakukan pengukuran, alat pengukur titik leleh tersebut dibersihkan terlebih dahulu karena pengotor akan menaikkan atau menurunkan temperatur titik leleh kristal yang diperoleh. Kristal yang berukuran besar terlebih dahulu digerus hingga berbentuk serbuk. Kemudian kristal yang akan ditentukan titik lelehnya diletakkan pada lempeng kaca, diambil sedikit dengan menggunakan pipet kapiler. Alat dihidupkan dan titik leleh diamati

dengan bantuan kaca pembesar. Titik leleh kristal ditentukan dari suhu pada saat kristal hingga semua kristal meleleh. Pengujian titik leleh ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memantapkan hasil yang didapat. Apabila menunjukkan titik leleh yang sama atau jarak suhu pertama meleleh hingga akhir meleleh, maksimal 3 derajat maka dapat disimpulkan bahwa senyawa yang diperoleh sudah murni.

3.3.7. Analisis Struktur

Senyawa murni yang telah diperoleh dalam bentuk padatan atau kristal diidentifikasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan inframerah (*IR*).

3.3.7.1. Spektrofotometri UV-Vis

Sampel yang berupa kristal murni sebanyak 1 mg dilarutkan dalam 100 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 AlCl_3 5 % (0,25 gram AlCl_3 dalam 5 mL metanol), HCl (5 mL HCl dalam 10 mL akuades), natrium hidroksida (NaOH) 2 M (0,8 gram NaOH dalam 10 mL akuades), dan padatan natrium asetat (NaOAc).

3.3.7.2. Spektrofotometri IR

Sampel kristal hasil isolasi yang telah murni dianalisis menggunakan spektrofotometer inframerah untuk mengetahui bilangan gelombang yang dapat menunjukkan gugus fungsi yang dimiliki senyawa isolat murni, sebelumnya dilakukan terlebih dahulu proses preparasi dengan cara sampel dibebaskan dari air dengan cara diangin-anginkan, kemudian digerus bersama dengan padatan halida anorganik yang berupa KBr. Gerasan kristal murni dengan KBr dibentuk menjadi lempeng tipis atau pelet dengan bantuan alat penekan (*hand press*). Kemudian pelet tersebut diukur puncak serapannya (Sudjadi, 1983).

3.3.8. Uji Antidiabetes

Uji bioaktivitas antidiabetes ditentukan dengan metode iodine yang telah dimodifikasi (Fuwa, 1954). Pada pengujian ini dibuat 4 larutan yang berbeda (A1- A4) dan dilakukan secara duplo. Larutan pati dibuat dengan 0,15 gram pati yang dilarutkan ke dalam 15 mL akuades pada labu Erlenmeyer 100 mL. Lalu dipanaskan di atas *hotplate* dengan suhu 100°C. Larutan inhibitor dibuat dengan melarutkan 5 mg senyawa murni/fraksi dengan DMSO hingga 2,5 mL (didapatkan konsentrasi 2000 ppm), selanjutnya diencerkan menjadi 1500, 1000 dan 500 ppm. Kemudian dibuat 4 kelompok (A1-A4).

Larutan A1 : Sebanyak 0,25 mL sampel ditambah 0,25 mL enzim α -amilase dicampur sampai homogen dalam tabung reaksi.

Larutan A2 : Sebanyak 0,25 mL sampel ditambah 0,25 mL akuades dicampur sampai homogen dalam tabung reaksi.

Larutan A3 : Sebanyak 0,25 mL enzim α -amilase ditambah akuades 0,25 mL.

Larutan A4 : Akuades 0,5 mL.

Keempat kelompok larutan didiamkan selama 10 menit, lalu ditambahkan 0,25 mL larutan pati (substrat) dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37 °C setiap 10 menit diaduk, larutan HCl 1 N ditambahkan untuk menghentikan reaksi, kemudian ditambahkan sebanyak 0,25 mL larutan iodine dan 4 mL akuades, kemudian diambil 1 mL dan diencerkan dengan 2 mL akuades dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm. Semua sampel diuji dan dihitung persen inhibisinya berdasarkan Persamaan berikut:

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

Keterangan :

A1 : absorbansi rata-rata sampel + pati + enzim

A2 : absorbansi rata-rata sampel + pati

A3 : absorbansi rata-rata pati + enzim

A4 : absorbansi rata-rata pati (Mwakalukwa *et al.*, 2020).

3.3.9. Uji Antibakteri

Uji bioaktivitas antibakteri berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Bauer *et al.*, 1996) menggunakan metode difusi kertas cakram. Uji antibakteri menggunakan media Nutrient Agar (NA). Sebanyak 4,2 gram NA dilarutkan dalam akuades hingga volume akhir 150 mL, kemudian dipanaskan selama 15 menit sampai larut. Setelah itu, media agar dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 mL sebagai media dasar untuk dituangkan dalam cawan petri, 5 mL media agar dan 1 mL akuades/tabung reaksi disiapkan untuk suspensi bakteri. Selanjutnya, semua alat dan bahan disterilisasi selama 15 menit dalam *autoclave* dengan tekanan 1 atm. Senyawa hasil isolasi sebanyak 1,5 mg dilarutkan dalam 150 μ L metanol. Larutan ini selanjutnya di-impregnasi ke kertas *disc* yang masing-masing memiliki konsentrasi: 0,3; 0,4; dan 0,5 mg/*disc*.

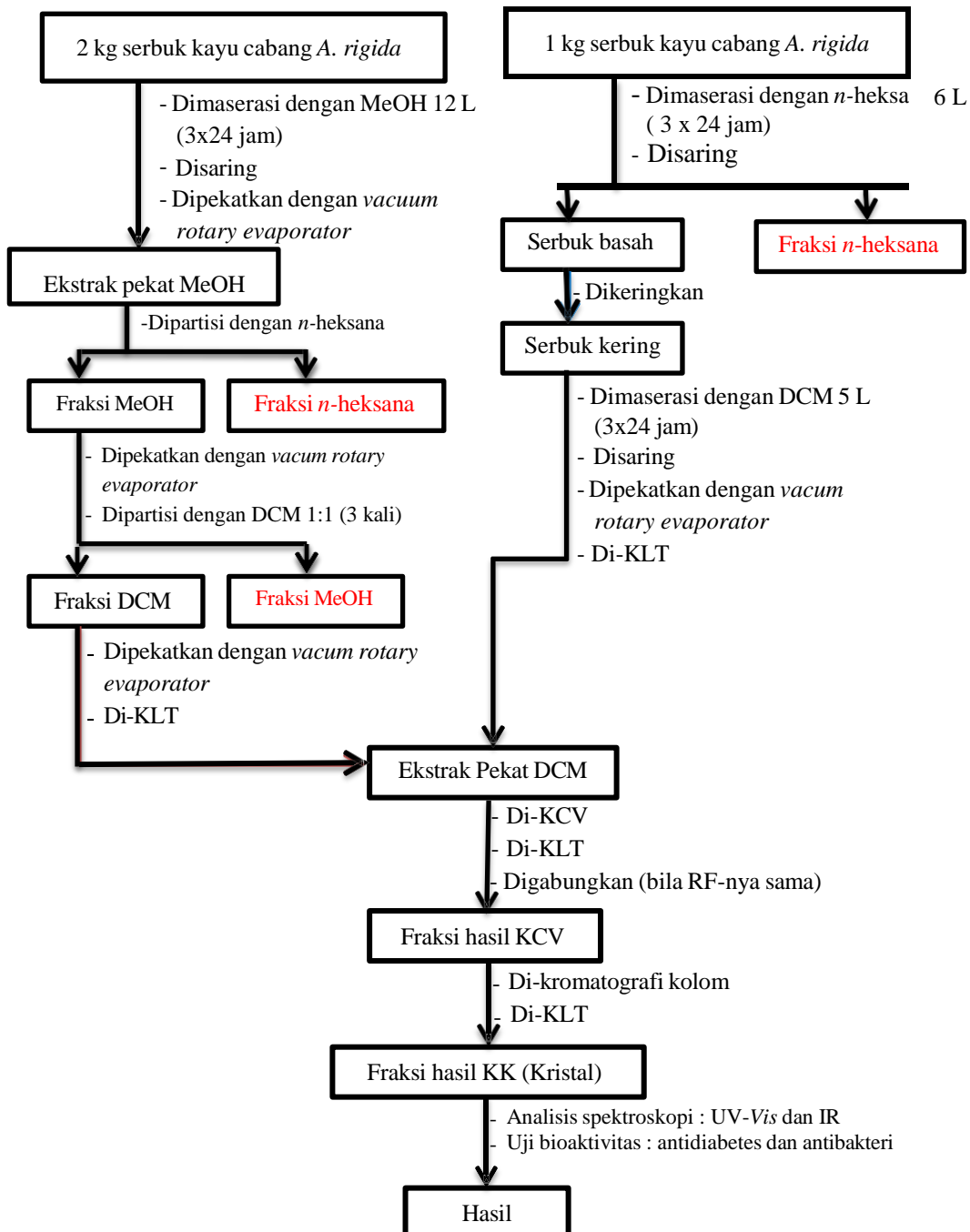
Pada uji antibakteri terhadap *S. aureus* digunakan kontrol positif amoksisilin, sedangkan uji antibakteri terhadap *Salmonella* sp. digunakan siprofloksasin. Konsentrasi kontrol positif dibuat sama dengan konsentrasi senyawa hasil isolasi.

Alat dan bahan yang telah disterilisasi ditempatkan ke dalam *Laminar Air Flow*, dan uji antibakteri selanjutnya dilakukan di dalam *Laminar Air Flow*. Media agar 15 mL dituangkan ke dalam cawan petri, ditutup, dan permukaannya diratakan dengan cara digoyang, setelah media memadat, tutup cawan petri dibuka dan dimasukkan media agar 5 mL yang sudah ditambahkan akuades yang berisi bakteri 1 *ose*, dibiarkan memadat kembali, kemudian kertas cakram yang berisi sampel, kontrol positif dan kontrol negatif diletakkan di permukaan media yang berisi bakteri pada jarak seperempat media dalam cawan petri.

Cawan petri ditutup dan pinggiran cawan petri disegel dengan *plastic wrap*, lalu dibungkus dengan kertas, kemudian diinkubasi ke dalam inkubator selama 1x24 jam, setelah 1x24 jam, kertas pembungkus dibuka, zona bening yang terbentuk diamati dan diukur diameternya menggunakan penggaris.

3.4. Diagram Penelitian

Diagram penelitian ini disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram penelitian uji bioaktivitas antidiabetes dan antibakteri senyawa flavonoid dari fraksi diklorometana kayu cabang tumbuhan kenangan (*A. rigida blume*).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini telah berhasil diisolasi dan dikarakterisasi senyawa sikloartokarpin (Cb) berdasarkan analisis spektroskopi UV-Vis dan FT-IR dari fraksi DCM kayu cabang tumbuhan kenangan (*A. rigida* Blume) sebanyak 15 mg dan berbentuk kristal jarum berwarna kuning.
2. Senyawa hasil isolasi berpotensi sebagai obat antibakteri dan antidiabetes, senyawa sikloartokarpin dapat menghambat aktivitas enzim α -amilase dengan persen inhibisi sebesar 90,18% pada konsentrasi 1500 ppm, kemudian pada uji antibakteri terhadap *S. aureus* memiliki daya hambat kategori kuat dengan konsentrasi 0,3; 0,4; dan 0,5 mg/disc, sedangkan terhadap bakteri *Salmonella* sp. memiliki daya hambat kategori sedang pada konsentrasi 0,3 dan 0,4 mg/disc dan termasuk kategori kuat pada konsentrasi 0,5 mg/disc.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Melakukan uji aktivitas penghambat enzim α -glukosidase untuk mengetahui potensi senyawa flavonoid dari kayu cabang *A. rigida* Blume.
2. Melakukan uji aktivitas biologis lain seperti uji antijamur, antikanker, antioksidan, antimalaria, dan toksisitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.A.1986. *Kimia Organik Bahan Alam, Materi 4: Ilmu Kimia Flavonoid*. Penerbit Karunia Universitas Terbuka. Jakarta. Hlm 17, 39.
- Afifah, R. 2012. Optimasi proses ekstraksi minyak ikan dengan metode soxhletasi dengan variasi jenis pelarut dan suhu berbeda. *JGT*. **5**(3):164-170.
- Al-Ishaq, R. K., Abotaleb, M., Kubatka, P., Kajo, K., and Büsselberg, D. 2019. Flavonoids and their anti-diabetic effects: Cellular mechanisms and effects to improve blood sugar levels. *Biomolekul*. **9**(9): 1-35.
- Apriyanto, M. 2021. *Kimia Pangan*. Nuta Media. Yogyakarta. 112-113.
- Argina, A. M. 2020. Penerapan metode klasifikasi k-nearest neighbor pada dataset penderita penyakit diabetes. *IJDS*. **1**(2): 29–33.
- Atkinson, M. A., Eisenbarth, G. S., and Michels, A. W. 2014. Type 1 diabetes. *Lancet*. **383**(9911):69-82.
- Bauer A.W., Kirby, W.M., Sherris J.C., Turck M. 1996. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol*. **45**(4):493-6.
- Boonyaketguson, S., Du, Y., Valenciano, M. A. L., Cassera, M. B, Kingston, D.G. I., and Trisuwan, K. 2020. Flavanones from the twigs and barks of *Artocarpus lakoocha* having antiplasmodial and anti-TB activities. *Chem. Pharm. Bull*. **68**(7): 671–4.
- Chang, S. K., Jiang, Y., and Yang, B. 2021. An update of prenylated phenolics: food sources, chemistry and health benefits. *Trends. Food. Sci. Technol*. **108**: 197–213.

- Chávez-Reyes, J., Escárcega-González, C. E., Chavira-Suárez, E., León-Buitimea, A., Vázquez-León, P., Morones-Ramírez, J. R., Villalón, C. M., Quintanar-Stephano, A., and Marichal-Cancino, B. A. 2021. Susceptibility for some infectious diseases in patients with diabetes: the key role of glycemia. *Front. Pub. Health.* **9**(2):1–18.
- Chusnie, T. P. and Lamb, A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoid. *Int J Antimicrob Agents.* **26**: 163-167.
- Elya, B., Handayani, R., Sauriasari, R., Azizahwati, Hasyiyati, U. S., Permana, I. T., and Permatasari, Y. I. 2015. Antidiabetic activity and phytochemical screening of extracts from Indonesian plants by inhibition of alpha amylase, alpha glucosidase and dipeptidyl peptidase IV. *Pakistan J. Bio. Sci.* **18**(6): 273–278.
- Ersam, T. 2004. Keunggulan Biodiversitas Hutan Tropika Indonesia dalam Merencanakan Model Molekul Alami. *Prosiding Seminar Nasional Kimia VI.* ITS: Surabaya. Hlm. 4-12.
- Falade, M. O., Akinboye, D. O., Gbotosho, G. O., Ajaiyeoba, E. O., Happi, T. C., Abiodun, O. O., and Oduola, A. M. J. 2014. In vitro and in vivo antimalarial activity of *Ficus thonningii* blume (Moraceae) and *Lophira alata banks* (Ochnaceae), identified from the ethnomedicine of the Nigerian middle belt. *J. Parasit. Res.* 2014: 1-6.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. 1999. *Kimia Organik, Jilid 2, Edisi Ke3, terj. Aloysius Hadyana Putjaatmaka.* Erlangga. Jakarta.
- Fuji, K. 2022. Patogenesis limfoma sel T kulit: keterlibatan *Staphylococcus aureus*. *Dermatologi.* **49**(2): 202-209.
- Fuwa, H. 1954. A new method of micro determination of amylase activity by the use of amylase as the substrate, *J. Biochem.* **41**: 583–603.
- Gandjar, I.G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Gondo, H. K. 2007. Penggunaan Antibiotika pada Kehamilan. *Wijaya Kusuma.* **1** (1): 57-62.
- Gritter, R.J., Bobbit, J.M., dan Schwarting A.E. 1991. *Pengantar Kromatografi.* Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. Institut Teknologi Bandung. Bandung. Hlm 266.
- Guilfoile, P. 2007. *Antibiotic Resistant Bacteria.* Chelsea House Publishers. New York. 98-99.

- Hadiprabowo, T. 2009. Optimasi Sintesis Analog Kurkumarin 1,3-Bis-(4-Hidroksi-3-Metoksi Benzilidin) Urea pada Rentang pH 3-4. (*Skripsi*). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. Hlm 10-11.
- Hakim, E.H., Achmad, S.A., Juliawaty, L.D., Makmur, L., Syah, Y.M., Aimi, N., Kitajima, M., Ghisalberti, E.L., 2006. Prenylated flavonoids and related compounds of the Indonesian *Artocarpus* (Moraceae). *J. Nat. Med.* **60**. Hlm.161–184.
- Hakim, A. 2010. Diversity of secondary metabolites from Genus *Artocarpus* (Moraceae). *Nus Biosci.* **2**(3): 146-156.
- Hal, V. N., Putri, R., Kuncoro, B., dan Sudrajat, R. 2022. Aktivitas antijamur ekstrak daun nangka (*Artocarpus heterophyllus lam.*) terhadap pertumbuhan *Candida albicans* 1. *BEST J.* **5**(1): 218–224.
- Hanafiah, K. A. 2005. *Biologi Tanah, Ekologi dan Mikrobiologi Tanah*. Raja Grafindo Persada. Jawa Barat.
- Hasyim, N. M., Rahmani, M., Ee, G. C. L., Sukari, M. A., Yahayu, M., Amin, M.A. M., Ali, A. M., and Go, R. 2012. Antioxidant, antimicrobial and tyrosinase inhibitory activities of xanthenes isolated from *Artocarpus obtusus* F.M. Jarrett. *Molecules*, **17**(5): 6071–6082.
- Hostettman, K., Hostettman M., dan Maston A. 1995. *Cara Kromatografi Preparatif, Penggunaan pada Senyawa Bahan Alam*. Alih bahasa Kosasih Padmawinata. Institut Teknologi Bandung. Bandung. Hlm 20-44.
- Indriati, G., Megahati, R. R. P. and Rosba, E. 2018. Potency of amylase-producing bacteria and optimization amylase activities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* **335**(1). 1-6.
- Internasional Diabetes Federation. 2021. IDF Diabetes Atlas 10th edition. IDF 2021. <http://diabetesatlas.org> (diakses pada tanggal 6 November 2023)
- Jawetz, E. M. 2004. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Johnson, L.E. and Stevenson, R. 1991. *Dasar Kromatografi Cair*. Alih Bahasa oleh Kosasih Padmawinata. Institut Teknologi Bandung. Bandung. Hlm. 365.
- Lehninger. 1995. *Dasar-dasar Biokimia (Alih Bahasa: Maggy Thenawidjaja)*. Gramedia. Jakarta. 88-92.
- Lenny, S. 2006. Senyawa Flavonoida, Fenilpropanoid a, dan Alkaloid. Karya Ilmiah Departemen Kimia. FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.Hlm 7.

- Losuwannarak, N., Sritularak, B., and Chanvorachote, P. 2018. Cycloartobioxanthone induces human lung cancer cell apoptosis via mitochondria-dependent apoptotic pathway. *In Vivo*. **32**(1): 71–78.
- Lotulung, P. D. N., Mozef, T., Risdian, C., and Darmawan, A. 2014. In vitro antidiabetic activities of extract and isolated flavonoid compounds from *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. *Ind.J. Chem.* **14**(1): 7–11.
- Manitto, Paolo. 1992. Buio sintesis Produk Alami. IKIP Semarang Press : Semarang.
- Markham, K. R. 1988. Cara Mengidentifikasi Flavonoid. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. Institut Teknologi Bandung. Bandung. Hlm 3-49.
- Morales, G., Sierra, P., Mancilla, A., Shukla, M., Radhakrishnana, K. V., and Borquez, J. 2003. Secondary metabolites from four medicinal plants from northern Chile: antimicrobial activity and biotoxicity against *Artemia salina*. *J. Chil. Chem. Soc.* **48**(2)
- Mwakalukwa, R., Amen, Y., Nagata, M. and Shimizu, K. 2020. Postprandial hyperglycemia lowering effect of the kristaled compounds from olive mill wastes - An inhibitory activity and kinetics studies on α -glucosidase and α - amylase enzymes. *ACS Omega*. **5**(32):20070–20079.
- Myllyniemi, A.L. 2004. Depelopment of microbiological method for the detection and identification of antimicrobial residues in meat. Helsinki. Department of Food and Environmental Hygiene Faculty of VeterinaryMedicine University of Helsinki.
- Namdaung, U.,N. Aroonrerk, S. Suksamram, K. Danwisetkanjana, J. Saenboonrueng, W. Arjchompu, dan A. Suksamrar. 2006. Bioactive constituents of the root bark of *Artocarpus rigidus* subsp. *Rigidus*. *Chem. Pharm. Bull.* **54** (10). Hlm. 1433-1436.
- Nomura, Y., S. Hano, and R. Inami.1990. Component of the Bark of *Artocarpus rigida* B.I.I, Structure of two new isoprenylated flavones, *Artonin G* and *H. Heterocycles*. **31** (12). Hlm. 2173-2179.
- Pearson-Stuttard J., Blundell S., Harris T, Cook D. G., and Critchley J. 2016. Diabetes and infection: assessing the association with glycaemic control in population-based studies. *L. Diabetes Endo.* **4**(2): 148-58
- Rahman, H. S., Mahmoud, B. M., and Othman, H. H. 2018. A review of history, definition, classification, source, transmission, and pathogenesis of *Salmonella*: A model for human infection. *J. Zan. Sul.* **20**(3-4):11–20.

- Riyadi, Sujono dan Sukarmin. 2009. Asuhan Keperawatan Pada Anak, Yogyakarta-. Graha Ilmu.
- Rukmana, R. 1997. *Budidaya Nangka*. Kanisius. Jakarta. Hlm. 15-27.
- Rustama, M. dan Lingga, M.E. 2005. Uji Aktivitas antibakteri dari ekstrak air dan etanol Bawang Putih (*Allium sativum L*) terhadap bakteri gram negatif dan gram positif yang diisolasi dari udang Dogol (*Metapeneaus monoceros*), Udang Lobster (*Panulirus sp*) dan Udang Rebon (*Mysis dan Acetes*). *Biotika*. **5**(2): 53.
- Safaruddin, S. dan Permatasari, H. 2022. Teknologi kesehatan digital dalam penanganan masalah diabetes melitus literature review. *Manuju*. **4**(4):960– 970.
- Sahromi, 2020. Konservasi ex situ famili Moraceae di kebun Raya Bogor, Jawa Barat. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon*. **6**(1): 530–536.
- Saifuddin A., Rahayu, dan Yuda, H. 2011. *Standarisassi Bahan Obat Alam*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Salehi, B., Ata, A., Kumar, N. V. A., Sharopov, F., Ramírez-alarcón, K., Ruiz-ortega, A., Ayatollahi, S. A., Fokou, P. V. T., Kobarfard, F., Zakaria, Z. A., Iriti, M., Taheri, Y., Martorell, M., Sureda, A., Setzer, W. N., Durazzo, A., Lucarini, M., Santini, A., Capasso, R., and Sharifi-Ra, J. 2019. Antidiabeticpotential of medicinal plants and their active components. *Biomolecules*, **9**(51):1–121.
- Sales, P. M., Souza, P. M., Simeoni, L. A., Magalhães, P. O., and Silveira, D. 2012. α -Amylase inhibitors: a review of raw material and isolated compounds from plant source. *J. Pharm. Pharm.* **15**(1): 141–183.
- Sani, N. F. dan Diah L.A.2018. Aktivitas anti-inflamasi ekstrak etanoll *Ficus virens* dan *Ficus adenosperma sani*. *J. Pharma. Sci. Tech.* **1**(6): 50–58.
- Santus, W., Rana, A. P., Devlin, J. R., Kiernan, K. A., Jacob, C. C., Tjokrosurjo, J., and Behnsen, J. 2022. Mycobiota and diet-derived fungal xenosiderophores promote *Salmonella* gastrointestinal colonization. *Nat. Microbiol.* **7**(12): 2025-2038.
- Sarker, S.D., Latif, Z., and Gray, A. 2006. *Method in Biotechnology: Natural Product Kristalion Twenty Edition*. Humana Press. New Jersey. 101-103.
- Sastrohamidjojo, H. 1991. *Kromatografi Edisi II*. Liberty. Jogjakarta.
- Shah, Y. M., Juliawaty, L. D., Achmad, S. A., s, E.H., and Ghisalberty, E. L. 2006. Cytotoxic prenylated flavones from *Artocarpus champeden*. *J NatMed.* **60**: 308-312.

- Simmons, K. M. and Michels, A. W. 2015. Type 1 diabetes: A predictable disease. *World J Diabetes*. **6**(3): 380-390.
- Singh, C. P., Mathur, M., Dadhich, H., and Ganguly, S. 2018. Molecular characterization of *Staphylococcus aureus* of camel (*Camelus dromedarius*) skin origin. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* **7**(1):3486–3490.
- Sreeja Devi, P. S., Kumar, N. S., and Sabu, K. K. 2021. Phytochemical profiling and antioxidant activities of different parts of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae): A review on current status of knowledge. *Fut. J. Pharma. Sci.* **7**(1): 1-7.
- Stahl, E., 1985, *Analisis Obat Secara kromatografi dan Mikroskopi*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. ITB. Bandung. Hlm. 3-17.
- Stahl, E. 2013. *Thin-Layer Chromatography: A Laboratory Handbook*. Springer Science and Business Media. Berlin.
- Sudha, P., Zinjarde, S. S., Bhargava, S. Y., and Kumar, A. R. 2011. Potent α -amylase inhibitory activity of Indian Ayurvedic medicinal plants. *BMC Complement Altern. Med.* **11**(1): 1-10.
- Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hlm. 283.
- Suhartati, T. 2001. Senyawa Fenol dari Beberapa Spesies Tumbuhan Jenis Cempedak Indonesia. *Disertasi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Suhartati, T. dan Yandri, A. S. 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., Yandri, and Hadi, S., 2008. The bioactivity test of artonin E from the Bark of *Artocarpus rigida* Blume. *E. J. S.R.* **23**(2). Hlm. 330-337.
- Suhartati, T., Yandri, Y., Suwandi, J. F., and Hadi, S. 2010. In vitro and in vivo antiplasmodial activity of oxyresveratrol and artonin E isolated from two *Artocarpus* plants in Indonesia. *Orient. J. Chem.* **26**(3): 825–830.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis Dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.

- Suhartati, T., Wulandari, Z., Wulandari, M., Yandri, and Hadi, S. 2021. Identification and antibacterial activity of flavonoid compounds from wood branches of the pudau plant (*Artocarpus kemando* Miq.). *J. Physics: Conf.Series.* **51**(1). 1-8.
- Supratman, U., 2010. *Elusidasi Struktur Senyawa Organik (Metode Spektroskopi untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik)*. Widya Pajajaran. Bandung.
- Susmita, R. C., Zubayed, A., Krishna, R., Abdullah, A. N., Rashid, M. H., and Kamol, C. M. 2022. Emerging threats of antibiotic resistance in *Salmonella typhi* and *Salmonella paratyphi* A among enteric fever cases of Dhaka, Bangladesh. *J. Bacteriol. Res.* **14**(1), 8-15.
- Takahama, U., and Hirota, S. 2018. Interactions of flavonoids with α -amylase and starch slowing down its digestion. *Food Fune.* **9**(2), 677-687.
- Tandra, H. 2017. *Panduan Lengkap Mengenal dan Mengatasi Diabetes dengan Cepat dan Mudah*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Tandra, H., dan Finasim. 2015. *Diabetes Bisa Sembuh*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Tirta, A. S. M. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Kelopak Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) terhadap *Propionibacterium acne*, *S. aureus*, dan *Escherichia coli* serta Uji Bioautobiografi. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. Hlm 9.
- Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G. 2005. *Morfologi Tumbuhan*. Gajah Mada. University Press. Yogyakarta.
- Tobo, F. 2001. *Buku Pegangan Laboratorium Fitokimia*. Jurusan Farmasi Unhas. Makassar. 99-100.
- Wulandari, L. 2010. *Kromatografi Lapis Tipis*. Taman Kampus Presindo. Jember.
- Wulandari, Z. 2020. *Isolasi, Karakterisasi dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid Dari Bagian Kayu Cabang Tumbuhan Pudau (Artocarpus kemando* Miq.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 60-62.
- Xiao, Z., Storms, R., and Tsang, A. 2006. A quantitative starch-iodine method for measuring α -amylase and glucoamylase activities. *Anal Biochem.* **351**(1): 146-148.

- Xie, Y., Yang, W., Tang, F., Chen, X., and Ren, L. 2014. Antibacterial activities of flavonoids: structure-activity relationship and mechanism. *Curr. Med. Chem.* **22**(1):132-149.
- Ye, J., Ren, G., Li, W., Zhong, G., Zhang, M., Yuan, J., and Lu, T. 2019. Characterization and identification of prenylated flavonoids from *Artocarpus heterophyllus* Lam. roots by quadrupole time-of-flight and lineartrap quadrupole orbitrap mass spectrometry. *Molecules.* **24**(24): 4591.
- Yulia, H. 2019. *Isolasi, Karakterisasi dan Uji Bioaktivitas Antibakteri senyawa Flavonoid Dari Kayu Cabang Tumbuhan Puda (Artocarpus kemando* Miq.). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 52-56.
- Yuningtyas, S. dan Artianti, D. S. 2015. Aktivitas inhibisi enzim α - glukosidase ekstrak air dan etanol umbi lapis Bawang Merah (*Allium ascalonicum*). *Fitofarmaka.* **5**(1): 1-7.