

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN UJI BIOAKTIVITAS ANTIBAKTERI  
DAN ANTIDIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT AKAR  
TUMBUHAN PUDAU (*Artocarpus kemando* Miq.)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ARMIDLA NADYA KURNIATI  
NPM 1857011008**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN UJI BIOAKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN ANTIDIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT AKAR TUMBUHAN PUDAU (*Artocarpus kemando* Miq.)

Oleh

ARMIDLA NADYA KURNIATI

Tumbuhan Pudau (*Artocarpus kemando* Miq.) termasuk dalam famili Moraceae yang dapat ditemukan di Indonesia dan kaya akan senyawa metabolit sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi senyawa flavonoid yang terkandung dalam kulit akar tumbuhan pudau (*A. kemando* Miq.), dan menguji bioaktivitas senyawa flavonoid hasil isolasi.

Ekstraksi sampel dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol. Isolasi senyawa dilakukan menggunakan metode Kromatografi Cair Vakum (KCV) dan Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG). Karakterisasi senyawa flavonoid dilakukan secara spektroskopi (UV-Vis dan IR), uji bioaktivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* sp., serta uji antidiabetes dilakukan melalui metode penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase.

Hasil penelitian diperoleh senyawa flavonoid sikloartobilosanton, berbentuk kristal berwarna kuning sebanyak 23 mg dengan titik leleh 292-294°C. Senyawa ini menunjukkan aktivitas antibakteri dalam kategori sangat kuat terhadap bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat 35 mm dan kategori kuat terhadap bakteri *Salmonella* sp. dengan diameter zona hambat 13 mm pada konsentrasi 0,5 mg/disc. Uji bioaktivitas antidiabetes menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap enzim  $\alpha$ -amilase dengan % inhibisi sebesar  $48,53 \pm 1,84\%$  pada konsentrasi 1000 ppm, lebih rendah dibandingkan dengan *acarbose* sebagai kontrol positif dengan % inhibisi  $81,56 \pm 1,64\%$  pada konsentrasi yang sama.

**Kata kunci :** *A. kemando* Miq., sikloartobilosanton, flavonoid, antibakteri, antidiabetes

## ABSTRACT

### ISOLATION, CHARACTERIZATION, AND BIOACTIVITY ASSAY OF ANTIBACTERIAL AND ANTIDIABETIC FLAVONOID COMPOUNDS FROM ROOT BARK OF THE PUDAU PLANT (*Artocarpus kemando* Miq.)

By

ARMIDLA NADYA KURNIATI

Pudau (*Artocarpus kemando* Miq.) is a part of Moraceae family that could be found in Indonesia which are rich in secondary metabolite compounds. This study aims to isolate, identify flavonoid compounds contained in the root bark of pudau (*A. kemando* Miq.), and to test the bioactivity of isolated flavonoid compounds.

Sample extraction was performed with maceration method using methanol solvent. Compound isolation was carried out using Vacuum Liquid Chromatography (VLC) and Gravity Column Chromatography (GCC). Characterization of the flavonoid compound was performed with spectroscopy (UV-Vis and IR), antibacterial bioactivity test was performed against *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* sp., antidiabetic test was carried out using the  $\alpha$ -amylase enzyme activity inhibition method.

The research results obtained cycloartobiloxanthone flavonoid compound, was a yellow crystal with 23 mg mass with melting point of 291-294°C. This compound has shown an antibacterial activity with a very strong category against *S. aureus* with an inhibition zone diameter of 35 mm and a strong category against *Salmonella* sp. bacteria with inhibition zone diameter of 13 mm in 0.5 mg/disc concentration. Antidiabetic bioactivity test showed inhibitory activity against  $\alpha$ -amylase enzyme with % inhibition of  $48.53 \pm 1.84\%$  in 1000 ppm concentration, lower than acarbose as the positive control which has the % inhibition of  $81.56 \pm 1.64\%$  in the same concentration.

**Key words :** *A. kemando* Miq., cycloartobiloxanthone, flavonoid, antibacterial, antidiabetic

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN UJI BIOAKTIVITAS ANTIBAKTERI  
DAN ANTIDIABETES SENYAWA FLAVONOID DARI KULIT AKAR  
TUMBUHAN PUDAU (*Artocarpus kemando* Miq.)**

**Oleh**

**ARMIDLA NADYA KURNIATI**

**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  
2023**



Judul Skripsi

: ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN UJI BIOAKTIVITAS  
ANTIBAKTERI DAN ANTIDIABETES SENYAWA  
FLAVONOID DARI KULIT AKAR TUMBUHAN  
PUDAU (*Artocarpus kemando* Miq.)

Nama Mahasiswa

: *Armidla Nadya Kurniati*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1857011008

Jurusan

: Kimia

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

*Tati*  
Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S.  
NIP 19540510 198803 2 001

*Yandri*  
Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S.  
NIP 19560905 199203 1 001

2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

*Mulyono*  
Mulyono, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP 19740611 200003 1 002

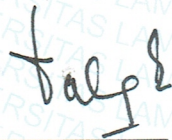


**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

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



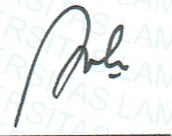
**Sekretaris**

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



**Penguji**

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



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



**Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**  
NIP. 19740705 200003 1 001



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 Januari 2023**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul “Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri dan Antidiabetes Senyawa Flavonoid dari Kulit Akar Tumbuhan Puda (Artocarpus kemando Miq.)” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmuwan yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukuman yang berlaku.

Bandar Lampung, 7 Februari 2023  
Pembuat Pernyataan,



Armidla Nadya Kurniati  
NPM 1857011008

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pringsewu, Lampung pada tanggal 5 Januari 2002 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Ayahanda Aris Triono dan Ibunda Muji Lestari. Penulis mengawali pendidikan formal di TK Pertiwi pada tahun 2006, kemudian melanjutkan di SD Negeri 3 Wonodadi yang diselesaikan pada tahun 2013, selanjutnya di SMP Negeri 1 Gadingrejo hingga tahun 2016, dan melanjutkan di SMA Negeri 1 Gadingrejo yang diselesaikan pada tahun 2018 melalui jalur akselerasi. Pada tahun 2018, penulis diterima di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, dengan program studi S-1 Kimia.

Pengalaman organisasi penulis dimulai sejak menjadi Anggota Kader Muda Himaki (KAMI) FMIPA Unila Periode 2018, *Member* Komunitas Ini Mentoring (IM) Periode 2019, Anggota Biro Penerbitan Himaki FMIPA Unila Periode 2019, Anggota Biro Dana dan Usaha Rois FMIPA Unila Periode 2019, Anggota *Chemistry English Club* (CEC) Periode 2019-2020, Ketua Biro Penerbitan Himaki FMIPA Unila Periode 2020, Dewan Pembina Himaki FMIPA Unila Periode 2021, dan Sekretaris Dinas Media dan Informasi (Medinfo) Kabinet Inovasi Progresif BEM FMIPA Unila Periode 2021.

Selama menjalani perkuliahan, penulis menjadi salah satu *Awardee Bright Scholarship Batch 4* dalam naungan Yayasan Baitul Maal (YBM) BRILiaN. Penulis berkesempatan mengikuti Sarasehan Nasional *Bright Scholarship* yang dilaksanakan di Vila Ratu, Bogor pada tahun 2019. Penulis pernah menjadi pemateri *sharing session* pada program magang Garuda BEM FMIPA Unila tahun 2021. Penulis juga pernah menjadi Asisten Praktikum Kimia Organik I, Kimia Organik II, dan Kimia Organik Biologi pada tahun 2022.



Di tahun yang sama, penulis berkesempatan menjadi tutor Mata Kuliah Kimia Organik I dan Kimia Organik II semester genap 2021/2022, serta tutor Kimia Organik I, Kimia Organik II, dan Kimia Organik III pada semester ganjil 2022/2023. Penulis berkesempatan menjadi *Oral Presenter* dalam Konferensi Internasional *The 4<sup>th</sup> International Conference on Applied Sciences, Mathematics, and Informatics (ICASMI)* pada tahun 2022. Pada bulan Februari 2022, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Wonodadi, Kecamatan Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu, Lampung selama 40 hari. Selain melakukan kegiatan di dalam maupun luar kampus, penulis juga menjalani berbagai kegiatan sosial dan juga program pembinaan *Bright Scholarship* di *Bright Dormitory* Universitas Lampung dalam naungan YBM BRILiaN.

Penulis pernah meraih beberapa prestasi selama menempuh pendidikan. Pada tahun 2020, penulis meraih Juara I Lomba Video Kreatif *Event Biocare* Himabio di Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Penulis pernah mendapatkan penghargaan sebagai salah satu Mahasiswa Berprestasi pada *Event Himaki Award*, Gebyar Himaki tahun 2020. Penulis meraih Juara I dan II *Hand Lettering* pada *Event Chemgram Chemistry Expo* Himaki FMIPA Universitas Lampung, pada tahun 2021 dan 2022.

Selain itu, penulis juga berkesempatan menorehkan karyanya dalam beberapa Buku Antology, diantaranya “*Dealing with My Insecurity* Jilid II : Karena Kita Belum Berakhir” (2021) dan “*PARAHITA*” (2021) bersama Ini Kreatif dalam *Project NPH Batch* 46 dan 49. Penulis berkesempatan menjadi salah satu penulis *SALISMA Project* dalam buku “*Tentang Janji*” (2021) dan “*Penghujung Tahun 2021*” (2021) sebagai “*The Lucky Writer*”. Penulis juga berhasil menerbitkan karyanya melalui penerbit Aksara Bersama dengan buku “*Jangan Khawatir Ada Allah*” (2021) dan “*Move On, Move Up!*” (2022). Untuk kedepannya, penulis berharap dapat terus meng-*explore*, mengasah, dan mengembangkan *softskill* penulis dalam bidang lainnya dan terus menghasilkan karya-karya baru yang bermanfaat.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya  
Penulis mempersembahkan karya ini teruntuk:*

*Kedua orang tua  
Yang telah membesarkan, mendidik, mendo'akan, memberikan kasih sayang dan  
motivasi kepada penulis. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang  
selalu diberikan kepada penulis*

*Adik-adik penulis dan keluarga besar  
Yang telah memberikan dukungan dan semangat*

*Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S. dan Prof. Dr. Ir. Yandri A.S., M.S.  
Yang telah sabar membimbing, memberikan ilmu, serta saran dan masukannya  
selama menempuh pendidikan dan penelitian di kampus*

*Sahabat-sahabatku tercinta  
Yang selalu sabar menemani, memberikan keceriaan, motivasi, dan semangat*

*Seseorang yang kelak menjadi pendamping hidup*

*Almamater tercinta  
Universitas Lampung*

## MOTTO

*“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur”*

**(Q.S. Yusuf : 87)**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*

**(Q.S. Al-Baqarah : 286)**

*“Sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan kesabaran.  
Jalan keluar beriringan dengan kesukaran.  
Dan sesudah kesulitan pasti akan ada kemudahan”*

**(H.R. Tirmidzi)**

*“Life is hard and everything doesn't always go well,  
but we have to dare and move on our lives”*

**(Min Yoon Gi)**

*“When everything get tough, stop for a moment and look back at how far you've come. Don't forget how valuable it is. You're the most beautiful flower, more than anyone in this world”*

**(Kim Tae Hyung)**

*“Love yourself, embrace who you are, you have your own beauty”*

**(Armidla Nadya Kurniati)**



## SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, atas rahmat, ridho, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri dan Antidiabetes Senyawa Flavonoid dari Kulit Akar Tumbuhan Puda (Artocarpus kemandu Miq.)”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Teriring do'a yang tulus, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Penyemangat terbesar dalam hidup, kedua orang tua, Ayahanda Aris Triono dan Ibunda Muji Lestari, yang selalu mendo'akan, memberikan kasih sayang, motivasi dan dukungannya kepada penulis dalam keadaan apapun.
2. Ibu Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Yandri, A.S., M.S., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah sabar mengarahkan dan memberikan dukungan kepada penulis.
4. Ibu Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembahas, yang telah memberikan banyak saran dan masukan positif kepada penulis.
5. Bapak Syaiful Bahri, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Akademik, yang selalu sabar membimbing, memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Bapak Mulyono, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.

7. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
8. Ibu Hapin Afriyani, S.Si., M.Si. dan Ibu Devi Nur Anisa, S.Si., M.Si., atas kesempatan dan pengalamannya kepada penulis sebagai *Oral Presenter*, Tutor, dan Asisten Praktikum.
9. Bapak/Ibu Dosen dan Kepala Laboratorium Jurusan Kimia 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, Bu Endang, Mba Yuni, Mas Nomo, Mba Wit, dan Mba Della, atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis.
11. Ustad Amir Mudaris, selaku *Supervisor* YBM BRILiaN Regional Bandar Lampung, atas dukungan dan motivasinya kepada penulis selama menjadi *Awardee Bright Scholarship*.
12. Keluarga *Bright Scholarsip* Regional Bandar Lampung, Mba Dewi, Teh Rizky, Mba Ayu, Kak Ogi, Kak Joko, Mba Dwi, Mba Firli dan staf YBM BRILiaN, atas bimbingan, dukungan, dan motivasinya kepada penulis.
13. Adik-adikku tersayang, Nurzahra Dwi Kurniati dan M. Lutfi Izdihar, semoga tetap istiqomah menjaga hafalannya, menjadi anak yang shalih-shalihah, berbakti kepada kedua orang tua, serta bermanfaat bagi orang banyak.
14. *Bestie* 4 Serangkai, Anggun, Atika-*chan*, dan Eni *Eonnie*. Terimakasih atas kebersamaannya dalam berbagi keluh kesah, canda tawa, serta dukungan dan motivasinya untuk lulus bersama. *Soon*, piknik harus jadi ya *gaes* ya.
15. *My Best Partner*, Neomu2 (Arrum) yang selalu berbagi kisah bersama penulis meskipun terhalang oleh jarak dan waktu dan Yunda Sipa *as my roommate* atas kebersamaannya. Semoga bisa *meet up* kalo ada kesempatan.
16. Rekan-rekan penelitianku, Andi, Antin, dan Farah. Terimakasih atas kebersamaan, ilmu, dan semangatnya. *Y'all doing great!*.
17. Kakak-kakak Lab. Kimia Organik dan Biokimia : Kak Arif, Mba Rinda, Mba Kartika, Mba Mentari, Kak Nurvita, Mba Isty, Kak Alya, Mba Azizah, Mba Aul, Mba Ramy, dan Kak Hendri yang telah banyak membantu penulis. Terimakasih atas ilmu, dukungan, dan semangatnya.

18. Kawan-kawan Lab. Kimia Organik : Ofri *Eonnie*, Rista, Age, Renny, Dika, Ramah Nia, Eni *Eonnie*, Hendriko, Bang Ican, Rizky, Kania, Ara, Akmal, Devi, dan Jihan. Lab. Biokimia : Echan *Eonnie*, Maya (Nurmay), Lily, Lupia, Dwi, Aul, Vezhia, Salsa, Betari, dan April. Lab. Polimer : Aryani, Anggun, Mutiq, dan Sahrul. Lab. Anorganik Fisik : Atika, Chetrine, Ester, Ninid, Grace, dan Iin. Lab. Analitik : Nia, Dedeh, Mba Kana dan teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Terimakasih atas bantuan, ilmu, semangat, dan dukungannya kepada penulis.
19. Keluarga “Saudara Seperkayuan”, Mba Ismi, Mba Susy, Mba Ajeng, Kak Rio, Kak Hernawan, Mba Sulimah, Kak Vicka, Mba Badi, Mba Nurul, Mba Inggit, Mba Arni, Mba Herda, Mba Laili, Mba Astriva, Kak Gabriel, Kak Valen, Mba Juwita, Kak Rizki, Mba Inggit, Kak Elisabeth, dan kakak-kakak lainnya. Terimakasih atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama menjalani masa penelitian.
20. Umi-umiku di asrama, Nisa Panjulls, Salma, Mommy, Tante Elci, Desi, Diah, Bina, Milea *Eonnie*, Umi Tutu (Tuti), dan Umi Dira tak betooll (Dira), atas kebersamaan, canda tawa, keceriaan, serta dukungan dan motivasi yang telah kalian berikan kepada *maknae* tercinta ini.
21. Para *Brighters* Unila, BS 2, BS 3, BS 4, BS 5, BS 6, dan BS 7, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas kebersamaan dan pengalamannya. Semoga selalu menebar kebermanfaatan dengan sesama.
22. Kawan-kawan *Chemistry*'18 kelas A, Andi, Alya, Aluni, Aliv, Aul, Acha, Afra, Anggun, Aryani, Alfi, Anggi, Antin, April, Atika-*chan*, Chasya, Cipta, Chetrine, Chori, Dedeh, Dika, Dinara, Dira, Dwi, Echan, Eliza, Eni *Eonnie*, Ester, Farah, Icha, Mutiq, Noni dan Zira, atas kebersamaan, keceriaan, dan semangat kepada penulis.
23. *Chemistry*'18 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, atas motivasi, kebersamaan, dan semangatnya kepada penulis selama masa perkuliahan. Kimia 18, totalitas, berkualitas, tanpa batas.
24. Keluarga Besar Himaki 2020 : Indra, Nurmay, Savol, Fauzan, Anes, Lanang, Nisa, Randi, Indah, Aan, Mba Kana, Farah, Dira *Eonnie*, Noni, dan para pengurus atas kebersamaan dan pengalamannya bersama penulis.



25. Keluarga Besar BEM FMIPA Unila 2021, Rendi, Riski, Mirda, Adhel, Reza, Ana, Azriel, Danu, Dira *Eonnie*, Eggy, Eni *Eonnie*, Intan, Irma, Mega, Maudi, Rahma, Mona, Revita, Rini, Robby, Salsa, Raihan, Widya, Sherli, Dimas, Mega, para Asisten dan Staf Kabinet Inovasi Progresif atas kebersamaan dan pengalamannya bersama penulis.
26. Invers Smanding, Aghil, Neomu2 (Arrum), Asa, Eki, Fika, Fia, Hanzen, Ihan, Ivan, Ishmat, Miftah, Selvia, Tasho, Tasya, Vero, Yaya, Zahra, dan Zulfa, atas dukungan dan semangatnya kepada penulis.
27. Keluarga KKN Desa Wonodadi, Hazel, Mala, Yuni, Mba Windi, Bang Gusti, Rendi, Ridho dan Fikri atas kebersamaan dan pengalamannya bersama penulis.
28. Kakak tingkat angkatan 2017, 2016, 2015, 2014 atas bimbingannya dan adik tingkat angkatan 2019, 2020, 2021, 2022 atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
29. Almamater tercinta Universitas Lampung.
30. Yayasan Baitul Maal (YBM) BRILiaN, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis sebagai salah satu penerima manfaat menjadi keluarga *Bright Scholarship* Unila. Semoga selalu istiqomah dalam memberi makna Indonesia.
31. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini.
32. *Last but not least, greatest appreciation for myself. Thanks for sticking around, fighting, and keeping the spirit in any condition until the end. You deserve it!*

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, 7 Februari 2023

**Armidla Nadya Kurniati**

## DAFTAR ISI

Halaman

**DAFTAR TABEL..... xviii**

**DAFTAR GAMBAR..... xix**

**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. *Artocarpus* ..... 6
- 2.3. Tumbuhan Puda ( *Artocarpus kemando* Miq.) ..... 7
- 2.4. Senyawa Metabolit Sekunder ..... 7
- 2.5. Flavonoid ..... 8
- 2.6. Teknik Isolasi Senyawa Flavonoid ..... 11
  - 2.6.1. Ekstraksi ..... 11
  - 2.6.2. Fraksinasi Ekstrak ..... 12
  - 2.6.3. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) ..... 13
  - 2.6.4. Kromatografi Cair Vakum (KCV) ..... 14
  - 2.6.5. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG) ..... 15
- 2.7. Spektrofotometri ..... 16
  - 2.7.1. Spektrofotometri Inframerah (IR) ..... 17
  - 2.7.2. Spektrofotometri UV-Vis ..... 18
- 2.8. Diabetes Melitus ..... 19
- 2.9. Bakteri ..... 21
  - 2.9.1. *Staphylococcus aureus* ..... 22
  - 2.9.2. *Salmonella sp.* ..... 22

**III. METODE PENELITIAN ..... 24**

- 3.1. Waktu dan Tempat ..... 24
- 3.2. Alat dan Bahan ..... 24
- 3.3. Prosedur Penelitian ..... 25
  - 3.3.1. Pengumpulan dan Persiapan Sampel ..... 25

3.3.2. Ekstraksi Sampel dengan Metode Maserasi.....	26
3.3.3. Fraksinasi Ekstrak .....	26
3.3.4. Kromatografi .....	26
3.3.4.1. Kromatografi Cair Vakum (KCV) .....	26
3.3.4.2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	27
3.3.4.3. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG) .....	28
3.3.5. Analisis Kemurnian .....	28
3.3.6. Identifikasi Senyawa .....	29
3.3.6.1. Spektrofotometri Inframerah (IR) .....	29
3.3.6.2. Spektrofotometri UV-Vis .....	29
3.3.7. Uji Bioaktivitas .....	30
3.3.7.1. Antibakteri.....	30
3.3.7.2. Antidiabetes.....	31
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1. Isolasi Senyawa Flavonoid.....	33
4.2. Analisis Kemurnian.....	44
4.3. Karakterisasi Senyawa Flavonoid .....	45
4.3.1. Spektrofotometri UV-Vis .....	45
4.3.2. Spektrofotometri IR .....	51
4.4. Uji Bioaktivitas .....	54
4.3.1. Antibakteri .....	54
4.3.2. Antidiabetes .....	58
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>62</b>
5.1. Kesimpulan .....	62
5.2. Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>
1. Diagram alir isolasi senyawa flavonoid .....	71
2. Data hasil pengukuran absorbansi sampel uji antidiabetes .....	72
3. Perhitungan % inhibisi enzim $\alpha$ -amilase .....	73



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Urutan kekuatan, kepolaran eluen, dan elusi pada kromatografi .....	16
2. Absorbansi dari beberapa gugus fungsi .....	18
3. Rentang serapan spektrum UV-Vis untuk flavonoid.....	18
4. Serapan sinar dan zat warna pada spektrofotometer UV-Vis.....	19
5. Massa fraksi gabungan hasil KCV I dan II .....	36
6. Perbandingan panjang gelombang spektrum UV-Vis senyawa standar sikloartobilosanton dengan senyawa hasil isolasi .....	47
7. Perbandingan $\lambda_{maks}$ spektrum UV-Vis senyawa standar sikloartobilosanton dengan senyawa hasil isolasi setelah penambahan pereaksi geser.....	50
8. Perbandingan puncak serapan spektrum IR kristal 10dm <sup>2</sup> k dengan senyawa sikloartobilosanton standar .....	53
9. Ukuran zona hambat uji antibakteri terhadap bakteri <i>S. aureus</i> .....	55
10. Ukuran zona hambat uji antibakteri terhadap bakteri <i>Salmonella</i> sp.....	56
11. Data % inhibisi uji antidiabetes senyawa sikloartobilosanton dan <i>acarbose</i> . 59	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Golongan senyawa flavonoid yang berhasil diisolasi dari genus <i>Artocarpus</i> ..	6
2. (a) Tumbuhan <i>A. kemandu</i> Miq., (b) Akar <i>A. kemandu</i> Miq. ....	7
3. Tiga jenis flavonoid.....	9
4. Struktur kimia beberapa flavonoid yang telah berhasil diisolasi dari tumbuhan <i>Artocarpus</i> .....	10
5. Urutan tingkat kepolaran eluen .....	15
6. Kromatogram KLT fraksi hasil partisi (a) fraksi metanol (b) fraksi etil asetat (c) fraksi <i>n</i> -heksana.....	35
7. Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KCV.....	36
8. Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KKG 1 fraksi 5.....	37
9. Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KKG 2 fraksi 5f.....	38
10. Kromatogram hasil KLT fraksi 5f2a.....	38
11. Kromatogram KLT hasil KKG 1 fraksi 10 .....	39
12. Kromatogram KLT hasil KKG 2 fraksi 10d .....	40
13. Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KKG kristal 10dk.....	40
14. Kromatogram KLT kristal 10dk2.....	41
15. Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KKG 2 fraksi 10d.....	41
16. Kromatogram KLT hasil KKG 3 fraksi 10d3 .....	42
17. Kromatogram KLT hasil KKG 1 fraksi 10dm .....	42

18. Kromatogram KLT hasil KKG 2 fraksi 10dm <sup>2</sup> .....	43
19. Kromatogram KLT kristal 10dm <sup>2</sup> k dan sikloartobilosanton standar dalam eluen (a) etil asetat : DCM (25%) (b) etil asetat : <i>n</i> -heksana (50%) dan (c) aseton : <i>n</i> -heksana (80%). .....	43
20. Kromatogram KLT kristal 10dm <sup>2</sup> k dalam 3 sistem eluen (a) etil asetat : DCM (25%) (b) etil asetat : <i>n</i> -heksana (50%) dan (c) aseton : <i>n</i> -heksana (80%)....	44
21. Spektrum UV- <i>Vis</i> kristal 10dm <sup>2</sup> k hasil isolasi .....	46
22. Struktur senyawa sikloartobilosanton .....	47
23. Spektrum UV- <i>Vis</i> kristal 10dm <sup>2</sup> k + NaOH .....	48
24. Spektrum UV- <i>Vis</i> kristal 10dm <sup>2</sup> k + AlCl <sub>3</sub> dan AlCl <sub>3</sub> /HCl.....	48
25. Spektrum UV- <i>Vis</i> kristal 10dm <sup>2</sup> k + NaOAc dan NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> .....	49
26. Spektrum IR kristal 10dm <sup>2</sup> k .....	51
27. Spektrum IR senyawa sikloartobilosanton.....	52
28. Hasil uji antibakteri sampel terhadap bakteri <i>S. aureus</i> pada konsentrasi (a) 0,3 mg/ <i>disc</i> (b) 0,4 mg/ <i>disc</i> (c) 0,5 mg/ <i>disc</i> . .....	55
29. Hasil uji antibakteri sampel terhadap bakteri <i>Salmonella</i> sp. pada konsentrasi (a) 0,3 mg/ <i>disc</i> (b) 0,4 mg/ <i>disc</i> (c) 0,5 mg/ <i>disc</i> . .....	56
30. Diagram % inhibisi senyawa sikloartobilosanton dan <i>acarbose</i> .....	59

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Diabetes melitus merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang telah menyebar di Indonesia bahkan dunia karena tingginya tingkat morbiditas dan mortalitas penderita penyakit tersebut. Pada tahun 2021, *International Diabetes Federation* (IDF) mencatat sebanyak 537 juta orang menderita diabetes dengan 6,7 juta kasus kematian di seluruh dunia. Indonesia menempati posisi kelima setelah Tiongkok, India, Pakistan, dan Amerika Serikat dengan 19,47 juta kasus penderita diabetes dan prevalensi sebesar 10,6% dari jumlah total penduduk. Jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat hingga mencapai 28,57 juta kasus pada tahun 2045 (*American Diabetes Association*, 2010).

Diabetes melitus merupakan suatu penyakit atau gangguan metabolisme kronis yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah akibat defisiensi produksi insulin atau kurang responsifnya sel-sel tubuh terhadap insulin. Diabetes dapat menyebabkan komplikasi seperti kerusakan saraf (*neuropati*), mata (*retinopati*), penyakit jantung koroner (PJK), stroke, gangguan pada hati, saluran cerna, penyakit paru, dan infeksi (Ndraha, 2014). Kondisi hiperglikemia menyebabkan respons sistem imun tubuh melambat saat terpapar kuman penyakit. Kadar glukosa yang tinggi meningkatkan kemampuan kuman untuk tumbuh dan menyebar lebih cepat, membuat penderita diabetes lebih berpotensi mengalami infeksi. Infeksi dapat terjadi pada berbagai organ dan sistem tubuh, seperti infeksi pernapasan, jaringan lunak, pielonefritis, ulkus kaki, dan infeksi mukokutan.

Infeksi juga dapat menjadi pencetus utama komplikasi seperti ketoasidosis diabetik dan hipoglikemia (Lubis dkk, 2016).

Pengobatan yang sering digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri adalah antibiotik. Penggunaan antibiotik yang berlebihan dan kurangnya regulasi penggunaan antibiotik dapat menimbulkan resistensi, sehingga bakteri menjadi lebih kebal dan infeksi yang terjadi akan lebih sulit disembuhkan (Wattiheluw dan Natsir, 2021). Pengobatan diabetes dapat dilakukan dengan terapi insulin, obat oral, dan menerapkan gaya hidup sehat. Penggunaan obat sintesis jangka panjang dapat menimbulkan terjadinya kerusakan organ secara permanen dan memerlukan biaya yang cukup mahal (Mahargyani, 2019). Hal ini mendorong diperlukannya penemuan obat alternatif dengan efikasi yang lebih baik, efek samping yang minimal, dan biaya yang relatif murah untuk mengontrol kadar gula darah, salah satunya dengan mencari senyawa alami dari tumbuhan yang berpotensi memiliki khasiat obat (Amalia dkk, 2017).

Terapi untuk menurunkan kadar gula darah dapat dilakukan dengan menghambat kerja enzim yang menghidrolisis karbohidrat dalam saluran pencernaan, salah satunya yaitu enzim  $\alpha$ -amilase. Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan enzim yang memecah molekul besar seperti polisakarida, oligosakarida, dan disakarida menjadi monosakarida yang dapat diserap tubuh. Penghambatan enzim tersebut, dapat memperlambat waktu penyerapan dan pencernaan glukosa dalam tubuh (Rijai dkk, 2018). Beberapa inhibitor enzim seperti *acarbose*, *voglibose*, *nojirimycin*, dan *miglitol* telah dilaporkan memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas enzim pencernaan dengan menunda penyerapan glukosa dan mengurangi komplikasi vaskular kronis (Lotulung *et al.*, 2014).

Tumbuhan *Artocarpus* diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid dan turunannya yang diduga memiliki aktivitas hipoglikemik. Berbagai jenis tumbuhan seperti Tumbuhan Kluwih (*A. camansi*), Tumbuhan Sukun (*A. altilis*), dan Tumbuhan Nangka (*A. nitidus*) telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional oleh masyarakat untuk mengobati diabetes

(Jangtap *and* Bapat, 2010). Senyawa flavonoid dari ekstrak etanol dan fraksi etil asetat Tumbuhan Sukun (*A. altilis*) diketahui memiliki aktivitas antidiabetes yang lebih kuat dari kuersetin dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 6,79  $\mu\text{g/mL}$  dan 5,98  $\mu\text{g/mL}$  (Lotulung *et al.*, 2014). Senyawa flavonoid dalam ekstrak etanol daun Tumbuhan Nangka (*A. heterophyllus* Lamk) juga diketahui memiliki aktivitas untuk menurunkan kadar glukosa darah (Tandi dkk, 2020). Senyawa flavonoid juga dapat dimanfaatkan sebagai antikanker, antijamur, dan antibakteri (Maggioni *et al.*, 2015). Fraksi etil asetat dari Tumbuhan *A. champeden* menunjukkan aktivitas antibakteri dalam kategori sedang dengan diameter zona hambat sebesar 7,5 mm terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan 7,4 mm terhadap bakteri *Salmonella* sp. (Sahib, 2017). Sikloartobilosanton, senyawa yang berhasil diisolasi dari kayu batang Tumbuhan *A. kemando* Miq. menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup kuat dengan diameter zona hambat sebesar 12 mm pada bakteri *S. aureus* (Prihatin, 2022).

Adanya kandungan senyawa flavonoid di berbagai bagian tumbuhan dengan genus *Artocarpus*, seperti Tumbuhan Puda ( *Artocarpus kemando* Miq.) dan potensi bioaktivitasnya yang serupa, maka dilakukan penelitian lebih lanjut pada kulit akar Tumbuhan Puda untuk mengetahui bioaktivitas senyawa flavonoid yang terkandung dalam tumbuhan tersebut. Senyawa flavonoid yang telah murni dilakukan identifikasi kemurnian dengan menggunakan KLT dan uji titik leleh, dilakukan karakterisasi struktur secara spektroskopi, serta dilakukan uji bioaktivitas antibakteri dan antidiabetes dengan menggunakan metode inhibisi enzim  $\alpha$ -amilase secara *in vitro*.



## **1.2. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan senyawa flavonoid dari bagian kulit akar Tumbuhan Puda ( *A. kemando* Miq.).
2. Mendapatkan informasi mengenai struktur senyawa flavonoid dari bagian kulit akar Tumbuhan Puda ( *A. kemando* Miq.) berdasarkan analisis spektrofotometri UV-*Vis* dan IR.
3. Memperoleh informasi mengenai bioaktivitas antibakteri dan antidiabetes senyawa flavonoid hasil isolasi.

## **1.3. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terbaru mengenai studi senyawa flavonoid pada bagian kulit akar Tumbuhan Puda ( *A. kemando* Miq.), metode pengisolasianya, serta uji bioaktivitasnya yang berpotensi sebagai antibakteri dan antidiabetes alami dari tumbuhan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Moraceae

Moraceae merupakan salah satu anggota tumbuhan berbunga yang tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, memiliki sekitar 40 genus dan lebih dari 1.000 spesies. Empat genus utama dari famili ini yaitu *Artocarpus*, *Morus*, *Cudrainia*, dan *Fiscus* (Rahman and Khanom, 2013). Karakteristik umum yang dimiliki oleh tumbuhan ini yaitu pohon memanjat atau perdu dan memiliki getah. Daunnya berseling, sederhana, dan utuh dengan tulang daun menyirip (Baliga *et al.*, 2011). Tinggi tumbuhan ini rata-rata mampu mencapai 20 m. Bunga dari tumbuhan Moraceae ada yang memiliki mahkota bunga maupun tidak memiliki mahkota bunga. Buahnya berupa buah yang keras, sering kali terkumpul sehingga disebut buah majemuk (Tjitrosoepomo, 1994). Kualitas kayu dari famili Moraceae juga cukup baik, hal ini dapat dilihat dari penggunaan kayu sebagai konstruksi bangunan rumah dan pembuatan perabotan rumah tangga.

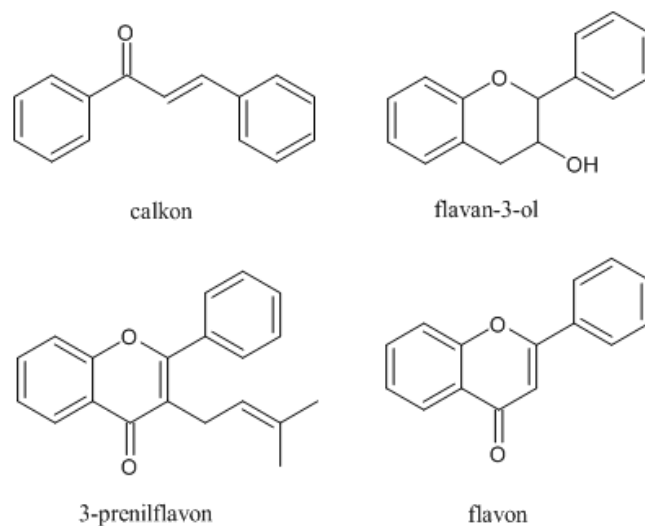
Beberapa jenis spesies menghasilkan kayu dan kulit kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai obat (Francis, 2004). Spesies dari famili Moraceae diakui secara luas sebagai sumber bioaktif yang kaya akan senyawa metabolit sekunder seperti triterpenoid, flavonoid, stilben, dan santon (Han *et al.*, 2006). Senyawa tersebut memiliki aktivitas antiinflamasi, antitumor, antibakteri, dan antikanker. Famili Moraceae terbukti memiliki senyawa dengan aktivitas biologis yang dapat digunakan dalam bidang pengobatan dan fisioterapi, seperti digunakan sebagai bronkondilator, ekspektoran, antihelminik, dan pengobatan penyakit kulit (Luz *et al.*, 2015).

## 2.2. *Artocarpus*

*Artocarpus* merupakan genus dari famili Moraceae, menghasilkan berbagai flavonoid termetilasi, terdiri dari sekitar 50 spesies, serta tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia (Amarasinghe *et al.*, 2008).

Di Indonesia, *Artocarpus* dikenal sebagai tumbuhan “nangka-nangkaan” yang dicirikan dengan pohon yang tinggi dengan getah putih di seluruh bagian tanaman, kayu yang keras, dan buah berdaging dengan banyak biji. *Artocarpus* telah banyak dikenal oleh masyarakat luas karena dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan hidup seperti bahan pangan, bahan bangunan, industri serat pakaian, dan bahan perekat. Tumbuhan ini telah lama digunakan masyarakat sebagai obat tradisional, seperti menyembuhkan penyakit kulit, sakit gigi, demam, dan disentri (Saw *et al.*, 1991).

*Artocarpus* mengandung banyak senyawa metabolit sekunder dari golongan terpenoid, flavonoid, arilbenzofuran, neolignan, dan senyawa stilben. Senyawa metabolit sekunder yang telah berhasil diisolasi dari genus *Artocarpus* ini sebagian besar merupakan senyawa dari golongan flavonoid dengan kerangka dasar calkon, flavan-3-ol, flavon, dan 3-prenilflavon dengan struktur senyawa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Golongan senyawa flavonoid yang berhasil diisolasi dari genus *Artocarpus* (Borisha, 2017).

### 2.3. Tumbuhan Puda ( *Artocarpus kemando* Miq.)

*A. kemando* Miq. merupakan tumbuhan liar dengan batang berbulu berwarna coklat yang tersebar di beberapa pulau di Indonesia. Tumbuhan Puda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, memiliki tinggi pohon hingga 40 m dan sering ditemukan di daerah berawa dan daerah dengan ketinggian hingga 450 m di kawasan hutan dari Semenanjung Malaysia, Sumatera, dan Kalimantan. Habitat tumbuhan *A. kemando* Miq. yaitu hutan sekunder bersuhu dingin (Mandia dkk, 2010), tanah dengan ketinggian 50-80 mdpl, kemiringan tanah 3-9°, dan pH tanah 5,6-6,2 dengan kandungan liat relatif dominan (Lestari, 2009).

Buahnya dapat dikonsumsi dan diketahui memiliki rasa sedikit pahit. Kayunya ringan dan keras, biasa digunakan terutama dalam pembuatan peralatan rumah tangga. Berdasarkan penelitian fitokimia sebelumnya, telah diperoleh berbagai jenis flavonoid terpenilasi pada isolasi *A. kemando* Miq. yang menunjukkan aktivitas sitotoksik terhadap sel KB. Sehingga tumbuhan ini merupakan sumber senyawa antikanker yang menjanjikan (Seo *et al.*, 2003).



**Gambar 2.** (a) Tumbuhan *A. kemando* Miq., (b) Akar *A. kemando* Miq.

### 2.4. Senyawa Metabolit Sekunder

Senyawa metabolit sekunder merupakan molekul kecil yang dihasilkan oleh suatu organisme tetapi tidak secara langsung dibutuhkan dalam mempertahankan hidupnya. Tidak seperti protein, asam nukleat, dan polisakarida yang merupakan

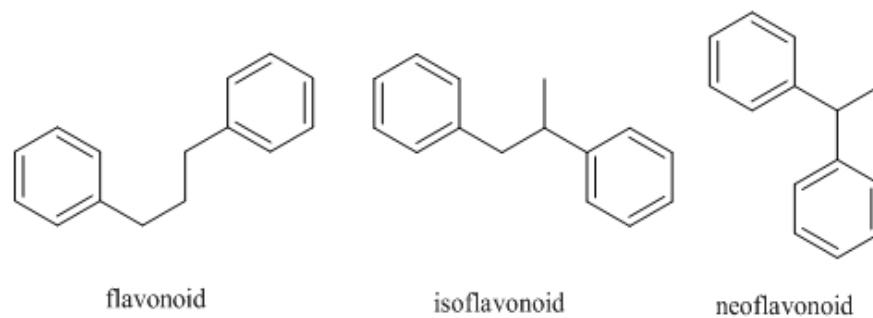
kelompok dasar untuk proses kehidupan. Senyawa metabolit sekunder diantaranya adalah tanin, terpenoid, flavonoid, steroid, alkaloid, fenol, glikosida, dan senyawa volatil atau minyak esensial yang banyak ditemukan di buah, sayur, dan tumbuhan (Bhattacharjee *et al.*, 2010). Sifat-sifat dasar dari senyawa metabolit sekunder perlu dipahami dengan baik sebelum melakukan isolasi dan pemurnian lebih lanjut. Mayoritas senyawa metabolit sekunder bersifat semi polar dan polar, sehingga dapat larut dalam pelarut organik seperti metanol. Kebanyakan metabolit yang larut dalam metanol adalah senyawa glikosida yang mengikat satu atau lebih molekul gula heksosa pentosa (Saifudin, 2014).

Produk senyawa metabolit sekunder banyak digunakan dalam obat-obatan (steroid dan alkaloid), wewangian (aroma), pewarna (alkalin dan shikonin), dan pestisida (nikotin dan rotenon). Senyawa metabolit sekunder merupakan sumber molekul obat yang dapat memberikan efek karakteristik dan aktivitas biologis seperti imunostimulan, antistres, antibakteri, antijamur, antivirus, antiinfeksi, antikolesterol, antikanker, antidiabetes, perangsang nafsu makan, dan efek biologis afrodisiak (Yadav *et al.*, 2012). *Xanthone* merupakan contoh senyawa metabolit sekunder alami golongan *polyphenolic* yang telah diisolasi dari tumbuhan *A. kemando* Miq. (Hasyim *et al.*, 2011).

## 2.5. Flavonoid

Flavonoid adalah zat fenolik terhidroksilasi dan diketahui disintesis oleh tanaman sebagai respons terhadap infeksi mikroba. Senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru, dan sebagian warna kuning yang ditemukan dalam tumbuhan. Flavonoid terdapat dalam semua tumbuhan hijau dan merupakan senyawa polar karena memiliki gugus hidroksil, sehingga akan larut dalam pelarut polar seperti metanol, etanol, butanol, dan air. Aglikon flavonoid yang kurang polar seperti isoflavon, flavon, flavanon, dan flavanon yang termetoksilasi cenderung lebih mudah larut dalam pelarut seperti eter dan kloroform (Markham, 1988).

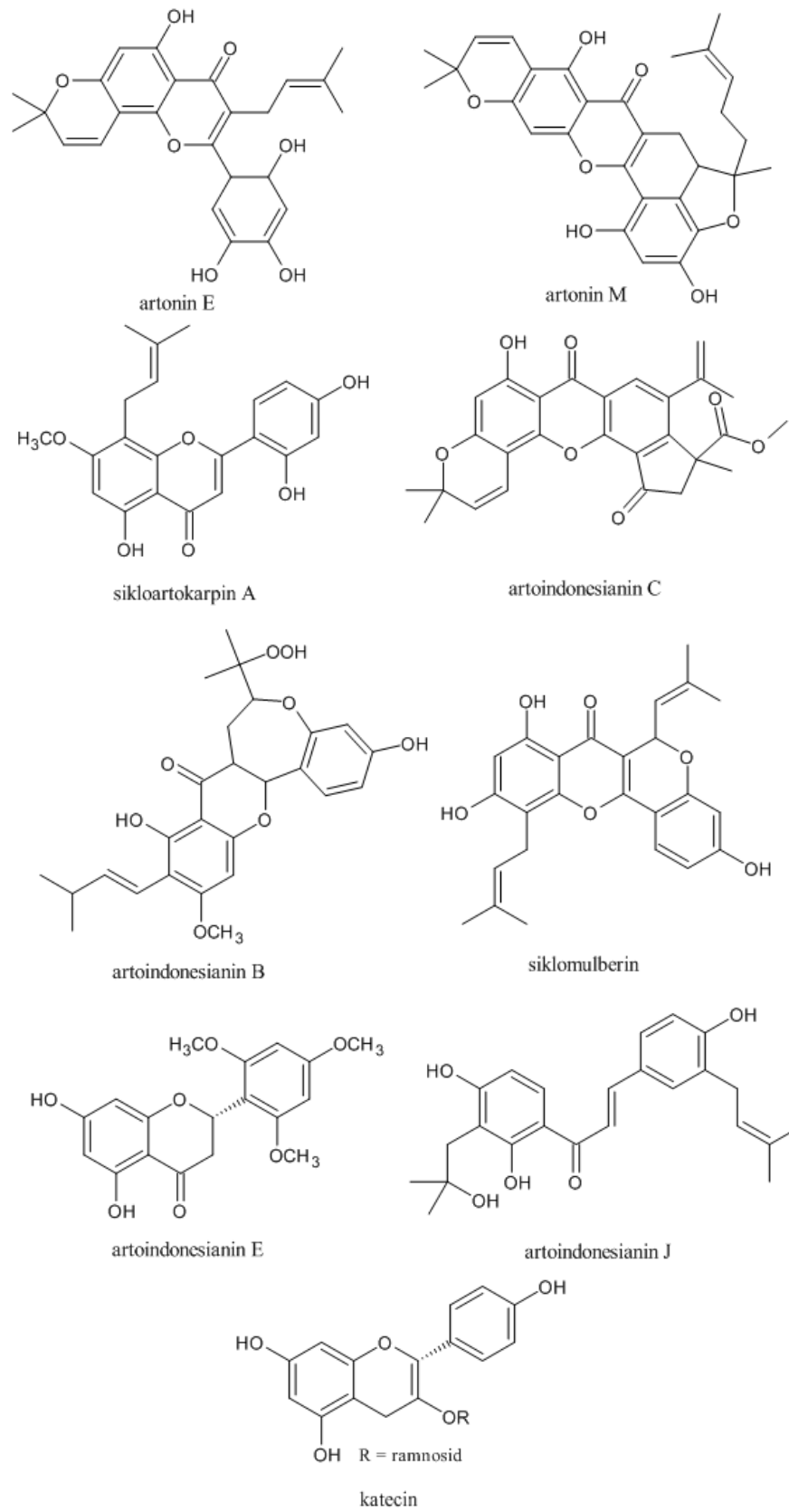
Flavonoid memiliki kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon yang membentuk dua cincin benzena dan satu rantai propana dengan susunan C6-C3-C6. Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen. Susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur, yaitu flavonoid (1,3-diaril propana), isoflavonoid (1,2-diaril propana), dan neoflavonoid (1,1-diaril propana) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3.** Tiga jenis flavonoid (Achmad, 1986).

Flavonoid diekstraksi menggunakan pelarut yang sesuai dengan jenis flavonoid. Flavonoid yang lebih polar diekstraksi dengan menggunakan alkohol atau campuran alkohol-air, sedangkan flavonoid yang kurang polar diekstraksi dengan menggunakan kloroform, dietil eter, diklorometana, atau etil asetat. Flavonoid memiliki berbagai efek bioaktivitas termasuk antibakteri, antipenuaan, antioksidan (Munhoz *et al.*, 2014), antivirus, antiinflamasi (Wang *et al.*, 2016), kardioprotektif, antidiabetes, dan antikanker (Marzouk, 2016). Beberapa struktur kimia senyawa flavonoid yang telah berhasil diisolasi dari tumbuhan *Artocarpus* dapat dilihat pada Gambar 4. Senyawa flavonoid tersebut berasal dari berbagai kerangka dasar seperti calkon, flavon sederhana, flavanon, flavan-3-ol (katecin), prenilflavon, piranoflavon, oksepinoflavon, quinonosanton, dihidrobenzosanton, furanodihidrobenzosanton, piranodihidrobenzosanton, siklopentenosanton, santonolid, dihidrosanton, dan siklopentenosanton (Hakim, 2010).





**Gambar 4.** Struktur kimia beberapa flavonoid yang telah berhasil diisolasi dari tumbuhan *Artocarpus* (Hakim, 2010).

## 2.6. Teknik Isolasi Senyawa Flavonoid

### 2.6.1. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan zat pokok yang diinginkan dari sampel menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan apabila tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dan sampel. Setelah proses ekstraksi, ekstrak yang diperoleh dipisahkan dari sampel dengan cara penyaringan. Proses ekstraksi dengan sampel yang berasal dari tumbuhan dilakukan dengan cara pengelompokan bagian tumbuhan, pengeringan, penggilingan, dan pemilihan pelarut. Pada prinsipnya, suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut dengan tingkat polaritas yang sama. Proses ekstraksi dapat dilakukan dengan menggunakan satu jenis pelarut dan dua atau lebih pelarut yang disebut dengan ekstraksi bertingkat. Pada ekstraksi bertingkat, akan dihasilkan senyawa tertentu yang terekstrak secara spesifik pada tiap pelarut yang digunakan (Sudarmadji dkk, 1989).

Pelarut polar yang biasa digunakan untuk ekstraksi yaitu air, metanol, etanol, dan sebagainya. Pelarut semi polar yaitu diklorometana, etil asetat, dan sebagainya. Pelarut yang bersifat nonpolar yaitu petroleum eter, *n*-heksana, kloroform, dan sebagainya. Pelarut ideal yang sering digunakan untuk ekstraksi adalah alkohol, seperti metanol atau campurannya dengan air. Pelarut tersebut merupakan pengestraksi terbaik untuk hampir semua senyawa yang memiliki berat molekul rendah seperti flavonoid dan saponin. Ekstrak kasar hasil ekstraksi ini sulit dipisahkan dengan teknik pemisahan tunggal untuk mengisolasi senyawa murni, sehingga ekstrak kasar perlu dipisahkan ke dalam fraksi dengan polaritas dan ukuran yang sama (Mukhriani, 2014).

Ekstraksi terdiri atas beberapa metode, yaitu maserasi, sokletasi, perlokasi, refluks, dan destilasi uap. Maserasi merupakan metode paling sederhana yang banyak digunakan baik dalam skala kecil maupun industri. Maserasi dilakukan dengan memasukkan serbuk simplisia dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah

inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Kontak antara sampel dan pelarut dapat ditingkatkan dengan pengadukan untuk memperbesar kontak antar sampel dan pelarut, sehingga proses ekstraksi lebih sempurna (Koirewoa dkk, 2012).

Proses ini sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam.

Perendaman sampel tumbuhan akan menyebabkan pemecahan dinding dan membran sel yang diakibatkan oleh perbedaan tekanan di dalam dan di luar sel, sehingga senyawa metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik yang digunakan (Lenny, 2006).

### **2.6.2. Fraksinasi Ekstrak**

Proses fraksinasi atau partisi dilakukan untuk memisahkan komponen kimia dari ekstrak menggunakan pelarut yang berbeda tingkat kepolarannya. Hasil ekstrak metanol yang diperoleh masih kasar dan sangat kompleks isinya, sehingga perlu dilakukan fraksinasi cair-cair atau partisi. Lazimnya untuk ekstrak metanol yang telah dipisahkan selanjutnya dilakukan partisi secara bertingkat mulai dari pelarut *n*-heksana, kloroform, etil asetat, dan butanol (Saifudin, 2014).

Adapun macam-macam metode partisi yaitu :

#### **a. Partisi cair-cair**

Partisi cair-cair biasanya dilakukan dengan menggunakan corong pisah. Ketika suatu pelarut ditambahkan dalam ekstrak yang sudah dilarutkan dalam pelarut lain dengan tingkat kepolaran yang berbeda, maka akan terbentuk dua lapisan, komponen yang memiliki massa jenis lebih besar akan berada pada lapisan bawah. Satu komponen dari suatu campuran akan memiliki kelarutan dalam kedua lapisan tersebut dan setelah beberapa waktu akan dicapai kesetimbangan konsentrasi dalam kedua lapisan. Waktu yang diperlukan untuk mencapai waktu kesetimbangan dua fase tersebut dapat dipersingkat dengan pencampuran keduanya di dalam corong pisah.

#### b. Partisi padat-cair

Partisi padat-cair merupakan pemisahan suatu komponen dari padatan dengan melarutkannya dalam pelarut, di mana komponen lainnya tidak dapat larut dalam pelarut tersebut. Proses ini biasanya dilakukan dalam fase padatan yang banyak dilakukan dalam pemisahan minyak dari bahan yang mengandung minyak, sehingga disebut dengan ekstraksi padat-cair (Ibrahim, 2009).

#### 2.6.3. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi Lapis Tipis merupakan salah satu teknik pemisahan senyawa dengan menggunakan adsorben (fasa stasioner) berupa lapisan tipis seragam yang disalutkan pada permukaan bidang datar berupa lempeng kaca, plat aluminium atau plastik. Identifikasi KLT dilakukan terhadap hasil fraksinasi menggunakan sistem campuran eluen dengan menggunakan pelarut tertentu. Eluen yang dipilih adalah eluen yang dapat memberikan pola pemisahan komponen senyawa yang baik dan dapat menarik senyawa target yang akan diisolasi. Pemilihan eluen dilakukan secara “*trial and error*” dengan kombinasi eluen yang berbeda untuk mendapatkan pola pemisahan terbaik. Hasil kromatogram diidentifikasi menggunakan larutan serum sulfat untuk menampakkan bercak atau noda dari komponen senyawa tersebut. KLT digunakan untuk menentukan banyaknya komponen dalam campuran, identifikasi senyawa, memantau berjalannya suatu reaksi, menentukan efektivitas pemurnian, menentukan kondisi yang sesuai untuk kromatografi kolom, serta untuk monitoring hasil kromatografi kolom dan KCV (Gandjar dan Rohman, 2007).

Jarak pemisahan senyawa pada plat silika gel tergantung pada polaritasnya. Senyawa yang tidak polar dan sedikit polar bergerak paling jauh dari titik awal penotolan, sedangkan senyawa yang paling polar bergerak naik dengan jarak yang paling dekat dari titik awal penotolan. Parameter yang digunakan untuk identifikasi adalah nilai  $R_f$  yang menyatakan jarak pengembangan senyawa pada kromatogram dengan rentang harga antara 0,00-1,00 (Hidayah, 2010). Hasil KLT

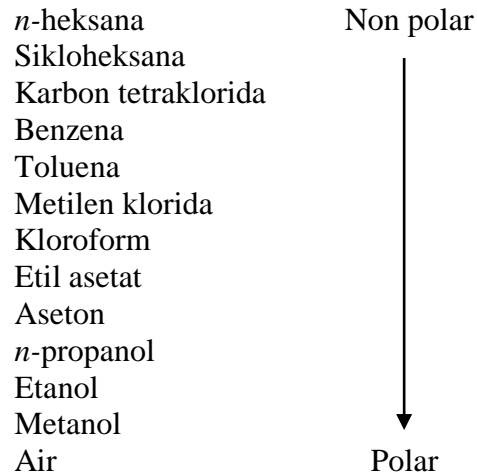
dengan menggunakan eluen berbeda-beda akan menghasilkan Rf yang berbeda. Perbedaan itu didasarkan oleh perbedaan kepolaran eluen. Eluen yang mendekati polar akan memiliki nilai Rf yang lebih besar karena sifat plat KLT yang bersifat polar, sebaliknya eluen yang mendekati non polar akan memiliki nilai Rf yang lebih kecil. Nilai Rf ini dapat digunakan sebagai analisis kualitatif suatu senyawa (Sastrohamidjojo, 2002).

$$Rf = \frac{\text{jarak tempuh sampel}}{\text{jarak tempuh pelarut}}$$

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

Kromatografi Cair Vakum (KCV) merupakan salah satu metode pemisahan dan pemurnian golongan senyawa metabolit sekunder dengan menggunakan silika gel sebagai adsorben pada berbagai perbandingan pelarut yang dilengkapi dengan pompa vakum untuk memudahkan terjadinya elusidasi. Metode Kromatografi Cair Vakum (KCV) dipilih karena dapat digunakan untuk memisahkan sampel dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat. Metode ini didasarkan pada prinsip absorpsi dan partisi. Kolom diisi dengan fase diam dan divakum dengan pompa vakum agar fase gerak berupa eluen dapat turun mengelusi komponen kimia yang terkandung di dalam sampel, sehingga akan keluar menjadi fraksi-fraksi yang lebih sederhana (Syafitri dan Ersam, 2016).

KCV terdiri dari suatu corong Buchner yang memiliki kaca masir dan diisi dengan fase diam. Teknik KCV dilakukan dengan suatu sistem yang bekerja pada suatu kondisi vakum secara berlanjut dan akan menghasilkan kerapatan kemasan yang maksimum atau dengan menggunakan tekanan rendah untuk meningkatkan laju alir fase gerak. Urutan eluen yang digunakan dimulai dari eluen yang memiliki tingkat kepolaran paling rendah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan ditingkatkan secara perlahan. Vakum dihentikan, pelarut dengan kepolaran rendah dituangkan ke permukaan adsorben lalu divakum, kolom dihisap sampai kering hingga siap dipakai (Hostettman *et al.*, 1995).



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

Proses penyiapan fasa diam dalam kolom terbagi menjadi dua macam, yaitu :

a. Cara Basah

Fasa diam dilarutkan terlebih dahulu ke dalam fasa gerak yang akan digunakan. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam kolom secara merata dan fasa gerak dibiarkan mengalir hingga terbentuk fasa diam yang tetap dan rata, kemudian aliran dihentikan.

b. Cara Kering

Fasa diam atau adsorben yang akan digunakan pada KCV dimasukkan ke dalam kolom kromatografi, kemudian dibasahi dengan pelarut yang akan digunakan (Hostettman *et al.*, 1995).

### 2.6.5. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG)

Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG) merupakan proses pemisahan berdasarkan perbedaan distribusi campuran komponen antara fasa diam berupa kolom dan fasa gerak yang dibiarkan mengalir. Metode KKG dipilih untuk pemisahan yang lebih baik dengan jumlah sampel yang lebih sedikit. Aliran pelarut sebagai fase gerak disebabkan oleh adanya tekanan gaya gravitasi. Kecepatan tetesan dan penambahan eluen diatur agar tetesan yang keluar terjadi secara kontinyu.



Konsepnya sama seperti KLT, perbedaannya terletak pada pemisahan komponen suatu zat dalam eluen yang bergerak melalui fase diam sebagai adsorben yang terjadi akibat adanya perbedaan daya adsorpsi pada komponen-komponen tersebut. Fase gerak yang digunakan berupa larutan yang dipilih berdasarkan hasil KLT dan fase diamnya berupa adsorben padat seperti alumina atau silika gel. Kromatografi kolom dilakukan pada kondisi normal tanpa vakum dan waktu yang diperlukan lebih lama (Hernawan, 2008). Pada dasarnya, cara ini meliputi penempatan larutan di atas kolom yang berisi serbuk penyerap, kemudian dilanjutkan dengan elusi beruntun setiap komponen dengan menggunakan pelarut yang cocok (Markham, 1988). Tingkat adsorpsi tergantung pada polaritas molekul dan fasa gerak, serta aktivitas adsorben (Christian, 1994). Urutan kekuatan adsorben, kepolaran eluen, dan elusi senyawa dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Urutan kekuatan, kepolaran eluen, dan elusi pada kromatografi (Christian, 1994)

<b>Adsorben</b>	<b>Polaritas Eluen</b>	<b>Elusi Senyawa</b>
Selulosa	Petroleum Eter	Hidrokarbon jenuh
Gula	Karontetra Klorida	Alkena
Asam Silikat (Silika Gel)	Benzena	Hidrokarbon Aromatik
Florisil (Magnesium Silikat)	Kloroform	Eter
Alumunium Oksida (Alumina)	Dietil Eter	Aldehida, keton, ester
	Aseton	Alkohol
	Etanol	Asam Karboksilat
	Metanol	
	Air	

Keterangan : Semakin ke bawah menunjukkan kekuatan, kepolaran eluen, dan elusi yang semakin tinggi pada kromatografi.

## 2.7. Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah ilmu yang mempelajari tentang spektrofotometer dan penggunaannya. Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif ketika energi tersebut ditransmisikan,

direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang yang terdiri dari spektro dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer merupakan alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Neldawati, 2013). Pada penelitian ini digunakan dua jenis alat spektrofotometer, yaitu spektrofotometer inframerah (IR) dan UV-Vis.

### 2.7.1. Spektrofotometri Inframerah (IR)

Spektrofotometri IR digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik karena spektrumnya terdiri dari berbagai puncak yang sangat kompleks. Sinar inframerah dapat diserap oleh berbagai jenis gugus fungsi pada frekuensi tertentu. Spektrofotometer IR memiliki inti berupa interferometer Michelson berupa alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah yang dihasilkan berasal dari penransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas blanko sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang dihasilkan kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (nm) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) (Anam dkk, 2007).

Panjang gelombang IR berada pada rentang  $625 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ . Daerah  $625 - 1300 \text{ cm}^{-1}$  merupakan *finger print* dari setiap senyawa dan sering kali sangat rumit karena menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh uluran dan tekukan (Sastrohamidjojo, 2002). Daerah antara  $1400-4000 \text{ cm}^{-1}$  merupakan daerah khusus yang berguna untuk identifikasi gugus fungsional. Daerah ini menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh vibrasi uluran. Puncak-puncak Spektrum inframerah dari senyawa yang diprediksi mengandung flavonoid memberikan petunjuk adanya gugus  $-\text{OH}$  di daerah serapan  $3400 \text{ cm}^{-1}$ , gugus ester  $\text{C}=\text{O}$  pada  $1660 \text{ cm}^{-1}$  dan  $\text{C}=\text{O}$  flavonoid pada  $1600 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus tersebut merupakan gugus utama yang terdapat pada kerangka flavonoid (Wijono, 2003). Gugus absorpsi (bilangan gelombang) dari beberapa gugus fungsi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Absorpsi dari beberapa gugus fungsi (Fessenden dan Fessenden, 1986)

Gugus Fungsi	Absorpsi (bilangan gelombang dalam $\text{cm}^{-1}$ )	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )
OH dan NH str.	3000-3700	2,7-3,3
CH str.	2800-3300	3,1-3,75
$\text{C}\equiv\text{C}$	2100-2250	4,4-4,8
$\text{C}=\text{O}$ str.	1640-1820	5,5-6,1
$\text{C}=\text{C}$	1600-1700	5,8-6,2
$\text{C}-\text{O}$ str.	1050-1300	7,7-9,5
$\text{C}-\text{N}$ str.	900-1300	8-11

### 2.7.2. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis digunakan untuk mengukur interaksi antara radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk menganalisis struktur flavonoid dengan mengidentifikasi jenis flavonoid dan menentukan pola oksigenasi. Keuntungan utama cara ini adalah hanya membutuhkan sedikit senyawa flavonoid untuk analisis lengkap. Kedudukan gugus fungsi hidroksil pada inti flavonoid dapat ditentukan dengan cara menambahkan pereaksi geser ke dalam larutan cuplikan dan mengamati pergeseran puncak yang terjadi. Letak serapan pita dan kekuatan pita tersebut akan memberikan informasi mengenai sifat senyawa flavonoid (Markham, 1988), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rentang serapan spektrum UV-Vis untuk flavonoid (Fessenden dan Fessenden, 1986)

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

Daerah spektrum absorpsi UV-*Vis* berada pada rentang 220 nm – 800 nm, daerah sinar ultraviolet pada 190-380 nm, sedangkan spektrum sinar tampak berada pada rentang 380-780 nm (Sastrohamidjojo, 2002). Spektrum khas flavonoid terdiri atas dua pita, yaitu pada rentang 240-295 nm (Pita II) dan 300-560 nm (Pita I) (Neldawati, 2013). Spektrofotometri UV-*Vis* menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, sehingga spektrofotometer UV-*Vis* dapat digunakan baik untuk sampel berwarna maupun sampel tidak berwarna yang memiliki serapan berbeda pada setiap zat warnanya, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 (Day dan Underwood, 2001).

**Tabel 4.** Serapan sinar dan zat warna spektrofotometer UV-*Vis* (Day dan Underwood, 2001)

Serapan Sinar dan Zat Warna (nm)	Warna yang Diteruskan	Warna yang Diserap
400-435	Ungu	Hijau-Kekuningan
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru-Kehijauan	Jingga
490-500	Hijau-Kebiruan	Merah
500-560	Hijau	Ungu-Kemerahan
560-580	Hijau-Kekuningan	Ungu
580-595	Kuning	Biru
595-610	Jingga	Biru-Kehijauan
610-750	Merah	Hijau-Kebiruan

## 2.8. Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena adanya kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau kedua-duanya. Kekurangan insulin relatif terjadi jika produksi insulin tidak sesuai dengan kebutuhannya, kerja insulin pada sel yang dituju diperlemah oleh antibodi insulin, jumlah reseptor insulin pada organ yang dituju berkurang atau ada cacat reseptor insulin, sedangkan kekurangan insulin absolut

terjadi jika pankreas tidak mampu untuk mensekresikan insulin. Gejala penyakit diabetes melitus diantaranya berupa poliuria (sering buang air kecil), polidipsia (banyak minum), berat badan menurun walaupun polifagia (banyak makan) dan rasa lemas (*American Diabetes Association, 2010*).

Secara etiologis, diabetes dibagi menjadi 4 jenis yaitu diabetes Tipe I (*Insulin Dependent Diabetes Millitus/IDDM*), Tipe II (*Non Insulin Dependent Diabetes Millitus/NIDDM*), DM tipe lain, dan DM Gestasional. Diabetes Tipe I terjadi karena faktor genetik yang pada umumnya dimiliki sejak kecil. DM tipe I merupakan suatu gangguan autoimun yang ditandai dengan kerusakan sel-sel  $\beta$  Langerhans pankreas. Kerusakan ini menyebabkan pankreas kurang mampu memproduksi insulin, sehingga kandungan insulin di dalam tubuh mengalami kekurangan atau tidak ada sama sekali. Kurangnya hormon insulin menyebabkan glukosa di dalam darah menumpuk karena tidak dapat diserap ke dalam sel tubuh, sehingga penderita DM tipe I memerlukan asupan insulin eksogen yang biasanya diberikan dalam bentuk suntikan untuk membantu menjaga proses metabolisme di dalam tubuh (*Bustan, 2015*).

Diabetes tipe II umumnya dialami oleh orang dewasa, karena berkaitan dengan degenerasi atau kerusakan organ dan faktor gaya hidup yang tidak sehat. Diabetes tipe ini dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, obesitas, diet tinggi lemak, dan kurang berolahraga. DM tipe lain dapat terjadi karena efek genetik dari fungsi sel  $\beta$  pankreas dan kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, imbas obat atau zat kimia, infeksi, dan sindrom genetik lainnya. DM Gestasional dapat terjadi selama masa kehamilan yang biasanya terjadi pada trimester kedua dan ketiga. Diabetes tipe I dan tipe II menjadi dua tipe utama penyakit diabetes, dan diabetes tipe II merupakan mayoritas dari tipe diabetes lainnya, yaitu lebih dari 85% penderita dari total prevalensi diabetes merupakan penderita diabetes tipe II (*American Diabetes Association, 2010*).

Diabetes yang tidak terkontrol dapat menyebabkan terjadinya komplikasi metabolik akut maupun kronik. Gula darah pada penderita diabetes dapat

dikendalikan dengan membiasakan gaya hidup sehat dan menggunakan OHO (Obat Hipoglikemik Oral). Pola makan dengan komposisi karbohidrat, protein, dan lemak yang seimbang dan berolahraga secara teratur dapat menurunkan dan menjaga kadar gula darah karena dapat meningkatkan aktivitas reseptor insulin dan meningkatkan penggunaan glukosa di dalam tubuh. Penggunaan obat oral dilakukan untuk membantu penanganan pasien DM tipe II dengan menggunakan satu jenis obat atau kombinasi dari dua jenis obat. Terdapat beberapa tipe obat yang umum digunakan untuk mengendalikan kadar gula dalam darah. Berdasarkan cara kerjanya, obat antihiperglikemia dibagi menjadi lima golongan, yaitu memacu sekresi insulin (*Insulin Secretagogue*), meningkatkan sensitivitas terhadap insulin, menghambat absorpsi glukosa di saluran pencernaan, menghambat DPP-IV (*Dipeptidyl Peptidase-IV*), dan menghambat SGLT-2 (*Sodium Glucose Co-transporter 2*) (Ndraha, 2014).

Penggunaan obat oral dan terapi insulin dalam penanganan kondisi hiperglikemia di dalam tubuh pada penderita diabetes memiliki efek samping dan membutuhkan biaya yang cukup mahal karena penggunaannya yang memerlukan jangka waktu yang panjang. Penggunaan obat oral dapat menyebabkan efek samping seperti nyeri perut, konstipasi, diare, mual, muntah, hipoglikemia, reaksi hipersensitivitas termasuk pruritus, kemerahan, vaskulitis, urtikaia, dan gangguan penglihatan. Alternatif lain yang dapat dilakukan dalam penanganan kondisi hiperglikemia adalah dengan menggunakan bahan alami dari tumbuhan yang berpotensi membantu menurunkan kadar gula darah sehingga menjadi lebih terkontrol (Prameswari dan Wijnarko, 2014).

## **2.9. Bakteri**

Bakteri merupakan salah satu golongan organisme prokariotik dengan DNA yang hanya tersusun atas intron saja (Jawetz, 2013). Pada umumnya, bakteri memiliki ukuran sel sebesar 0,5 – 1,0  $\mu\text{m}$  x 2,0 – 5,0  $\mu\text{m}$ . Bentuk dasar bakteri terdiri dari tiga jenis, yaitu bentuk bulat (kokus), bentuk batang (*Bacillus*), dan bentuk spiral. Bakteri patogen adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Pengobatan

infeksi yang disebabkan oleh bakteri patogen melibatkan penggunaan antibiotik. Antibiotik merupakan jenis obat yang telah diformulasikan khusus untuk membunuh bakteri dan secara umum digunakan untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh bakteri (Hanafiah, 2005).

### **2.9.1. *Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif yang berbentuk bulat dan dapat tumbuh optimal pada suhu 35-37°C. Klasifikasi bakteri *S. aureus* menurut (Rosenbach, 1884) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacilliales
Famili	: Staphylococceae
Genus	: Staphylococcus
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i>

Bakteri ini tersusun bergerombol seperti buah anggur yang hidup sebagai saprofit di dalam saluran pengeluaran lendir pada tubuh manusia seperti hidung, mulut, tenggorokan, dan dapat dikeluarkan saat batuk atau bersin. Bakteri ini juga terdapat pada pori-pori, permukaan kulit, kelenjar keringat, dan saluran usus. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi serius ketika sistem imun melemah yang disebabkan oleh perubahan hormon, penyakit, jaringan kulit yang terbuka atau luka, dan penggunaan steroid atau obat yang mempengaruhi imunitas. Bakteri *S. aureus* dapat ditularkan antarmanusia melalui kontak langsung dengan kulit yang terinfeksi maupun transmisi melalui udara (Syahrurachman dkk, 1994).

### **2.9.2. *Salmonella* sp.**

*Salmonella* sp. merupakan bakteri Gram negatif yang dikenal sebagai famili *Enterobacteriaceae*. Klasifikasi bakteri *Salmonella* sp. menurut (Kuswiyanto, 2017) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma proteobacteria
Famili	: Entnerobacteriales
Genus	: Salmonella
Spesies	: <i>Salmonella</i> sp.

*Salmonella* merupakan bakteri patogenik enterik yang menyebabkan penyakit bawaan pada makanan dan infeksi bagi manusia. Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri ini disebut *Salmonellosis* yang ditandai dengan demam yang timbul secara akut, nyeri abdominal, diare, mual, dan terkadang muntah. Bakteri ini dapat ditularkan melalui konsumsi makanan yang tercemar oleh bakteri tersebut atau melalui hewan seperti kotoran reptil, ayam, dan bebek yang mengontaminasi makanan atau air, kemudian makanan dan air tersebut dikonsumsi oleh manusia. *Salmonella* mudah tumbuh pada medium yang sederhana. Bakteri ini dapat hidup pada suhu tubuh manusia ataupun suhu yang sedikit lebih rendah dan dapat mati pada suhu 70°C ataupun oleh antiseptik (Yuswananda, 2015).



### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Oktober 2022 yang bertempat di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Determinasi sampel dilakukan di Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, LIPI Bogor. Analisis spektroskopi inframerah (IR) dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi dan Teknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Analisis spektroskopi UV-Vis, serta Uji bioaktivitas antibakteri dan antidiabetes dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, peralatan destilasi, *rotary vacuum evaporator*, satu set alat Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Cair Vakum (KCV), Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG), lampu UV, pipet kapiler, pengukur titik leleh MP-10 *Stuart* United Kingdom, neraca analitik, *autoclave*, *Laminar Air Flow* (LAF) 9005-FL Crumar Spain, jarum *ose*, cawan petri, inkubator, pembakar spirtus, mikropipet, spektrofotometer Inframerah *Agilent Technologies*, spektrofotometer UV-Vis *Cary 100 Agilent Technologies*, dan penangas air.

Adapun bahan yang digunakan diantaranya sampel kulit akar Tumbuhan Puda (A. *kemando* Miq.) yang diperoleh dari Dusun Karang Anyar, Desa Klaten, Kecamatan Penengahan, Lampung Selatan. Bahan kimia yang digunakan meliputi metanol (MeOH), *n*-heksana (*n*-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>), etil asetat (EtOAc), aseton (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), serium sulfat (Ce(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 1,5% dalam asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 2N), aquades (H<sub>2</sub>O), silika gel kasar G 60 untuk impregnasi, silika gel halus G 60 (35-70 Mesh) untuk KCV dan KKG, plat KLT silika gel *kiesegal* 60 F254 0,25 mm. Pereaksi geser yang digunakan untuk analisis spektrofotometer UV-Vis yaitu AlCl<sub>3</sub>, HCl pekat, natrium asetat (NaOAc), asam borat (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) dan natrium hidroksida (NaOH). Uji antidiabetes menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase, *acarbose*, larutan pati 1%, larutan iodin, dan pelarut DMSO (*dimethyl sulfoxide*). Untuk uji antibakteri menggunakan kertas *Whattman filter paper* No. 42, *Nutrient Agar* (NA), *ciprofloxacin*, *amoxicillin*, serta bakteri *S. aureus* dan *Salmonella* sp.

### 3.3. Prosedur Penelitian

#### 3.3.1. Pengumpulan dan Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan berupa kulit akar Tumbuhan Puda (A. *kemando* Miq.). Determinasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Jawa Barat. Sampel kulit akar Tumbuhan Puda (A. *kemando* Miq.) dipisahkan antara kulit akar dan kayunya. Kulit akar dibersihkan dari pengotor yang menempel kemudian dipotong-potong hingga berukuran kecil dan dikeringkan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung di dalamnya. Kulit akar yang telah kering kemudian digiling hingga menghasilkan serbuk halus untuk memperluas permukaan sampel pada saat proses ekstraksi.

### 3.3.2. Ekstraksi Sampel dengan Metode Maserasi

Metode ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode maserasi dengan menggunakan pelarut metanol. Serbuk halus kulit akar tumbuhan pudau (*A. kemando* Miq.) ditimbang sebanyak 1,23 kg, kemudian dimaserasi menggunakan pelarut metanol 4 L selama 24 jam dengan tiga kali pengulangan. Ekstrak hasil maserasi kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtratnya. Filtrat hasil maserasi kemudian dipekatkan menggunakan *rotary vaccum evaporator* pada suhu 40°C dengan kecepatan putaran 110 rpm hingga menghasilkan ekstrak kasar metanol.

### 3.3.3. Fraksinasi Ekstrak

Ekstrak kasar metanol selanjutnya dilakukan pemisahan dengan cara partisi menggunakan pelarut organik dengan tingkat kepolaran berbeda. Ekstrak metanol dipartisi menggunakan pelarut *n*-heksana dan etil asetat secara bertahap dengan corong pisah. Larutan ekstrak dimasukkan ke dalam corong pisah, ditambahkan pelarut *n*-heksana dengan perbandingan 1:1 kemudian dikocok, sesekali katup udara corong pisah dibuka dan ditutup kembali, hingga menghasilkan dua fase yang kemudian dipisahkan. Prosedur ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk memaksimalkan proses pemisahan senyawa. Fraksinasi dilanjutkan dengan prosedur yang sama menggunakan pelarut etil asetat.

### 3.3.4. Kromatografi

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

Pada penelitian ini, metode Kromatografi Cair Vakum (KCV) dilakukan dengan menggunakan silika gel halus 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 halus G 60 sebanyak 10 kali berat sampel yang dikemas dalam keadaan kering, selanjutnya bagian atas ditutup

menggunakan kertas saring dan dipadatkan menggunakan vakum agar tidak terdapat ruang udara dan tidak pecah saat dilakukan elusi. Eluen *n*-heksana dituangkan ke atas permukaan silika gel terlebih dahulu untuk mengaktivasi silika halus, lalu kolom dihisap dengan alat vakum hingga kering agar memperoleh kerapatan maksimum. Kertas saring dikeluarkan dan kolom siap digunakan.

Ekstrak kering sampel yang telah dilarutkan dengan aseton kemudian diimpregnasikan pada silika gel kasar sebanyak dua kali berat sampel, digerus hingga homogen dan kering. Sampel hasil impregnasi dimasukkan ke bagian atas kolom yang telah berisi fasa diam secara merata dan di atasnya diletakkan kertas saring agar permukaan sampel tetap terjaga, kemudian divakum. Sampel dielusi menggunakan etil asetat : *n*-heksana mulai dari tingkat kepolaran rendah hingga tinggi (0:100 – 100:0%). Setiap penambahan eluen, kolom dihisap dengan menggunakan vakum hingga kering, kemudian setiap fraksi dilakukan KLT dan digabungkan berdasarkan pola fraksinasinya.

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

KLT dilakukan untuk memonitoring dan melihat pola pemisahan pada komponen senyawa yang terkandung dalam ekstrak kasar. KLT dilakukan dengan sistem campuran eluen menggunakan pelarut seperti *n*-heksana, etil asetat, dan aseton dengan perbandingan yang sesuai. Sampel yang akan dilakukan KLT dilarutkan terlebih dahulu menggunakan aseton, kemudian ditotolkan pada plat silika menggunakan pipet kapiler. Plat KLT dielusi menggunakan eluen yang sesuai kemudian diamati noda yang dihasilkan di bawah lampu UV dengan panjang gelombang 254 dan 366 nm. Kromatogram hasil KLT disemprot menggunakan larutan serum sulfat untuk menampakkan noda hasil KLT. Setiap fraksi yang menghasilkan nilai  $R_f$  yang sama digabungkan, kemudian dipekatkan dan dilakukan proses pemurnian lebih lanjut hingga diperoleh isolat murni yang ditunjukkan dengan noda (*spot*) tunggal pada plat KLT. Proses pemurnian sampel kemudian dilanjutkan dengan Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG).

### 3.3.4.3. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG)

Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG) menggunakan perpaduan silika gel kasar dan halus sebagai fase diam atau adsorben untuk menahan laju elusi pada fasa gerak. Kolom dikemas dalam keadaan basah dengan silika kasar sebanyak 30 kali berat sampel pada bagian bawah kolom, 10 kali berat sampel pada bagian atas kolom, dan silika halus sebanyak dua kali berat sampel pada bagian tengah kolom. Silika gel diaduk dalam pelarut yang akan digunakan dalam proses pengelusian hingga berbentuk bubur (*slurry*). *Slurry* tersebut dimasukkan ke dalam kolom hingga rata dan tidak terdapat rongga (memiliki kerapatan maksimum). Sampel yang telah diimpregnasi pada silika gel kasar sebanyak dua kali berat sampel dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi fase diam atau adsorben. Pada saat sampel dimasukkan, usahakan agar kolom tidak kering atau kehabisan pelarut karena akan mempengaruhi kerapatan fasa diam yang telah dikemas rapat sehingga proses elusi dapat terganggu. Kolom dielusi menggunakan eluen yang sesuai dan hasilnya ditampung ke dalam vial.

### 3.3.5. Analisis Kemurnian

Analisis kemurnian dilakukan dengan metode KLT dan uji titik leleh. Analisis kemurnian dengan metode KLT dilakukan dengan menggunakan berbagai campuran eluen atau fasa gerak. Kemurnian suatu senyawa dapat ditunjukkan dengan timbulnya satu noda dengan berbagai campuran eluen yang digunakan, seperti *n*-heksana dan etil asetat. Pengamatan noda dilakukan di bawah lampu UV dengan panjang gelombang 254 dan 366 nm. Untuk menampakkan bercak atau noda dari komponen senyawa tersebut, plat KLT disemprot dengan menggunakan serum sulfat.

Analisis kemurnian dengan uji titik leleh dilakukan dengan menggunakan alat pengukur titik leleh. Alat pengukur titik leleh dibersihkan terlebih dahulu dari pengotor agar tidak ikut mempengaruhi naik atau turunnya temperatur titik leleh kristal yang akan diuji. Kristal dengan ukuran besar digerus terlebih dahulu

hingga menjadi serbuk yang lebih halus, kemudian kristal yang akan diuji titik lelehnya diambil sedikit dengan menggunakan pipet kapiler dan diletakkan di lempeng kaca. Alat pengukur titik leleh dihidupkan dan titik leleh kristal diamati dengan menggunakan kaca pembesar. Titik leleh kristal ditunjukkan oleh suhu pada saat kristal pertama kali meleleh. Pengukuran titik leleh ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dan apabila menunjukkan hasil yang sama, maka dapat disimpulkan bahwa senyawa yang diperoleh tersebut sudah murni.

### **3.3.6. Identifikasi Senyawa**

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

Sampel kristal hasil isolasi yang telah murni, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer inframerah. Sebanyak 1 mg sampel senyawa hasil isolasi ditimbang dan digerus bersama-sama dengan KBr. Gerasan kristal murni dengan KBr dibentuk menjadi lempeng tipis atau *pellet* transparan dengan bantuan alat penekan hidrolik berkekuatan 8-10 ton  $\text{cm}^2$ . Zat yang telah terdispersi homogen dalam *pellet* dimasukkan ke dalam alat spektrofotometer inframerah dan diukur puncak serapannya (Pavia *et al.*, 2001).

#### **3.3.6.2. Spektrofotometri UV-Vis**

Sebanyak 0,1 mg sampel berupa kristal murni hasil isolasi dilarutkan dalam 10 mL metanol. Larutan ini digunakan sebagai persediaan untuk beberapa kali pengukuran dan dibuat larutan standar dengan konsentrasi tertentu sebagai pembandingan untuk mengetahui kurva larutan standar dari spektroskopi. Larutan persediaan dibagi menjadi beberapa bagian. Sampel dalam pelarut metanol kemudian diukur serapan maksimumnya. Masing-masing larutan persediaan ditambah dengan pereaksi-pereaksi geser seperti natrium hidroksida (NaOH) 2 M (0,8 g NaOH dilarutkan dalam 10 mL akuades), aluminium klorida ( $\text{AlCl}_3$ ) 5% (0,25 g  $\text{AlCl}_3$  dilarutkan dalam 5 mL MeOH), HCl 50% (5 mL HCl dalam 10 mL akuades), padatan natrium asetat (NaOAc) dan asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Pereaksi

geser ini digunakan untuk menentukan kedudukan gugus hidroksi fenol pada senyawa flavonoid dengan cara mengamati pergeseran puncak yang terjadi, lalu diukur serapan maksimum pada masing-masing larutan tersebut setelah penambahan pereaksi geser (Markham, 1988).

### **3.3.7. Uji Bioaktivitas**

#### **3.3.7.1. Antibakteri**

Uji bioaktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi kertas cakram. Bakteri yang akan diuji pada penelitian ini adalah bakteri *S. aureus* dan *Salmonella* sp. Alat-alat yang akan digunakan untuk uji antibakteri sebelumnya disterilisasi terlebih dahulu menggunakan *autoclave* selama 15 menit. Pada uji antibakteri, digunakan 4,2 g *Nutrient Agar* (NA) yang dilarutkan dalam 150 mL aquades sebagai media pertumbuhan bakteri. Campuran tersebut kemudian dipanaskan sampai homogen dan disterilisasi.

Sebanyak 1,5 mg sampel senyawa hasil isolasi dilarutkan dengan 150  $\mu$ L pelarut metanol. Media yang telah disterilisasi dimasukkan ke dalam cawan petri sebanyak 15 mL di dalam *Laminar Air Flow* (LAF), lalu setelah kering dimasukkan media yang berisi aquades serta 1 ose bakteri *S. aureus* atau *Salmonella* sp. Sampel senyawa dibuat dalam tiga konsentrasi berbeda, yaitu 0,3; 0,4; dan 0,5 mg/disc yang kemudian ditotolkan pada kertas cakram. Setelah itu, dimasukkan *paper disc* berisi sampel, kontrol positif, dan kontrol negatif. Kontrol positif yang digunakan pada penelitian ini berupa *amoxicillin* pada bakteri *S. aureus* dan *ciprofloxacin* pada bakteri *Salmonella* sp, sedangkan kontrol negatif yang digunakan adalah metanol. Cawan petri ditutup dengan *plastic wrap* dan diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam, kemudian diukur diameter zona hambat yang dihasilkan.

Parameter yang diamati adalah diameter zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Zona bening dengan diameter lebih dari 20 mm dikategorikan memiliki aktivitas antibakteri yang sangat kuat, 10-20 mm dikategorikan kuat, 5-10 mm dikategorikan sedang, dan di bawah 5 mm dikategorikan senyawa tersebut mempunyai aktivitas yang lemah terhadap bakteri yang diuji (Davis *and* Stout, 1971).

### 3.3.7.2. Antidiabetes

Uji antidiabetes dilakukan dengan mengukur aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -amilase oleh sampel senyawa hasil isolasi yang dilakukan secara *in vitro*. Sebanyak 4 mg sampel senyawa hasil isolasi dilarutkan dalam 2 mL pelarut DMSO. Sampel dibuat 4 variasi konsentrasi yaitu 250, 500, 750, dan 1000 ppm. Larutan pati 1% dibuat dengan melarutkan 0,15 g pati dalam 15 mL aquades kemudian dipanaskan hingga larut. Larutan uji sampel ( $A_1$ ) dibuat dengan mencampurkan 250  $\mu$ L larutan sampel dengan masing-masing konsentrasi (250, 500, 750, dan 1000 ppm) dan 250  $\mu$ L enzim  $\alpha$ -amilase ke dalam tabung reaksi. Campuran ini kemudian dihomogenkan dan didiamkan pada suhu ruang selama 10 menit sebagai OT (*Operating Time*). Larutan pati 1% sebanyak 250  $\mu$ L ditambahkan, dihomogenkan, dan diinkubasi dengan suhu 37°C selama 30 menit. Reaksi dihentikan dengan penambahan 250  $\mu$ L HCl 0,1 M dan ditambahkan 250  $\mu$ L iodine sebagai agen pewarna yang akan membentuk kompleks berwarna biru, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm.

Larutan blanko sampel, larutan kontrol, dan larutan blanko juga disiapkan sebagai pembandingan. Larutan blanko sampel ( $A_2$ ) dibuat dengan mencampurkan 250  $\mu$ L larutan sampel dengan masing-masing konsentrasi dan 250  $\mu$ L H<sub>2</sub>O. Larutan kontrol ( $A_3$ ) dibuat dengan mencampurkan 250  $\mu$ L enzim  $\alpha$ -amilase dan 250  $\mu$ L H<sub>2</sub>O. Larutan blanko ( $A_4$ ) digunakan 500  $\mu$ L H<sub>2</sub>O. Ketiga campuran ini dihomogenkan, didiamkan pada suhu ruang selama 10 menit, ditambahkan 250  $\mu$ L larutan pati 1%, dan diinkubasi dengan suhu 37°C selama 30 menit.



Penghentian reaksi dilakukan dengan penambahan 250  $\mu\text{L}$  HCl 0,1 M dan iodine sebanyak 250  $\mu\text{L}$  sebagai agen pewarna yang akan membentuk kompleks berwarna biru. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 600 nm. Kontrol positif pada penelitian ini menggunakan *acarbose* yang dilarutkan menggunakan DMSO dengan variasi konsentrasi dan prosedur yang sama seperti pengujian larutan sampel (Mwakalukwa *et al.*, 2020).

Persen inhibisi dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\% \text{ Inhibisi} = \left\{ 1 - \frac{A_2 - A_1}{A_4 - A_3} \right\} \times 100$$

keterangan :

$A_1$  = Absorbansi sampel + pati + enzim

$A_2$  = Absorbansi sampel + pati tanpa enzim

$A_3$  = Absorbansi pati + enzim

$A_4$  = Absorbansi pati tanpa enzim

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

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

1. Pada penelitian ini telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi senyawa flavonoid sikloartobilosanton berdasarkan analisis spektrofotometri UV-Vis, IR, hasil KLT, dan uji titik leleh berupa kristal jarum berwarna kuning dengan titik leleh 292-294°C sebanyak 23 mg dari bagian kulit akar Tumbuhan Puda (A. kemando Miq.).
2. Senyawa sikloartobilosanton hasil isolasi menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dalam kategori sangat kuat pada variasi konsentrasi 0,3; 0,4; dan 0,5 mg/disc., serta memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Salmonella* sp. dalam kategori sedang pada konsentrasi 0,3-0,4 mg/disc, dan kategori kuat pada konsentrasi 0,5 mg/disc.
3. Senyawa hasil isolasi menunjukkan bioaktivitas antidiabetes terbesar pada konsentrasi 1000 ppm dengan nilai % inhibisi  $48,53 \pm 1,84$  %, lebih rendah dibandingkan *acarbose* sebagai kontrol positifnya dengan nilai % inhibisi sebesar  $81,56 \pm 1,64$  % pada konsentrasi yang sama.

## 5.2. Saran

Berdasarkan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian lebih lanjut terhadap sampel kulit akar Tumbuhan Puda (*A.kemando* Miq.) perlu dilakukan untuk memperoleh informasi lebih tentang jenis senyawa flavonoid yang terkandung di dalamnya.
2. Pada uji antidiabetes, perlu digunakan variasi konsentrasi yang lebih tinggi untuk mengetahui kemampuan penghambatan optimum terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada senyawa flavonoid hasil isolasi.
3. Uji bioaktivitas lain seperti uji toksisitas, antioksidan, dan antimalaria perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan bioaktivitas lainnya pada senyawa flavonoid hasil isolasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S. A. 1986. *Kimia Organik Bahan Alam, Materi 4: Ilmu Kimia Flavonoid*. Karunia Universitas Terbuka. Jakarta. 39.
- Amalia, A., Sari, I., dan Nursanty, R. 2017. Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat Daun Sembung (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) terhadap pertumbuhan bakteri methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Biotik*. **3**(8): 387–391.
- Amarasinghe, N. R., Jayasinghe, L., Hara, N., and Fujimoto, Y. 2008. Chemical constituents of the fruits of *Artocarpus altilis*. *J. Biochem. Syst. Ecol.* **36**(4): 323-325.
- American Diabetes Association (ADA). 2010. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 24-62.
- Anam, C., Sirojudin, S., dan Firdausi, K. S. 2007. Analisis gugus fungsi pada sampel uji, bensin, dan spiritus menggunakan metode spektroskopi FTIR. *JTAF*. **10**(2): 79-85.
- Baliga, M. S., Shivashankara, A. R., Haniadka, R., Dsouza, J., and Bhat, H. P. 2011. Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lamk (Jackfruit): a review. *Food Res. Inter.* **44**(7): 1800-1811.
- Bhattacharjee, I., Chatterjee, S. K., and Chandra, G. 2010. Isolation and identification of antibacterial components in seed extracts of *Argemone mexicana* L. (Papaveraceae). *Asian Pac J. Trop. Med.* **3**(7): 547-551.
- Borisha, I. 2017. *Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Fraksi Semi Polar Kulit Akar Tumbuhan Pudaun (Artocarpus kemando* Miq.). (Skripsi). FMIPA Unila. Lampung.
- Bouarab-Chibane, L., Forquet, V., Lanteri, P., Clemen, Y., Leonard-Akkari, L., Oulahal, N., Degraeve, P., and Bordes, C. 2019. Antibacterial properties of polyphenols : characterization and QSAR (Quantitative Structure-Activity Relationship) models. *Front. Microbiol.* **829**(10): 20-21.

- Bustan, M. N. 2015. *Manajemen Pengendalian Penyakit Tidak Menular*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Christian, G. D. 1994. *Analytical Chemistry Fifth Edition*. University of Wahington Jhon Wiley and Sons. USA.
- Davis, W. W. and Stout, T. R. 1971. Disc plate method of microbiological antibiotic assay. *J. Microbiol.* **22**(4): 659-665.
- Day, R. A. dan Underwood, A. L. 2001. *Analisa Kimia Kuantitatif, Edisi Keempat*. Erlangga. Jakarta.
- Dharmayudha, O., Wibawa, P. A. S., dan Antara, M. S. 2013. Identifikasi senyawa kimia ekstrak Buah Naga Putih dan pengaruhnya terhadap glukosa darah tikus diabetes. *J. Indones. Med. Veterinus.* **2**(2): 151-161.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. 1986. *Kimia Organik, Jilid 2, Edisi Ketiga*. Erlangga. Jakarta.
- Francis, J. K. 2004. Ficus spp. (and other important Moraceae). *Encyclopedia of Forest Sciences.* **1**(April): 1699–1704.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Analisis Farmasi*. Pustaka Belajar. Yogyakarta.
- Gritter, R. J., Bobbit, J. M., and Schwarting, A. E. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Alih Bahasa oleh Kosasih Padmawinata. ITB. Bandung. 266.
- Hakim, A. 2010. Diversity of secondary metabolites from genus *Artocarpus* (Moraceae). *J. Biotek.* **2**(3): 146-156.
- Han, A. R., Kang, Y. J., Windono, T., Lee, S. K., and Seo, E. K. 2006. Prenylated favonoids from heartwood of *Artocarpus communis* with inhibitory activity on lipopolysaccharide-induced nitric oxide production. *J. Nat. Prod.* **69**(4): 719-721.
- Hanafiah, K. A. 2005. *Biologi Tanah, Ekologi, dan Mikrobiologi Tanah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hasyim, N. M., Mawardi, R., Shireen, S., Gwendoline, C. L., Sukari, A. M., Ali, M., and Go, R. 2011. Dipeptide and xantones from *Artocarpus kemando* Miq. *J. Med. Plant. Res.* **5**(17) : 4224-4230.
- Hernawan. 2008. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dari Kulit Batang Tumbuhan Kenangan (Artocarpus rigida BI.)*. (Skripsi). FMIPA Unila. Lampung.

- Hidayah, R. 2010. Manfaat dan Kandungan Gizi Labu Kuning. <http://www.borneotribun.com/citizen-jurnalism/manfaat-dan-kandungan-gizi-labu-kuning>. Diakses pada 12 Maret 2022.
- Hostettman, K., Hostettman, M., dan Manson, A. 1995. *Cara Kromatografi Preparatif Penggunaan pada Senyawa Bahan Alam*. Alih Bahasa oleh Kosasih Padmawinata. ITB. Bandung. 27-34.
- Ibrahim. 2009. *Ekstraksi*. Sekolah Farmasi. ITB. Bandung.
- Jangtap, U. B. and Bapat, V. A. 2010. *Artocarpus*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J. Ethnopharm.* **129**(2): 142-166.
- Jawetz, E. M. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran, Edisi 23*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Koirewoa, Y. A., Fatimawali, dan Indayany, W. 2012. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dalam Daun Beluntas (Pluchea indica L.)*. Universitas Samratulangi. Manado.
- Kuswiyanto. 2017. *Bakteriologi*. Buku Ajar Analisis Kesehatan. Jakarta.
- Lenny, S. 2006. *Isolasi dan Uji Bioaktivitas Kandungan Kimia Utama Puding Merah dengan Metode Uji Brine Shrimp*. (Skripsi). FMIPA USU. Medan.
- Lestari, T. 2009. *Dampak Konveksi Lahan Pertanian Bagi Taraf Hidup Petani*. (Skripsi). IPB. Bogor.
- 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. *Indones. J. Chem.* **14**(1): 7–11.
- Lubis, V. A., Katar, Y., dan Bahar, E. 2016. Identifikasi bakteri infeksi saluran pernapasan bawah non tuberkulosis (non TB) dan pola resistensinya pada penderita diabetes melitus di RSUP M. Djamil. *J. Kesehat. Andalas.* **5**(3): 692-695.
- Luz, R. F., Vieira, I. J. C., Braz-Filho, R., and Moreira, V. F., 2015. <sup>13</sup>C-NMR data from coumarins from Moraceae family. *Americ. J. Anal. Chem.* **6**: 851-866.
- Mahargyani, W. 2019. Uji aktivitas antidiabetes ekstrak *n*-heksana kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Edu Chemia.* **4**(1): 13-23.
- Maggioni, D., Biffi, L., Nicolini, G., and Garaello, W. 2015. Flavonoids in oral cancer prevention and therapy. *Eur. J. Cancer Prev.* **24**(6): 517-528.

- Mandia, S., Purnamasari, M., Kurniawan, H., Magdaulih, E., Helvetia, R., Suveltri, B., Anugrah, R., dan Dewi, A. S. 2010. *Studi Flora Jenis-Jenis Tumbuhan di Jorong Lubuk Selasih, Kanagarian Batang Barus, Kecamatan Aro Suka, Kabupaten Solok, Sumatera Barat*. Universitas Andalas. Padang.
- Markham, K. R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB. Bandung. 39-53.
- Marzouk, M. M. 2016. Flavonoid constituents and cytotoxic activity of *Erucaria hispanica* (L.) druce growing wild in Egypt. *Arab. J. Chem.* **9**: 411–415.
- McWhorter, L. S. 2011. Biological complementary therapies: a focus on botanical product in diabetes. *J. Diabet. Spectr.* **14**(4): 199-208.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *J. Kesehatan.* **7**(2): 361-367.
- Munhoz, V. M., Longhini, R., Souza, J. R. P., Zequi, J. A. C., Mello, E. V. S. L., Lopes, G. C., and Mello, J. C. P. 2014. Extraction of flavonoids from *Tagetes patula*: process optimization and screening for biological activity. *Rev. Bras. Farmacogn.* **24**(5): 576–583.
- Mwakalukwa, R., Amen, Y., Nagata, M., and Shimizu, K. 2020. Postprandial hyperglycemia lowering effect of the isolated compounds from olive mill wastes an inhibitory activity and kinetics studies on  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase enzymes. *ACS Omega.* **5**: 20070-20079.
- Ndraha, S., 2014. Diabetes melitus tipe 2 dan tatalaksana terkini. *Medicinus.* **14**(10): 1927-1935.
- Neldawati, R. 2013. Analisa nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pillar of Physics.* **2**: 76-83.
- Palezar, M. J. dan Chan, E. C. S. 2006. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 2*. UI Press. Jakarta.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., and Vyvyan, R. J. 2001. *Introduction to Spectroscopy*. Brooks Cole. United States of America.
- Prameswari, O. M. dan Widjanarko, S. B. 2014. Uji efek ekstrak air Daun Pandan Wangi terhadap penurunan kadar glukosa darah dan histopatologi tikus diabetes melitus. *JPA.* **2**(2): 16-27.
- Prihatin, A. S. 2022. *Isolasi, Karakterisasi Senyawa Flavonoid Kayu Batang Tumbuhan Puda (Artocarpus kemando Miq.), dan Uji Bioaktivitas Senyawa Flavonoid Hasil Isolasi*. (Skripsi). FMIPA Unila. Lampung.

- Puspita, E. Y. A. 2018. *Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Kulit Akar Tumbuhan Sukun (Artocarpus altilis (Parkinson F.A. Zorn) Fosberg)*. (Skripsi). FMIPA Unila. Lampung.
- Rahman, A. H. M. M. and Khanom, A. 2013. A taxonomic and ethno-medicinal study of species from Moraceae (Mulberry) family in Bangladesh flora. *JRPS*. **1**(3): 53-57.
- Rijai, A. J., Suganda, A. G., dan Iskandar, E. Y. 2018. Aktivitas inhibitor alfa-amilase beberapa tumbuhan obat Indonesia. *J. Sains Kes*. **1**(10): 517-524.
- Rosenback, A. J. F. 1884. *Mikro-organismen bel den Wund-infections-krankhelten des Menschen*. JF Bergmann.
- Sahib, N. A. 2017. *Uji Aktivitas Antimikroba Hasil Fraksinasi Ekstrak Daun Cempedak (Artocarpus champeden L) Terhadap Mikroba Patogen*. (Skripsi). FK UIN Alauddin. Makasar.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian*. Deepublish. Yogyakarta.
- Salni, H. M. dan Ratna, W. M. 2011. Isolasi senyawa antibakteri dari Daun Jengkol (*Pithecolobium lobatum Benth*) dan penentuan nilai KHM-nya. *JPS*. **14**(1 D): 14109.
- Sastroamidjojo, H. 2002. *Kromatografi*. Liberty. Yogyakarta. 35-36.
- Saw, L. G., LaFrankie, J. V., Kochummen, K. M., and Yap, S. K. 1991. Fruit trees in a Malaysian rain forest. *J. Economic Botany*. **45**(1): 120-136.
- Seo, E. K., Lee, D., Shin, Y. G., Chai, H. B., Navarro, H. A., Kardono, L. B., Rahman, I., Cordell, G. A., Farnsworth, N. R., Pezzuto, J. M., Kinghorn, A. D., Wani, M. C., and Wall, M. E. 2003. Bioactive prenylated flavonoid from the stem bark of *Artocarpus kemando*. *Arch. Pharmacol. Res*. **26**(2): 124-127.
- Sudarmadji, S., Haryono., dan Suhardi, B. 1989. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Edisi Ketiga*. Badan Pengembangan dan Penelitian Industri Surabaya. Surabaya.
- 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*. **2**(13): 82-86.
- Syahrurachman, A., Chatim, A., dan Asmono, N. 1994. *Mikrobiologi Kedokteran*. Bina Rupa Aksara. Jakarta.



- Syafitri, I. F. dan Ersam, T. 2016. Senyawa sikloartobilosanton dari kulit akar *Artocarpus elasticus*. *J. Sains dan Seni*. **5**(2): 2337-3520.
- Tandi, J., Nugraha, F. R., dan Afandi, W. N. 2020. Potensi nefroterapi Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk) terhadap tikus putih diabetes melitus. *J. Farm.* 204-212.
- Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wang, Q., Jin, J., Dai, N., Han, N., Han, J., and Bao, B. 2016. Anti-inflammatory effects, Nuclear Magnetic Resonance identification, and High Performance Liquid Chromatography isolation of the total flavonoids from *Artemisia frigida*. *J. Food Drug Anal.* **24**(2): 385–391.
- Wattiheluw, M. H. dan Natsir, R. M. 2021. Peningkatan kepatuhan penggunaan antibiotik yang rasional pada pasien infeksi di wilayah kerja Puskesmas Airbesar. *J. Kreatif. PKM.* **4**(3): 741–748.
- Wijono, S. H. 2003. Isolasi dan identifikasi flavonoid pada Daun Katu (*Sauropus androgynus* (L.) Merr). *Makara J. Sci.* **7**(2) : 51-64.
- Yadav, L. D. S. 2005. *Organic Spectroscopy*. Springer Science Business Media. Berlin.
- Yadav, R., Arora, P., and Chaushury, A. 2012. *Plant Secondary Metabolite: From Diseases to Health*. Bentham Science Publisher. 3-23.
- Yuswananda, N. P. 2015. *Identifikasi Bakteri Salmonella sp. pada Makanan Jajanan di Masjid Fathullah Ciputat*. (Skripsi). FKIK UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.