

**ISOLASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES
SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI EKSTRAK METANOL
KULIT BATANG TABEBUYA KUNING *Handroantus chrysotrichus*
(Bignoniaceae)**

(Skripsi)

Oleh

**ASTI CHINTIA PRATIWI
NPM 2217011085**



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

ABSTRAK

ISOLASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI EKSTRAK METANOL KULIT BATANG TABEBUYA KUNING *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae)

Oleh

Asti Chintia Pratiwi

Tumbuhan *H. chrysotrichus* merupakan salah satu tumbuhan dari famili bignoniaceae, tumbuhan ini dikenal menyimpan berbagai jenis metabolit sekunder. Tumbuhan ini juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional seperti antimalaria, antibakteri dan antiinflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengkarakterisasi serta menguji aktivitas antidiabetes senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol kulit batang tumbuhan *H. chrysotrichus*.

Ekstraksi sampel dilakukan dengan metode perkolasi menggunakan pelarut metanol, dan isolasi senyawa dilakukan menggunakan metode Kromatografi Kolom (KK). Uji kemurnian senyawa hasil isolasi dilakukan menggunakan alat titik leleh Fisher-Johns dan karakterisasi senyawa hasil isolasi menggunakan spektrofotometer *UV-Vis*, Spektroskopi *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) dan *Liquid Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry* (LC-HRMS) serta uji aktivitas antidiabetes dilakukan secara *in-vitro* menggunakan enzim α -glukosidase.

Hasil penelitian ini diperoleh 2 senyawa yaitu asam betulinat dan asam *p*-kumarat yang tergolong senyawa triterpenoid pentasiklik dan fenolik, asam betulinat berbentuk serbuk putih sebanyak 13,9 mg dan asam *p*-kumarat berbentuk kristal putih kekuningan sebanyak 5,6 mg. Senyawa asam betulinat hasil isolasi menunjukkan nilai % inhibisi tertinggi pada 200 ppm yaitu 9,77% dan diperoleh nilai IC_{50} sebesar $311,73 \pm 2,25$ μ g/mL yang menyatakan kemampuan senyawa asam betulinat dalam menghambat aktivitas enzim sangat lemah, sedangkan senyawa asam *p*-kumarat menunjukkan nilai % inhibisi tertinggi pada 200 ppm yaitu 47,52% sehingga diperoleh nilai IC_{50} sebesar $98,54 \pm 1,13$ μ g/mL yang menyatakan kemampuan senyawa asam *p*-kumarat dalam menghambat enzim α -glukosidase tergolong kuat berdasarkan kategori inhibitor enzim α -glukosidase.

Kata Kunci: *H. chrysotrichus*, Asam betulinat, Asam *p*-kumarat, Antidiabetes.

ABSTRACT

ISOLATION, IDENTIFICATION AND ANTIDIABETIC ACTIVITY TEST OF SECOUNDARY METABOLITE COMPOUNDS FROM METHANOL EXTRACT STEM BARK TABEBUYA KUNING *Handroanthus* *chrysotrichus* (Bignoniaceae)

By

Asti Chintia Pratiwi

H. chrysotrichus is one of the plants of the bignoniaceae family, this plant is known to store various types of secondary metabolites. This plant is also used as a traditional medicine such as antimalarial, antibacterial and anti-inflammatory. This research to identify, characterize and test the antidiabetic activity of secondary metabolite compounds contained in methanol extract stem bark of *H. chrysotrichus* plants. Sample extraction was carried out by percolation method using methanol solvent, and isolation of compounds was carried out using the Column Chromatography (CC) method. The purity test of the isolated compounds was carried out using the Fisher-Johns melting point device and the characterization of the isolated compounds was carried out using UV-Vis spectrophotometers, Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and Liquid Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry (LC-HRMS) and antidiabetic activity tests were carried out in vitro using the enzyme α -glucosidase. The results of this study were obtained 2 compounds, namely betulinic acid and *p*-coumaric acid which are classified triterpenoids pentacyclic and phenolic compounds, betulinic acid in the form of white powder as much as 13.9 mg and *p*-coumaric acid in the form of yellowish-white crystals as much as 5.6 mg. The isolated betulinic acid compound showed the highest % inhibition value at 200 ppm, which was 9.77% and obtained an IC_{50} value of 311.73 ± 2.25 μ g/mL, which stated that the ability of betulinic acid compounds to inhibit enzyme activity was very weak, while *p*-coumaric acid compounds showed the highest % inhibition value at 200 ppm, which was 47.52%, resulting in an IC_{50} value of 98.54 ± 1.13 μ g/mL which stated the ability of *p*-coumaric acid compounds to inhibit the enzyme α -glucosidase classified as strong based on the category of enzyme inhibitors α -glucosidase.

Keywords: *H. chrysotrichus*, Betulinic acid, *p*-coumaric acid, Antidiabetic

**ISOLASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES
SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI EKSTRAK METANOL
KULIT BATANG TABEBUYA KUNING *Handroantus chrysotrichus*
(Bignoniaceae)**

Oleh

ASTI CHINTIA PRATIWI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



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

Judul Skripsi

: ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN UJI
AKTIVITAS ANTIDIABETES
SENYAWA METABOLIT
SEKUNDER DARI EKSTRAK
METANOL KULIT BATANG
TABELUYA KUNING *Handroanthus*
chrysotrichus (Bignoniaceae)

Nama Mahasiswa

: Asti Chintia Pratiwi

Nomor Induk Mahasiswa

: 2217011085

Program Studi

: Kimia

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Noviany, S.Si., M.Si
NIP.197311191998022001

Dra. Puspa Dewi N Lotulung, M.Eng
NIP.195810011986032002

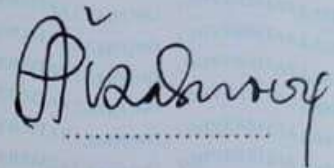
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

Prof. Dr. Mira Rilyanti, S.Si., M.Si
NIP. 197205302000032001

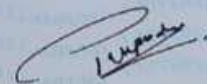
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Noviany, S.Si., M.Si.

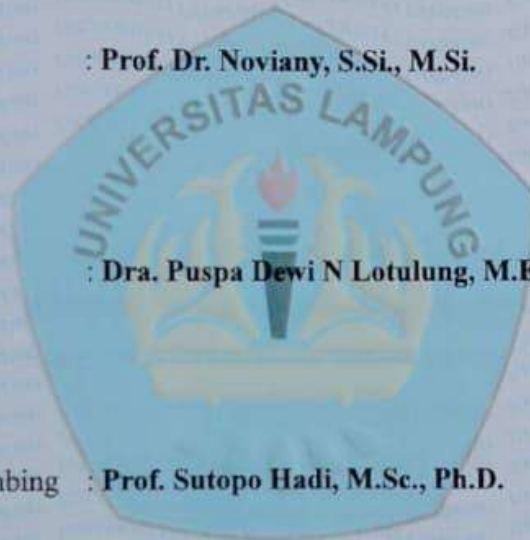
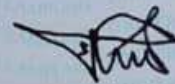


Sekretaris : Dra. Puspa Dewi N Lotulung, M.Eng.

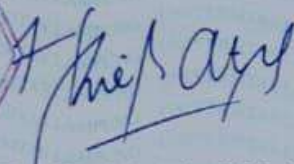


Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Sutopo Hadi, M.Sc., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 juni 2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asti Chintia Pratiwi
Nomor Pokok Mahasiswa : 2217011085
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Antidiabetes Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Tabebuja Kuning *Handroantus chrysotrichus* (Bignoniaceae)”** Adalah benar karya penulis sendiri. Penulis tidak melakukan penjiplakan (plagirisme) atas karya lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku. Hak intelektual karya ilmiah ini penulis serahkan kepada Universitas Lampung dan penulis tidak keberatan jika data skripsi ini di kemudian hari dipergunakan oleh pihak dosen atau prodi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama penulis dicantumkan.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran maka penulis bersedia menerima sanksi hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 25 Juni 2026

atakan


Asti Chintia Pratiwi
NPM. 2217011085

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Asti Chintia Pratiwi, lahir di Tanjung Raja, Lampung Utara pada tanggal 04 Oktober 2004, lahir sebagai anak pertama dari tiga bersaudara yang merupakan buah cinta dari Ayahanda Thomson Hadi dan Ibunda Istianah. Penulis memulai pendidikan di TK Al-Huda pada tahun 2009, lalu melanjutkan pendidikan di SD Negeri 03 Srimenanti yang diselesaikan pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 03 Tanjung Raja yang diselesaikan pada tahun 2019, kemudian melanjutkan Pendidikan di MA Plus Walisongo yang diselesaikan pada tahun 2022. Selanjutnya, pada tahun 2022 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi S1-Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pengalaman organisasi penulis dimulai ketika penulis menjadi Anggota Bidang Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) Bidang Sains dan Penalaran Ilmu Kimia (SPIK) FMIPA Unila periode 2022. Pada semester 5 penulis mengikuti kegiatan PKM RE (Program Kreativitas Mahasiswa Riset Eksakta) yang berhasil lolos seleksi Universitas. Pada tahun 2024 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Surabaya Lampung Tengah, pada kesempatan itu penulis menjadi ketua tim dari program kerja pengolahan sampah rumah tangga menjadi pupuk organik cair serta mengaplikasikannya secara langsung kepada para warga khususnya petani di desa Surabaya, Lampung Tengah. Kegiatan ini kemudian diabadikan dalam jurnal pengabdian masyarakat dengan judul “Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) dengan Teknik *Soluble Liquid*”.

Pada tahun 2025 penulis berkesempatan melaksanakan PKL (Praktik Kerja Lapangan) di industri Sinergi Gula Nusantara (SGN) PG.Bungamayang Lampung Utara. Penulis juga berkesempatan mengikuti program Magang BRIN

(Badan Riset Inovasi Nasional) KST. BJ. Habibie Serpong, Tangerang Selatan pada tahun 2025 – 2026 dengan judul “Isolasi dan Uji Bioaktivitas Senyawa Metabolit Sekunder Fraksi Etil Asetat Kulit Batang Tumbuhan Majegau (*Dysoxylum densiflorum*)” sekaligus mendapatkan kesempatan untuk melakukan penelitian tugas akhir di Laboratorium kimia dan bioproses Pusat Riset Bahan Baku Obat dan Obat Tradisional (PR BBO-OT) KST. BJ.Habibie Serpong, Tangerang Selatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Isolasi, Isentifikasi, dan Uji Aktivitas Antidiabetes Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Tabebuaya Kuning *Handroantus chrysotrichus* (Bignoniaceae)”.

MOTTO

وَالْإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ

“Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berhadap”

(QS. Al-Insyirah 94:8)

(٥) فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (٦) إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah 94:5-6)

رَبِّ اشْرَحْ لِي صَدْرِي وَيَسِّرْ لِي أَمْرِي وَاحْلُلْ عُقْدَةً مِنْ لِسَانِي يَفْقَهُوا قَوْلِي

“Ya Tuhanku, lapangkanlah dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, agar mereka memahami perkataanku”

(QS. Taha: 25-28)

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَىٰ كُلِّ مُسْلِمٍ وَمُسْلِمَةٍ

“Menuntut ilmu itu wajib bagi setiap muslim dan muslimah”

(HR. Ibnu Majah)

I still have dreams, I still have wishes, I still have things I hope Allah give me

But if His answer is “not now”

I pray for a heart that can accept it gracefully.

Coba lagi – Coba terus – Pasti bisa.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya

Penulis mempersembahkan karya ini kepada :

Kedua Orang Tua

Yang telah merawat, mendidik, mendoakan, memberikan kasih sayang, support serta membiayai penulis hingga mendapatkan gelar sarjana. Semoga Allah SWT selalu senantiasa membalas semua kebaikan yang diberikan kepada penulis

Adik – adik penulis yang juga memberikan support dan semangatnya kepada penulis

Prof. Dr. Noviany, S.SI., M.Si.

Yang telah sabar dan berjasa dalam membimbing, berbagi ilmu, memberikan dukungan serta saran dan masukan kepada penulis selama melakukan Penelitian dan Pendidikan di kampus

Dra. Puspa Dewi N Lotuhung M.Eng

Yang telah sabar membimbing penulis selama mengerjakan penelitian, dan turut membantu penulis saat penelitian, serta memberikan ilmu, saran dan masukan kepada penulis

Sahabat dan teman dekatku yang tersayang

Yang selalu sabar mendengarkan segala keluh kesah, curahan hati, menghibur, memberikan semangat serta memotivasi penulis untuk menyelesaikan penelitian.

*Almamater tercinta
Universitas Lampung*

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji bagi Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah melimpahkan segala rahmat, taufiq, hidayah serta inayah Nya kepada penulis dan keluarga, saudara, serta sahabat-sahabat lain nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul **"Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Antidiabetes Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Kulit Batang *Tabebuia Kuning* *Handroantus chrysotrichus* (Bignoniaceae)"** merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan atas doa, bimbingan serta bantuan dari beberapa pihak. Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tuaku, papah tercinta Thomson Hadi yang merupakan cinta pertama penulis, dan pintu surgaku Mama tersayang Istianah. Kalian merupakan alasan terkuat dari semua perjuangan dan apa yang telah penulis raih saat ini, yang memberikan semangat, motivasi, rasa aman dan nyaman serta kasih sayang kepada penulis. Setiap doa kalian menjadi kekuatan bagi penulis untuk terus berjuang, untuk terus maju dan menyelesaikan apa yang sudah dimulai. Ketika kehidupan diluar seakan mengecewakan, kalian selalu ada dan menjadi tempat kembali yang aman dan nyaman bagi penulis, memberikan penulis kekuatan baru untuk terus maju. Terima kasih papah dan mama tersayang atas segala yang telah kalian berikan, semoga pencapaian ini dapat membuat kalian bangga dan penulis berjanji akan terus memberikan pencapaian lain agar lebih membanggakan kalian kedepanya.
2. Saudara kandung penulis, adik-adik tersayang M.Fathur Rozi, dan M. Agung Anugerah. Terima kasih telah menjadi alasan utama bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah menghibur penulis dengan

kegiatan lucu kalian, dan maaf belum bisa menjadi kakak yang ideal seperti yang kalian inginkan, banyak yang belum bisa aku berikan untuk kalian. Namun, percayalah setiap langkah ku dan lelah yang kurasakan saat ini semata hanya ingin kalian dapat menjadikan aku kakak yang menjadi tolak ukur kesuksesan kalian. Tumbuhlah menjadi versi terbaik kalian masing-masing dengan hati yang luas dan mimpi yang tinggi.

3. Pakde, Bude, Paklek, dan Bulek terima kasih atas segala dukungan moral, material, motivasi dan nasihat yang senantiasa diberikan kepada penulis.
4. Ibu Prof. Dr. Noviany, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I penulis, yang dengan sabar memberikan bimbingan, dukungan, serta arahan kepada penulis selama proses penelitian, dan menyusun skripsi. Terima kasih sudah memudahkan langkah penulis untuk menyelesaikan studi ini.
5. Ibu Dra. Puspa Dewi N Lotulung M.Eng. selaku dosen pembimbing II penulis yang senantiasa sabar membimbing penulis dalam melaksanakan penelitian di laboratorium, memfasilitasi kegiatan penelitian penulis serta dengan sabar mengajarkan ilmu-ilmu baru bagi penulis. Terima kasih atas segala fasilitas yang diberikan kepada penulis selama penulis melakukan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Serpong, Tangerang Selatan.
6. Bapak Prof. Sutopo Hadi S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembahas penulis yang memberikan saran, nasihat, dan ilmu yang bermanfaat untuk penulis.
7. Ibu Prof. Dr. Kamisah Delilawati S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik penulis yang telah mengarahkan penulis sejak awal menjadi mahasiswa baru hingga menjadi mahasiswa akhir.
8. Ibu Prof. Dr. Mita Rilyanti S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila.
9. Ibu Dr. Dian Herasari, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Unila yang telah membantu dan memfasilitasi administrasi akademik penulis agar terstruktur dan terselesaikan dengan baik.
10. Ibu Hapin Afriyani, S.Si., M.Si. selaku dosen kimia organik sekaligus dosen terdekat penulis. Terima kasih ibu sudah membantu penulis dalam memilih program magang, dan mempercayai penulis dalam menjadi tutor kimia organik.

11. Bapak Prof. Dr. Muhammad Hanafi, M.Sc. selaku pembimbing penulis di BRIN. Terima kasih atas segala fasilitas, dan ilmu baru yang penulis dapatkan selama melakukan penelitian di BRIN.
12. Ibu Andini Sundowo, S.T., M.Si, Ibu Dr. Zetryana Puteri Tachrim, ibu Lia Meilawati, S.Si., M.Si, dan mba Rose Malina selaku para peneliti BRIN yang senantiasa memberikan ilmu baru dan selalu sabar mengajari penulis di lab dan diluar lab.
13. Kak Amel, kak Francis, kak Fey yang menemani dan mengarahkan penulis selama melakukan penelitian di lab, serta membagikan ilmu baru bagi penulis.
14. Kepada teman-teman lab ku tersayang Riana, Tarisa, Aisyah, Linda, Hafi, dan Minarta dari berbagai latar belakang universitas dan jurusan yang berbeda, kita disatukan dalam satu tujuan yang sama di BRIN. Terima kasih sudah menemani penulis di lab, di kos dll terima kasih banyak selalu ada dan benar-benar menjadi suport sistem penulis disaat penulis sedih. Terima kasih banyak atas banyak kenangan, cerita lucu, liburan ketempat baru, dan mencoba semua hal baru yang penulis belum pernah lakukan sebelum nya. Semoga kita punya kesempatan lagi untuk kembali bertemu. Semoga Allah selalu memberkahi kebaikan kalian semua.
15. Kepada teman dekat penulis Yosua Alvin Silalahi. Terima kasih banyak telah menjadi teman dekat sekaligus tutor kimia terbaik selama perkuliahan ini. Semoga tuhan selalu memberkahi kebaikan mu.
16. Kepada teman-teman dekat ku Ratmium geng (Risa, Mei Linda, Trisna). Terima kasih telah menjadi tempat curhat terbaik ya selama perkuliahan ini. Terima kasih banyak telah menjadi tempat pulang yang paling nyaman bagi penulis.
17. Kepada Eksa ayumi dan Yolanda Azyra Febra terima kasih telah menjadi tempat bertukar informasi, curhat, teman belajar dan berkembang bersama.
19. Kepada teman-teman *NRG Research 22*, yaitu Prabu Sriwijaya, Bemby Adilia, Dwi Widya, Dwi Paul, dan Syifa. Terima Kasih sudah membantu penulis sejak bergabung dalam PG.organik hingga memulai penelitian.

20. Kepada kakak-kakak *NRG Research* 21, yaitu Kak Govin, mba vio, rista, inggit, julia dan rita. Terima kasih sudah membantu dan berbagi ilmu selama penulis memulai penelitian.
21. Kepada teh Raisa (lagu Bila) dan Ariana grande (*Moonlight*), terima kasih atas lagu-lagu yang telah kalian ciptakan. Lagu kalian sudah menemani proses penelitian penulis.
22. *Last but not least*, terima kasih kepada diri penulis sendiri (Asti Chintia Pratiwi) atas perjuangan yang mungkin tak banyak dilihat orang, atas mimpi dan ambisi yang terus ada. Terima kasih karena sudah kuat dan tangguh hingga kini, terima kasih karena tidak menyerah dan memilih untuk bangkit dan terus mencoba, setelah ini akan ada kehidupan baru, tantangan baru, karir dan ambisi baru, mari terus semangat dan melangkah maju demi mimpi dan cita-cita masa kecil kita. *I'm so proud of you Asti Chintia*.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini, masih terdapat kesalahan dan kekeliruan. Oleh karena itu, penulis mohon maaf jika ditemukan kesalahan penulisan ataupun kekeliruan pada skripsi ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada para pembaca yang telah meluangkan waktu dalam membaca skripsi ini, semoga skripsi ini dapat menjadi ladang ilmu yang bermanfaat dan mendambah khasah ilmu bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, 25 Juni 2026

Penulis,

Asti Chintia Pratiwi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	5
1.3. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tabebuaya kuning (<i>Handroanthus chrysotrichus</i>).....	7
2.2. Metabolit Sekunder	8
2.2.1. Fenolik.....	9
2.2.2. Flavonoid.....	10
2.2.3. Terpenoid.....	11
2.2.3. Steroid	12
2.2.4. Alkaloid	13
2.2.5. Saponin.....	13
2.3. Teknik Ekstraksi	14
2.4. Kromatografi	16
2.4.1. Kromatografi Cair Vakum (KCV).....	17
2.4.2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	18
2.4.3. Kroatografi Kolom (KK).....	19
2.5. Analisis Menggunakan <i>UV-VIS</i>	20
2.6. Analisis Menggunakan <i>Nuclear Magnetic Resonance</i> (NMR).....	21
2.7. Analisis Menggunakan Spektrofotometer <i>InfraRed</i> (IR)	22
2.8. Analisis Menggunakan <i>Mass Spectrometry</i> (MS).....	24
2.9. Diabetes Melitus (DM)	24
2.10. Pengujian Inhibisi Enzim α -Amilase Secara <i>In-Vitro</i>	25
2.11. Pengujian Inhibisi Enzim α - Glukosidase Secara <i>In-Vitro</i>	25
III. METODE PENELITIAN	27
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27

3.2. Alat dan Bahan	27
3.3. Prosedur Penelitian.....	28
3.3.1. Preparasi Sampel	28
3.3.2. Ekstraksi Sampel Menggunakan Metode Perkolasi	28
3.3.3. Skrining Fitokimia.....	29
3.3.4. Partisi Padat Cair	31
3.3.5. Kromatografi Kolom (KK).....	31
3.3.6. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	32
3.3.7. Analisis Kemurnian	32
3.3.9. Identifikasi Senyawa	33
3.3.10. Uji Aktivitas Antidiabetes	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Ekstraksi Sampel.....	35
4.2 Partisi.....	36
4.3 <i>Skrining</i> Fitokimia.....	37
4.4. Isolasi Senyawa	40
4.4.1 Kromatografi Kolom (KK).....	40
4.5 Analisis Kemurnian	49
4.6 Karakterisasi Senyawa	50
4.6.1 Isolat Senyawa 1 (F4b7).....	50
4.6.2 Isolat Senyawa 2 (F9bc6)	56
4.7. Uji Aktivitas Antidiabetes Inhibitor enzim α -Glukosidase	61
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Simpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Letak Pergeseran Kimia dalam Spektra ^1H -NMR	21
2. Letak Pergeseran Kimia dalam Spektra ^{13}C -NMR (Sudjadi, 1985).	22
3. Serapan Gugus Fungsi spektrofotometer IR (Chemeurope, 2025)	23
4. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak dan Fraksi Kulit Batang <i>H. chrysotrichus</i> ...	38
5. Fraksi Hasil Kromatografi Kolom	41
6. Fraksi Gabungan Hasil Kromatografi Kolom	42
7. Penggabungan Fraksi F9	46
8. Penggabungan Fraksi F9b	47
9. Perbandingan Senyawa Isolat 1 (F4b7) dengan Senyawa Asam Betulinat.....	53
10. Perbandingan Isolat 2 (F9bc6) dengan senyawa Asam <i>p</i> -kumarat	60
11. Hasil Uji Aktivitas Antidiabetes α -glukosidase Senyawa Asam Betulinat	62
12. Hasil Uji Aktivitas Antidiabetes Senyawa Asam <i>p</i> -kumarat.....	63
13. Hasil IC_{50} Uji Inhibitor α -glukosidase Asam betulinat, Asam <i>p</i> -kumarat dan kuersetin (Kontrol Positif)	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pohon <i>H. chrysotrichus</i>	8
2. Struktur senyawa bioaktif hasil isolasi dari <i>T. argentea</i> dan <i>T. rosea</i>	9
3. Struktur senyawa fenolik hasil isolasi dari <i>H. impetiginosa</i>	10
4. Struktur senyawa turunan flavonoid hasil isolasi daun <i>T. Aurea</i>	11
5. Struktur senyawa turunan terpenoid hasil isolasi daun <i>T. Aurea</i>	12
6. Struktur senyawa steroid hasil isolasi alar dan kulit batang <i>T. Aurea</i>	13
7. Teknik ekstraksi tumbuhan	16
8. Alat Kromatografi Cair Vakum (KCV)	18
9. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	19
10. Kromatografi Kolom (KK)	20
11. Preparasi dan Ekstraksi Sampel Menggunakan Metode Perkolasi.	35
12. Hasil Ekstrak Metanol <i>H. chrysotrichus</i>	36
13. Fraksi <i>n</i> -Heksana (13a), Fraksi Etil asetat (13b), Fraksi Metanol (13c)	37
14. Skrining Fitokimia Ekstrak dan Fraksi Kulit Batang <i>H. chrysotrichus</i>	38
15. Proses Kromatografi Kolom.	41
16. Kromatogram KLT Hasil Kolom.	42
17. Kromatogram KLT Fraksi F4(b)	43
18. Kromatogram KLT Eluen Cloroform:EtOAc (9:1) hasil kolom <i>Sephadex</i> fraksi F4b (18a) Setelah Disemprot H ₂ SO ₄ <i>UV</i> 254 nm; (18b) Setelah Disemprot H ₂ SO ₄ <i>UV</i> 366 nm.	44
19. Kromatogram Isolat F4b7 dalam Sistem 3 Eluen (a) Setelah disemprot H ₂ SO ₄ + Pemanasan; (b) disemprot H ₂ SO ₄ <i>UV</i> 366 nm.	45
20. Kromatogram KLT fraksi F9 (a) <i>UV</i> 254 nm; (b) <i>UV</i> 366 nm.	45

21. Kromatogram KLT Fraksi F9 Eluen <i>n</i> -Heksana : Etil asetat (7:3) (a) <i>UV</i> 254 nm; (b) <i>UV</i> 366 nm dan (c) setelah disemprot H ₂ SO ₄	46
22. Kromatogram KLT F9b Eluen <i>n</i> -Heksana : EtOAc (6:4) (a) <i>UV</i> 254 nm; (b) <i>UV</i> 366 nm.	47
23. Kromatogram KLT hasil penggabungan fraksi F9b Eluen <i>n</i> -Heksana: EtOAc (6:4) (a) Lampu <i>UV</i> 254 nm; (b) <i>UV</i> 366 nm; (c) Setelah disemprot H ₂ SO ₄ dalam <i>UV</i> 366 nm.	47
24. Kromatogram KLT Eluen <i>n</i> -Heksana : EtOAc (6:4) hasil kolom <i>Sephadex</i> fraksi F9bc (a) <i>UV</i> 254 nm; (b) <i>UV</i> 366 nm (c) Setelah disemprot H ₂ SO ₄ ; (d) Setelah disemprot H ₂ SO ₄ dalam <i>UV</i> 366 nm.	48
25. Kromatogram Kristal Isolat F9bc6 dalam sistem 3 eluen (a) <i>UV</i> 254 nm; (b) <i>UV</i> 366 nm; dan (c) Setelah disemprot H ₂ SO ₄	49
26. Spektrum <i>UV-Vis</i> F4b7.....	50
27. Spektrum ¹ H-NMR Isolat Senyawa 1 (F4b7).	51
28. Spektrum ¹³ C-NMR Isolat Senyawa 1 (F4b7).	52
29. Spektrum Massa LC-HRMS Isolat Senyawa 1 (F4b7).	54
30. Struktur Senyawa Asam Betulinat	55
31. Spektrum <i>UV-Vis</i> (F9bc6) + NaOH.....	56
32. Spektrum ¹ H-NMR Isolat Senyawa 2 (F9bc6).	57
33. Spektrum ¹³ C-NMR Isolat Senyawa 2 (F9bc6).	58
34. Spektrum Massa LC-HRMS Senyawa Isolat 2 (F9bc6).	60
35. Struktur Senyawa Asam p-Kumarat.....	61
36. Kurva % Inhibisi α -glukosidase Senyawa Asam Betulinat.....	62
37. Kurva % Inhibisi α -glukosidase Senyawa Asam p-Kumarat.	64
38. Prediksi Mekanisme Reaksi Asam p-kumarat dan Enzim α -glukosidase (Rustanto dan Sutenja, 2025;Li, Chi and Wang, 2020).	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Determinasi Tumbuhan Tabebuia Kuning	78
2. Alur Skema Penelitian.....	79
3. Perhitungan Konstanta Kopling	81
4. Perhitungan Nilai Absorptivitas Isolat 2 (F9bc6)	82
5. Perhitungan Nilai % Inhibisi dan IC_{50} Enzim α -glukosidase Asam Betulinat..	83
6. Perhitungan Nilai % Inhibisi dan IC_{50} Enzim α -glukosidase Asam <i>p</i> -Kumarat	85

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kekayaan flora di Indonesia menyimpan berbagai potensi yang dapat dimanfaatkan baik untuk komoditas pertanian maupun sebagai tanaman berkhasiat obat, hal ini dapat dilihat dari banyaknya produk ramuan tradisional yang beredar di pasaran (Anjelin *and* Putri, 2023). Tanaman hortikultura banyak dibudidayakan karena memiliki beragam manfaat bagi manusia, mulai dari tanaman hias yang memberikan nilai estetika, tanaman buah yang dimanfaatkan sebagai sumber pangan, hingga tanaman herbal yang digunakan dalam pengobatan (Andani dkk.,2021). Di Indonesia, pemanfaatan tanaman tidak terbatas pada fungsi estetika sebagai taman, tetapi juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber obat tradisional (Malik *et al.*, 2022). Indonesia memiliki banyak ragam tanaman hias yang populer baik karena bentuknya menarik maupun karena manfaat tanaman itu sendiri (Haryati dkk., 2015).

Tumbuhan menghasilkan dua jenis metabolit, yakni metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer meliputi karbohidrat, protein, lemak, serta asam nukleat yang berperan penting dalam proses biosintesis harian. Sementara itu, metabolit sekunder mencakup senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, steroid, tanin, dan fenolik. Kandungan senyawa bioaktif tersebut yang kemudian dimanfaatkan sebagai obat herbal dengan cara mengkonsumsi secara langsung suatu ekstrak dari jamu ataupun dalam bentuk kapsul herbal (Natasya *et al.*,2023). Berdasarkan *database* yang dihimpun oleh *Dictionary of Natural Products*, telah terdaftar lebih dari 300.000 jenis senyawa metabolit sekunder yang berhasil teridentifikasi dari tumbuhan (Chassagne *et al.*,2019). Tanaman yang mengandung

metabolit sekunder kemudian diisolasi dan digunakan sebagai obat herbal atau sebagai sumber pengembangan obat baru. Potensi bahan alam yang melimpah di Indonesia menjadi pendorong bagi para peneliti untuk terus mengembangkan penelitian terkait pemanfaatannya sebagai sumber obat. Salah satu tumbuhan yang berpotensi digunakan sebagai bahan obat adalah kulit batang *Handroanthus chrysotrichus* (Tabebuia kuning) yang tergolong dalam famili Bignoniaceae.

Bignoniaceae termasuk salah satu famili dari tumbuhan hutan tropis berbunga yang banyak digunakan sebagai tanaman hias. Famili ini banyak tersebar di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Terdapat sekitar 10 genus Bignoniaceae yang tersebar di Indonesia antara lain *Handroanthus/Tabebuia*, *Deplanchea*, *Tecomanthe*, *Dolichandrone*, *Pajanelia*, *Stereospermum*, *Oroxylum*, *Pandorea*, *Spathodea* dan *Jacaranda* (Das *et al.*, 2025). Di negara asalnya, tumbuhan dari famili Bignoniaceae banyak dimanfaatkan sebagai pengobatan kanker tradisional, antibakteri serta potensi antioksidan pada ekstrak dan fraksi kulit batang (Bezerra *et al.*, 2022). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa genus *Tabebuia/Handroanthus* mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi menjadi bahan obat. Daun, bunga dan kulit batang *Tabebuia* diketahui mengandung metabolit sekunder berupa flavonoid, dan fenolik yang berpotensi sebagai agen antioksidan, sitotoksik dan antibakteri (Panda *et al.*, 2019). Selain genus *Tabebuia*, genus *Handroanthus* juga menyimpan potensi bioaktivitas, contohnya ekstrak kulit batang *Handroanthus chrysotrichus* mengandung berbagai senyawa naphthoquinone, seperti β -lapachone dan α -lapachone yang diketahui memiliki potensi antioksidan, dan sitotoksik (Costa *et al.*, 2020; Lima Bezerra *et al.*, 2022). Meskipun famili Bignoniaceae dikenal memiliki kandungan metabolit sekunder yang melimpah, belum ada kajian ilmiah mengenai potensi agen antidiabetes dari ekstrak kulit batang *Handroanthus chrysotrichus*. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan sebagai upaya menghadirkan kebaruan dalam pengembangan potensi obat diabetes, mengingat diabetes melitus masih menjadi masalah kesehatan serius dengan angka kematian yang terus meningkat.

Diabetes melitus (DM) merupakan gangguan metabolisme yang ditandai dengan kadar gula darah yang terus meningkat dan sulit dikendalikan. Subtipe utama DM adalah diabetes melitus tipe 1 (T1DM) dan diabetes melitus tipe 2 (T2DM), yang

disebabkan oleh sekresi dan kerja insulin yang tidak sempurna (Turner *et al.*, 2024). Menurut data *International Diabetes Federation* (IDF), terdapat 589 juta orang dewasa berusia 20-79 tahun menderita DM pada tahun 2024 dan estimasi pada tahun 2050, jumlah orang dewasa yang menderita DM diperkirakan meningkat menjadi 852,5 juta (IDF, 2025). Pada tahun 2021, Indonesia menempati posisi kelima sebagai negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi yakni mencapai 19,47 juta dari total populasi 179,72 juta jiwa dengan prevalensi 10,6% (IDF, 2025). DM tipe 2 muncul dengan gejala-gejala ringan bahkan tidak ada gejala khusus, sehingga banyak penderita tidak menyadari kondisinya, yang pada akhirnya menyebabkan hiperglikemia dalam waktu lama dan dapat memicu komplikasi lebih lanjut seperti kerusakan ginjal, kardiovaskular, dan neuropati (Kazi and Blonde, 2019). Di Indonesia, DM tercatat sebagai penyebab kematian ketiga terbanyak, setelah penyakit jantung dan kanker (Oktora dan Butar, 2022). Menurut data (Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), 2018), hanya 9,2% penderita DM di Indonesia yang mampu membaik tanpa terapi obat, sedangkan 90,8% lainnya membutuhkan pengobatan, baik melalui suntikan insulin maupun konsumsi obat-obatan tertentu. Saat ini penanganan DM dilakukan dengan berbagai obat, baik dengan cara oral seperti *metformine* dan *glibenclamide*, maupun pemberian insulin secara langsung kepada penderita diabetes. Namun, beberapa kasus DM nyatanya tidak dapat ditangani sepenuhnya dengan pemberian obat-obatan antidiabetes tersebut.

Beberapa dekade terakhir, berbagai penelitian telah diarahkan untuk menemukan agen antidiabetes baik dari senyawa sintetik maupun sumber alami, misalnya senyawa sintesis seperti *metformine* dan sulfonilurea yang telah menjadi salah satu agen oral paling banyak digunakan, meskipun efek jangka panjang yang masih menjadi perhatian. Di sisi lain, pendekatan berbasis bahan alam juga telah banyak dilakukan, seperti penelitian isolasi flavonoid dan fenolik dari biji kernel mangga, daun kumis kucing dan daun raspberry yang menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap enzim α -glukosidase dan α -amilase (Yang *et al.*, 2020); (Li *et al.*, 2023; Putri *et al.*, 2024). Namun, dari keseluruhan penelitian tersebut, hingga kini belum ditemukan satu kandidat pasti yang benar-benar memenuhi semua aspek ideal sebagai agen antidiabetes, baik dari segi efektivitas, keamanan,

maupun ketersediaan hayati. Hal ini kemudian membuka ruang eksplorasi lebih lanjut terhadap kekayaan biodiversitas tanaman tropis yang belum banyak dieksplorasi secara fitokimia, salah satu kelompok senyawa yang menjanjikan ialah senyawa golongan fenolik, yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi dan mampu memodulasi jalur pensinyalan glukosa (Panda *et al.*, 2019). Seperti yang diketahui, penyakit DM dapat dipicu oleh stres oksidatif akibat paparan radikal bebas yang berlebih, sehingga dapat mengganggu fungsi insulin serta merusak sel-sel pankreas. Oleh karena itu, senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi berpotensi digunakan sebagai agen antidiabetes melalui mekanisme perlindungan seluler terhadap kerusakan oksidatif. Berdasarkan hasil skrining potensi aktivitas antioksidan yang telah dilakukan menggunakan metode DPPH dan ABTS, ekstrak metanol kulit batang tumbuhan *H. chrysotrichus* menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat pada metode ABTS dengan nilai IC_{50} sebesar 8,79 $\mu\text{g/mL}$, serta aktivitas sedang pada metode DPPH dengan nilai IC_{50} sebesar 161,46 $\mu\text{g/mL}$. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Costa *et al.*, 2020) yang juga melaporkan bahwa ekstrak kulit batang tumbuhan *H. chrysotrichus* memiliki aktivitas antioksidan kuat berdasarkan metode ABTS.

Potensi antioksidan yang tinggi ini mengindikasikan kemampuan ekstrak dalam menangkal radikal bebas yang berperan dalam patogenesis DM, sehingga memberikan dasar ilmiah terhadap potensi aktivitas antidiabetes. Antioksidan kuat seperti ini dapat membantu menjaga fungsi sel pankreas, memperbaiki sensitivitas insulin, serta mengurangi resistensi insulin yang merupakan ciri khas DM tipe 2. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengekstraksi dan mengisolasi senyawa bioaktif dari kulit batang tumbuhan *H. chrysotrichus*, senyawa hasil isolasi yang telah murni akan diidentifikasi secara fisikokimia dan spektroskopi serta dilakukan uji antidiabetes dengan mengukur aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase secara *in-vitro*.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi dan mengkarakterisasi senyawa metabolit sekunder hasil isolasi dari ekstrak metanol kulit batang *H. chrysotrichus*
2. Menguji aktivitas antidiabetes senyawa metabolit sekunder hasil isolasi secara *in vitro* menggunakan enzim α -glukosidase.

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi terkait senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak kulit batang *H. chrysotrichus*.
2. Memberikan informasi terkait potensi antidiabetes dari senyawa metabolit sekunder hasil isolasi ekstrak kulit batang *H. chrysotrichus*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bignoniaceae

Bignoniaceae merupakan famili dengan 650 spesies dalam 120 genus. Bignoniaceae ditemukan di Amerika Selatan, dan daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Spesies tanaman ini banyak dijadikan sebagai tanaman hias karena tergolong tumbuhan berbunga (Das *et al.*, 2025). Famili Bignoniaceae mencakup tanaman berkayu seperti pohon, semak atau liana dengan daun berseling yang seringkali majemuk. Bunga-bunga famili ini besar, berbentuk corong dan berwarna cerah sehingga menarik serangga, buahnya berupa kapsul kering dan berbulu memudahkan penyebaran benih oleh angin (Ningati dan Hanik, 2025). Sebaran famili Bignoniaceae di Indonesia belum memiliki data pasti namun, beberapa di antaranya seperti genus *Deplanchea*, *Tecomanthe*, *Dolichandrone*, *Pajanelia*, *Stereospermum*, *Oroxylum*, *Pandorea*, *Spathodea* dan *Jacaranda* dapat ditemukan di pulau Jawa, Sumatera, dan Sulawesi. Sedangkan genus *Handroantus*/*Tabebuia* dan *Spathodea* umumnya merupakan tumbuhan yang dibudidayakan di Indonesia sebagai tumbuhan hias (POWO, 2025). Tumbuhan dari famili Bignoniaceae banyak digunakan dalam pengobatan tradisional (Irfansyah *et al.*, 2024). Sebuah studi filogenetik molekuler menemukan genus *Handroantus* lebih dekat dengan kelompok daripada genus *Tabebuia*, 30 jenis *Tabebuia* berubah nama sebab mereka lebih berhubungan dekat dengan genus *Handroantus*, termasuk *Tabebuia chrysotrica* yang kemudian menjadi *Handroantus chrysotricus* (Grose and Olmstead, 2007). Selain bunganya yang dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Tanaman Bignoniaceae banyak digunakan sebagai obat tradisional yang berpotensi dalam pengobatan kanker tradisional, antibakteri, sitotoksik dan anti-inflamasi (Costa *et al.*, 2020; Lima Bezerra *et al.*, 2022).

2.1. Tabebuia kuning (*Handroanthus chrysotrichus*)

Tanaman *Handroanthus* (*H. chrysotrichus*), termasuk dalam famili Bignoniaceae yang sebagian besar anggotanya merupakan komponen penting dari hutan neotropika dengan kontribusi yang lebih rendah di hutan tropis Afrika, Malagasi, dan Asia Tenggara. Genus ini terdiri dari sekitar 30 spesies yang tersebar di seluruh Amerika selatan dan Tengah serta termasuk dalam aliansi *Tabebuia* (Santo *et al.*, 2012). Sinonim dari *Handroanthus* adalah *Tabebuia impetiginosa* Lorentz *ex* Griseb., *H. impetiginosus*, Mattos, dan *Tecoma impetiginosa*, yang merupakan spesies paling umum dalam genus *Handroanthus*. Pohon ini dapat ditemukan di hutan hujan tropis di Timur Laut Brazil. Selain itu, ekstrak air dari kulit bagian dalamnya dikenal dengan nama "teh Red Lapacho" atau "Taheebo" (El-hawary *et al.*, 2021). *H. chrysotrichus* banyak digunakan dalam sistem pengobatan tradisional di beberapa negara, di mana para praktisi pengobatan tradisional dan suku-suku menggunakan beberapa spesies untuk mengobati berbagai macam penyakit (Hamed *et al.*, 2020). Terdapat bukti etnobotani dan tradisional yang mendukung penggunaan genus *Handroanthus/Tabebuia* untuk tindakan antimikroba, astringen, anti-inflamasi dan anti-kanker (Panda *et al.*, 2019). Spesies *H. chrysotrichus* memiliki potensi sebagai agen antiradang, antikanker, dan antimikroba dalam pengobatan tradisional. Naftokuinon dan senyawa fenolik merupakan fitokonstituen yang paling umum terkandung dalam tanaman ini (El-hawary *et al.*, 2021). Pada kulit bagian dalam tumbuhan *H. chrysotrichus* terdapat beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, dan kuinon (Panda *et al.*, 2019). Fenolik dan flavonoid dikehui dapat berperan sebagai antidiabetes dengan cara menghambat enzim yang terlibat dalam pemecahan karbohidrat, mengurangi penyerapan glikosa di usus halus, dan memiliki efek antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Gambar tanaman *H. chrysotrichus* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon *H. chrysotrichus*

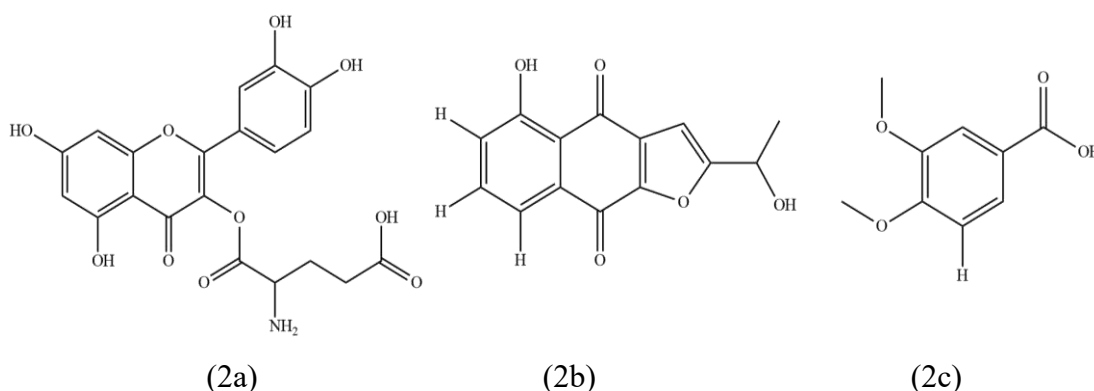
Klasifikasi tanaman (*H. chrysotrichus*)

Regnum	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Lamiales
Famili	: Bignoniaceae
Genus	: <i>Handroanthus</i>
Spesies	: <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. EX DC.) Mattos

2.2. Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder adalah molekul organik yang tidak memiliki peran langsung dalam pertumbuhan dan perkembangan yang berfungsi spesifik namun tidak bersifat esensial (Anggraito dkk., 2018). Metabolit sekunder dikenal sebagai metabolit multifungsi yang biasanya berperan dalam pertahanan tanaman dan komunikasi dengan lingkungan (Jan *et al.*, 2021). *H. chrysotrichus* mengandung metabolit sekunder seperti saponin, tanin, flavonoid, kuinon, alkaloid, turunan dari antralen, gula pereduksi, glikosida, karbohidrat, kuersetin, kaempferol,

β -sitosterol, *terpene*, steroid, dan turunan metabolit sekunder lainnya. Beberapa senyawa aktif metabolit sekunder yang berhasil diisolasi dari genus *Handroanthus*/ *Tabebuia* adalah kuersetin (2a) diisolasi dari bagian bunga *T. argentea*, senyawa 5-hydroxy-2-(1-hydroxyethyl)naphtho-[2,3-b]furan-4,9-dione (2b) dan 3,4-dimethoxybenzoic acid (2c) diperoleh dari bagian daun *T. Rosea*. Ketiga senyawa menunjukkan aktivitas antioksidan, *immunomodulator cytotoxic*, dan antibakteri secara berturut-turut (Hamed *et al.*, 2020). Struktur kimia senyawa hasil isolasi dapat dilihat pada Gambar 2.



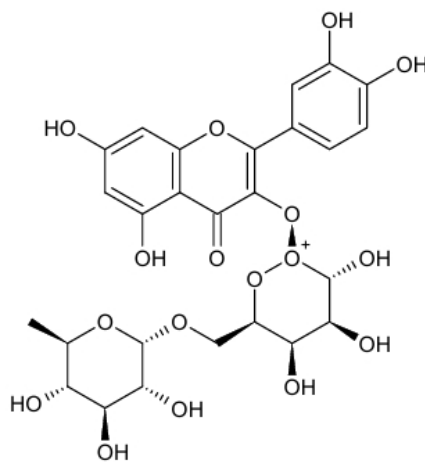
Gambar 2. Struktur senyawa bioaktif hasil isolasi dari *T. argentea* dan *T. rosea*

Kelompok senyawa metabolit sekunder yang umum dijumpai pada tumbuhan *H. chrysotrichus* yakni fenolik, flavonoid, dan naptakuinon.

2.2.1. Fenolik

Fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) pada gugus aromatik. Senyawa ini mempunyai aktivitas antidiabetes yang dapat dilihat dari mekanisme kerja fenolik seperti meningkatkan sensitivitas insulin, mengurangi pengeluaran glukosa hepatic, menghambat aktivitas enzim pencernaan karbohidrat utama, dan memodulasi penyerapan glukosa dalam darah (Sarkar *et al.*, 2022). Senyawa fenolik dikaitkan dengan respon pertahanan pada tumbuhan dan juga berperan penting dalam aktivitas antibakteri dan antifungi (Anggraito dkk., 2018). Selain itu fenolik bertindak sebagai antioksidan, yaitu sebagai pencegah dan mengobati penyakit degenerative seperti kanker, diabetes melitus, penuaan dini dan gangguan sistem imun (Sukma

tinggi memicu respon insulin untuk menurunkan kadar glukosa darah. Oleh sebab itu, apabila aktivitas enzim dapat dihambat atau dikurangi maka kemungkinan terjadinya DM akan lebih kecil. Flavonoid berinteraksi dengan situs aktif enzim α -glucosidase melalui ikatan hidrogen mengakibatkan terjadinya penghambatan proses pencernaan karbohidrat serta mengaktifasi reseptor PPAR γ yang berperan dalam regulasi metabolisme glukosa dan lipid (Setiawati, 2025). Baru-baru ini (Gonçalves *et al.*, 2025) berhasil mengisolasi kembali senyawa *kuersetin3-O-sambubioside* (4) dari *Tabebuia aurea* pada bagian daun. Senyawa ini merupakan yang turunan golongan flavonoid dan dapat dilihat pada Gambar 4.



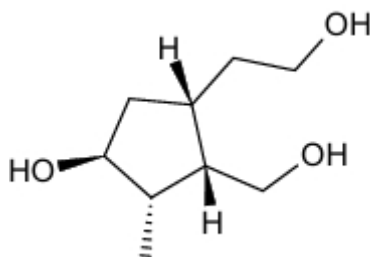
(4)

Gambar 4. Struktur senyawa turunan flavonoid hasil isolasi daun *T. Aurea*

2.2.3. Terpenoid

Senyawa terpenoid dikenal sebagai kelompok terbesar dari senyawa bioaktif alami dengan lebih dari 139.000 jenis senyawa terpenoid hasil isolasi (Arel *et al.*, 2023). Terpenoid salah satu metabolit sekunder yang dapat dijumpai pada bagian akar, batang, daun maupun biji tanaman (Nurlita dkk., 2024). Kandungan terpenoid dalam tumbuhan memiliki berbagai potensi bioaktivitas seperti antibakteri, antifungi, dan antikanker. Terpenoid bersifat fungistatik dengan menghambat enzim tertentu, sehingga mengganggu metabolisme, pemanjangan hifa, dan fragmentasi hifa fungi yang menyebabkan fungi tidak dapat berkembang

biak (Singh *and* Sharma, 2015). Pada tumbuhan genus *Tabebuia*/Handroantus baru baru ini telah berhasil mengisolasi turunan terpenoid atau monoterpenoid baru yaitu iridoid dari bagian daun *Tabebuia aurea* yang diberi nama *aureanin* dan dapat dilihat pada Gambar 5



(5)

Gambar 5. Struktur senyawa turunan terpenoid hasil isolasi daun *T. Aurea*

2.2.3. Steroid

Steroid merupakan senyawa organik lemak sterol yang tidak terhidrolisis dan dapat dihasilkan dari reaksi penurunan terpena atau skuelena. Pada umumnya steroid berfungsi sebagai hormon dan berperan penting bagi tubuh dalam menjaga keseimbangan garam, mengendalikan metabolisme dan meningkatkan fungsi seksual. Beberapa senyawa steroid yang ditemukan alami dalam tumbuhan diyakini memiliki potensi dalam menurunkan kolesterol dan antikarsinogenik (Nasrudin dkk., 2017). Baru-baru ini (Gonçalves *et al.*, 2025) berhasil mengisolasi kembali senyawa turunan steroid dari bagian kulit batang dan akar tumbuhan *Tabebuia aurea* yaitu β -Sitosterol (6a). Turunan senyawa steroid ini terkenal memiliki potensi dalam antikarsinogenik, antoksidan dan antibakteri. Selain β -Sitosterol, Gonçalves *et al.*, (2025) juga berhasil mengisolasi kembali turunan steroid yaitu stigamsterol (6b) dari bagian kulit batang *T. aurea*. Struktur senyawa hasil isolasi ditunjukkan pada Gambar 6.

2.3. Teknik Ekstraksi

Ekstraksi bahan alam sudah dikenal sejak zaman Mesopotamia dan Mesir, hal ini ditandai dengan adanya aktivitas pembuatan parfum, minyak, dan lilin. Ekstraksi merupakan proses pemisahan atau penarikan komponen aktif senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman ataupun hewan menggunakan pelarut yang sesuai dengan prosedur tertentu. Selama proses ekstraksi pelarut akan berdifusi hingga ke material padat baik dari hewan ataupun tumbuhan, hal tersebut menyebabkan dinding sel akan mengalami pembengkakan dan pelonggaran kerangka selulosa sehingga pori-pori pada dinding sel melebar dan mengakibatkan pelarut masuk ke dalam sel dengan mudah. Syarat-syarat pelarut yang dapat digunakan pada proses ekstraksi adalah selektif terhadap titik didih, kapasitasnya besar, titik uap rendah, harus dapat diregenerasi tidak memberikan kontaminasi serius, viskositasnya rendah, dan mudah dipisahkan (Wahyuningsih dkk., 2024)

Teknik ekstraksi senyawa organik bahan alam yang umumnya digunakan antara lain yaitu maserasi, soxhletasi, perkolasi, dan dekoktasi. Teknik maserasi dilakukan dengan cara merendam sampel simplisia ke dalam pelarut pada suhu ruang selama waktu tertentu, sehingga senyawa aktif dapat berdifusi ke dalam pelarut, metode ini sederhana namun prosesnya relatif lama (Mukhtarini, 2014). Teknik lain yang juga digunakan pada suhu ruang adalah teknik perkolasi, yaitu teknik di mana pelarut dialirkan secara perlahan melewati sampel yang telah ditempatkan dalam perkolator, teknik ini memungkinkan ekstrak keluar secara kontinu dari bagian bawah kran perkolator sehingga lebih efisien serta lebih cepat dibandingkan maserasi (Issusilaningtyas dkk., 2023). Selain itu terdapat teknik lain dalam ekstraksi bahan alam yaitu teknik soxhletasi dan dekoktasi. Teknik soxhletasi menggunakan alat khusus berupa soxhlet *extractor*, di mana sampel ditempatkan dalam thimble kemudian secara berulang diekstraksi oleh pelarut yang diuapkan, dikondensasikan, dan menetes kembali ke sampel, hal ini dinilai lebih efisien karena proses ekstraksi berlangsung secara terus menerus dengan jumlah pelarut yang relatif sedikit (Wahyuningsih dkk., 2024). Teknik lain yang dapat digunakan dalam ekstraksi bahan alam adalah teknik dekoktasi, teknik ini

menggunakan air sebagai pelarut, dekoktasi dilakukan dengan cara merebus sampel dalam pelarut dalam waktu tertentu, kelebihan teknik ini hanya membutuhkan waktu yang singkat, namun karena pelarut umumnya air, maka hasil ekstrak tidak tahan lama (Aditya., 2024).

Metode ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini adalah perkolasi. Prinsip kerja teknik perkolasi adalah dengan cara mengalirkan cairan penyari (pelarut) melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi, setelah dibasahi oleh pelarut, simplisia kemudian dapat didiamkan selama 24 jam dengan tujuan untuk memungkinkan agar pelarut dapat menembus ke dalam simplisia, melarutkan sebagian zat aktif, dan meningkatkan daya serap simplisia sebelum aliran pelarut perkolasi dilanjutkan. Setelah 24 jam kran perkolator kemudian kembali dibuka dan kembali dialiri pelarut, hal ini dinilai lebih efisien karena simplisia selalu dialiri pelarut baru sehingga membentuk saluran kapiler, hal ini meningkatkan derajat perbedaan konsentrasi yang memungkinkan penyaringan lebih sempurna (Wahyuningsih dkk., 2024). Berikut merupakan teknik ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 7. (7a) teknik maserasi, (7b) teknik perkolasi, (7c) teknik soxhlet, dan (7d) teknik dekoktasi.



(7a)



(7b)



Gambar 7. Teknik ekstraksi tumbuhan

2.4. Kromatografi

Metode kromatografi pertama kali diperkenalkan oleh Mikhail Tswett, seorang ahli botani asal Rusia, pada tahun 1906. Dalam eksperimennya, Tswett berhasil memisahkan berbagai pigmen daun seperti klorofil dan santofil dengan mengalirkan ekstrak daun melalui kolom kaca yang telah diisi kalsium karbonat sebagai media penyerap (Rohman, 2020). Kromatografi merupakan teknik laboratorium yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dalam satu campuran berdasarkan perbedaan sifat fisika dan kimia (Cheng *et al.*, 2023). Pada metode ini, campuran dilarutkan dalam suatu pelarut yang berperan sebagai fase gerak, yang kemudian dialirkan melalui sistem yang mengandung fase diam. Selama proses pemisahan, komponen-komponen dalam campuran akan terdistribusi secara berbeda pada fase diam, bergantung pada interaksinya dengan fase gerak dan fase diam. Pergerakan fase gerak yang membawa komponen-komponen tersebut karena adanya pengaruh absorpsi oleh silika, desorpsi oleh eluen, gaya gravitasi, kapilaritas, atau mekanisme lainnya (Quan *et al.*, 2022).

Prinsip kerja kromatografi didasarkan pada perbedaan polaritas. Berdasarkan polaritas fase diam yang digunakan, teknik kromatografi diklasifikasikan menjadi kromatografi fase normal dan kromatografi fase terbalik (Huang *et al.*, 2022). Pada kromatografi fase normal (fase diam yang dipakai berupa silika (SiO_2) yang

bersifat polar), pemisahan komponen berlangsung dengan urutan dari yang paling non polar polar hingga polar, dan eluen atau fasa gerak yang digunakan dari eluen non polar hingga polar berupa campuran pelarut, seperti heksan : etil asetat, atau heksan khlotroform, dan etil asetat - metanol atau campuran kloroform - metan. Sebaliknya, pada kromatografi fase terbalik, pemisahan terjadi dari komponen yang polar menuju yang lebih non polar. Fase diam yang digunakan bersifat nonpolar, seperti *octadecylsilane* (ODS), sedangkan fase gerak umumnya berupa campuran metanol dan air (Jeromy *et al.*, 2020). Jenis-jenis kromatografi yang umum digunakan dalam riset penelitian adalah kromatografi cair vakum, kromatografi lapis tipis, dan kromatografi kolom.

2.4.1. Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Kromatografi Cair Vakum (KCV) merupakan salah satu metode fraksinasi yang digunakan untuk memisahkan ekstrak menjadi fraksi-fraksi yang lebih sederhana. Teknik ini umumnya diaplikasikan untuk memisahkan metabolit sekunder dari ekstrak kasar, dengan memanfaatkan silika gel sebagai fase diam atau adsorben. Fase gerak yang digunakan berupa pelarut dengan komposisi tertentu, dan proses pemisahan dibantu oleh tekanan negatif yang dihasilkan oleh pompa vakum guna mempercepat laju elusi. Pelarut yang digunakan sebagai fase gerak memiliki tingkat kepolaran yang bervariasi, dimulai dari kepolaran rendah dan secara bertahap ditingkatkan hingga mencapai kepolaran tinggi. Strategi ini bertujuan untuk memungkinkan elusi senyawa secara bertahap sesuai dengan tingkat kepolarannya masing-masing.

Perangkat KCV biasanya terdiri dari corong Büchner yang dilengkapi dengan dasar kaca masir dan diisi dengan fase diam. Beberapa keunggulan dari metode ini antara lain biaya operasional yang relatif rendah, sistem yang sederhana, serta kecepatan aliran fase gerak yang lebih tinggi karena bantuan vakum. Namun demikian, KCV juga memiliki keterbatasan, seperti membutuhkan waktu pengerjaan yang cukup lama, harus dilakukan dengan pengawasan yang ketat, dan memerlukan jumlah sampel yang lebih besar dibandingkan dengan teknik

kromatografi lapis tipis (KLT) (Ningrum, 2023). Pemilihan jenis adsorben pada Kromatografi Cair Vakum (KCV) serta penentuan sistem pelarut biasanya didasarkan pada hasil analisis awal menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT). Hal ini disebabkan karena tipe adsorben dan komposisi pelarut merupakan faktor kunci yang memengaruhi efektivitas dan keberhasilan proses pemisahan pada metode ini. (Fikayuniar, 2022). Berikut merupakan gambaran kromatografi cair vakum (KCV) ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Alat Kromatografi Cair Vakum (KCV)

2.4.2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi Lapis Tipis (KLT) merupakan salah satu teknik kromatografi adsorpsi, di mana fase diamnya berupa bahan padat, sedangkan fase geraknya adalah cairan. Prinsip dasar pemisahan pada metode ini terletak pada perbedaan sifat fisikokimia senyawa, seperti kecenderungan molekul untuk larut dalam pelarut, menguap, serta berinteraksi dengan permukaan adsorben. KLT umumnya digunakan untuk pemurnian senyawa-senyawa yang bersifat hidrofobik, seperti lipid dan hidrokarbon. Pada prosesnya, pelarut sebagai fase gerak akan bergerak melewati lapisan adsorben padat di atas plat KLT, membawa komponen-komponen dalam sampel. Setiap komponen akan bermigrasi dengan kecepatan berbeda, tergantung pada tingkat kelarutannya dalam pelarut dan afinitasnya terhadap fase diam. Perbedaan laju migrasi inilah yang memungkinkan terjadinya pemisahan antar komponen (Asfiah, 2020). Berikut merupakan gambaran kromatografi lapis tipis (KLT) ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

2.4.3. Kromatografi Kolom (KK)

Kromatografi kolom merupakan metode pemisahan dan pemurnian senyawa yang dapat diterapkan pada sampel dalam bentuk padat maupun cair. Teknik ini menggunakan fase diam berupa zat padat yang berfungsi sebagai adsorben, serta fase gerak berupa pelarut cair yang membantu membawa senyawa melalui kolom. Pemisahan terjadi berdasarkan perbedaan interaksi kimiawi antara senyawa dengan adsorben, yang dikenal sebagai penyerapan diferensial. Adsorben yang umum digunakan sebagai fase diam pada kromatografi kolom antara lain silika gel, alumina, kalsium fosfat, pati, kalsium karbonat, dan magnesita. Kolom biasanya berupa tabung silinder yang bagian bawahnya disumbat dengan wol kaca atau cakram berpori untuk menahan adsorben. Sampel yang akan dipisahkan terlebih dahulu dicampur dengan silika gel, kemudian dimasukkan ke dalam kolom dan dibiarkan bergerak bersama fase gerak. Proses pemisahan senyawa dalam kolom didasarkan pada perbedaan polaritas masing-masing komponen. Senyawa dengan polaritas tinggi cenderung teradsorpsi lebih kuat pada bagian atas kolom, sementara senyawa dengan polaritas rendah akan teradsorpsi di bagian bawah. Ketika pelarut ditambahkan secara bertahap, senyawa-senyawa tersebut akan terelusi dari kolom seiring dengan peningkatan kelarutan dan pelepasan dari adsorben, dalam suatu proses yang dikenal sebagai elusi (Sinha and Hader, 2020). Berikut merupakan gambaran kromatografi kolom (KK) ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Kromatografi Kolom (KK)

2.5. Analisis Menggunakan *UV-Vis*

Spektrofotometer *UV-Vis* merupakan alat instrumen yang digunakan untuk mengukur penyerapan cahaya oleh suatu senyawa pada panjang gelombang di wilayah ultraviolet (200–350 nm) dan cahaya tampak (350–800 nm). Penyerapan radiasi *UV* maupun cahaya tampak oleh senyawa menyebabkan terjadinya transisi elektronik, yaitu perpindahan elektron dari orbital berenergi rendah dalam keadaan dasar menuju orbital berenergi lebih dalam keadaan tereksitasi. Instrumen ini umum digunakan untuk melakukan analisis kuantitatif terhadap senyawa berdasarkan tingkat absorbansinya pada panjang gelombang tertentu (Ramdani dkk, 2023). Spektrofotometer *UV-Vis* dibagi menjadi dua jenis yaitu *single beam* dan *double beam*. *Single beam* digunakan secara kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. Kelebihan spektrofotometer *UV-Vis single beam* adalah sederhana dan memiliki harganya yang lebih murah. Panjang gelombang paling rendah yaitu 190-210 nm dan panjang gelombang tertinggi adalah 800 dan 1000 nm. Sedangkan spektrofotometer *UV-Vis double beam* mempunyai dua sinar yang terbentuk dari potongan cermin yang mempunyai bentuk V yang dikenal dengan pemecah sinar. Sinar pertama akan melwati larutan blanko dan sinar kedua secara serentak melewati sampel. Spektrofotometer *UV-Vis* dapat digunakan pada sampel berupa gas, larutan, dan uap (Suhartati, 2017).

2.6. Analisis Menggunakan *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR)

Spektroskopi *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) merupakan salah satu instrumen analisis kimia yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai struktur dan konformasi suatu senyawa. Metode ini bekerja dengan mendeteksi interaksi inti atom, khususnya proton (hidrogen), dalam medan magnet. Spektroskopi NMR dapat digunakan untuk menentukan struktur molekul berdasarkan karakteristik inti-inti hidrogen yang terdapat dalam senyawa. Terdapat dua jenis utama teknik ini, yaitu ^1H -NMR, yang memberikan data pergeseran kimia dari berbagai jenis proton dalam molekul, dan ^{13}C -NMR, yang menyediakan informasi struktural melalui analisis pergeseran kimia atom-atom karbon dalam senyawa. (Ismail *et al.*, 2022) Prosedur kerjanya adalah dengan meletakkan sampel ke dalam medan magnet dan sinyal NMR yang dihasilkan oleh eksitasi inti sampel dengan gelombang radio menjadi resonansi magnetik nuklir yang dapat dideteksi oleh penerima radio sensitif. Medan magnet intramolekul yang berada disekitar atom dalam molekul mengubah frekuensi resonansi yang mengakibatkan adanya akses ke detail struktur elektronik molekul dan gugus fungsi individualnya. Spektroskopi NMR merupakan metode analisis yang bersifat definitif dan sangat andal dalam mengidentifikasi senyawa organik yang bersifat monomolekul. Hal ini disebabkan karena dalam kimia organik modern, setiap senyawa individu memiliki medan magnetik yang sangat spesifik, sehingga menghasilkan spektrum yang khas dan dapat digunakan untuk mengenali struktur molekul secara akurat (Noer dan Dayana, 2021). Pergeseran kimia atom hidrogen dalam spektrum ^1H -NMR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Letak Pergeseran Kimia dalam Spektra ^1H -NMR

Gugus Fungsi	Pergeseran Kimia ^1H -NMR (δ) ppm
C-CH ₃ (alkana)	0,5-2
C $\equiv$ C-H (alkuna)	2,5-3,5
H ₃ C-O- (eter)	3,5-3,8
H ₂ C=C (alkena)	4,5-7,5
Ar-OH (fenol)	4-8
R-OH (alkohol)	5-5,5
Ar-H (aromatik)	6-9
-CO-H (aldehid)	9,8-10,5
-CO-OH	11,5-12,5

Selain menunjukkan pergeseran kimia dalam spektrum ^1H -NMR spektrofotometer NMR juga menunjukkan pergeseran kimia dalam spektrum ^{13}C -NMR.

Berdasarkan informasi tersebut maka kita dapat menentukan jenis atom karbon yang terkandung dalam suatu senyawa. Pergeseran kimia pada spektrum ^{13}C -NMR disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Letak Pergeseran Kimia dalam Spektra ^{13}C -NMR (Sudjadi, 1985).

Gugus Fungsi	Pergeseran Kimia ^{13}C -NMR (δ) ppm
C=O (keton)	205-220
C=O (aldehid)	190-200
C=O	170-185
C aromatik	125-150
C=C alkena	115-140
RCH ₂ OH	50-65
RCH ₂ Cl	40-45
RCH ₂ NH ₂	37-45
R ₃ CH	25-35
CH ₃ CO-	20-30
R ₂ CH ₂	16-25
RCH ₃	10-15

2.7. Analisis Menggunakan Spektrofotometer *InfraRed* (IR)

Spektrofotometer *InfraRed* kerap dimanfaatkan dalam analisis kualitatif karena setiap senyawa organik memiliki spektrum khas dengan puncak yang berbeda-beda. Alat ini membantu memperoleh informasi mengenai struktur senyawa organik, khususnya dalam penentuan gugus fungsi dengan mengamati daerah sidik jari (*fingerprint region*). Pengukuran spektrum inframerah dilakukan pada wilayah inframerah tengah dengan panjang gelombang 2,5–50 μm . Radiasi pada rentang tersebut menghasilkan energi yang menimbulkan vibrasi pada molekul. Ketika frekuensi tertentu dari radiasi inframerah diserap oleh suatu senyawa, maka akan terjadi penyerapan karakteristik. Hal ini menjadikan spektrofotometer *InfraRed* sangat bermanfaat untuk identifikasi senyawa organik (Susanti dan Setyaningrum, 2020). Spektrum inframerah diperoleh melalui proses transmisi cahaya yang melewati sampel, kemudian intensitas cahaya yang diterima detektor diukur dan dibandingkan dengan intensitas cahaya tanpa adanya sampel sebagai

fungsi dari panjang gelombang. Hasil pengukuran tersebut selanjutnya digambarkan dalam bentuk plot yang menunjukkan hubungan antara intensitas dengan energi, panjang gelombang (μm), atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Nugroho *et al.*, 2024). Serapan gugus fungsi IR dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Serapan Gugus Fungsi spektrofotometer IR (ChemEurope, 2025)

Ikatan	Rentang serapan (cm^{-1}) dan intensitas
	1380 (lemah)
C-H (Metil)	1260 (kuat)
	2960 – 2870 (medium)
CH ₂ - (Metilen)	1470 (kuat)
	2925 – 2850 (medium)
=CH- (Metin)	2890 (lemah)
C=CH ₂ (Vinyl)	900 (kuat)
	3080 – 2975 (medium)
C=CH (Vinyl)	3020 (medium)
Aromatik (Benzena)	3070 (lemah)
C $\equiv$ C (Alkuna)	3300 (medium)
C=C (Aldehid)	2820-2720 (medium)
C – C (Asiklik)	1675 – 1645 (medium)
C – C _n H _{2n-2} (Diena)	1650 – 1600 (kuat)
C=C (sp ²)	1680 – 1640 (medium)
C=C (Aromatik)	1600 – 1450 (kuat – lemah)
C=C (Alkena terminal)	2140 – 2100 (lemah)
C=O (Aldehid/Keton)	1720
C=O (Aldehid/Keton siklik 5)	1750
C=O (Aldehid/Keton siklik 4)	1775
C=O (Asam karboksilat)	1710 – 1680
C=O (Ester)	1735
C=O (Alkil halida)	1800
C=O (Amida)	1650
O – H (Alkohol)	3670 – 3610 (kuat)
O – H (Asam karboksilat)	3560 – 3500 (kuat)
N – H (Amina primer)	3500 – 3400 (kuat)
	1640 – 1560 (kuat)
N – H (Amina sekunder)	3000 (medium – lemah)
C – O (Alkohol primer)	1050 $\pm$ 10 (kuat, broad)
C – O (Alkohol sekunder)	1100 (kuat)
C – O (Alkohol tersier)	1200 – 1150 (medium)
C – O (Fenol)	1200
C – O (Eter alifatik)	1120
C – O (Eter aromatik)	1260 – 1220
C – O (Asam karboksilat)	1300 – 1250
C – O (Ester)	1300 – 1100
C – N (Alifatik Amina)	1220 – 1020
C = N	1220 – 1020

C – X (X : F, Cl, Br, I)	1100 – 500 (kuat – lemah)
N – O (Alifatik)	1540 – 1380 (kuat – lemah)
N – O (Aromatik)	1520 – 1350

2.8. Analisis Menggunakan *Mass Spectrometry* (MS)

Mass Spectrometry merupakan suatu instrumen yang menghasilkan berkas ion dari suatu zat uji, memecah ion tersebut menjadi fragmen-fragmen yang sesuai dengan perbandingan massa terhadap muatan yang kemudian direkam kelimpahan relatif tiap jenis ion yang ada dalam data spektrum. MS digunakan dalam menentukan partikel, komposisi unsur dari suatu sampel serta menentukan struktur kimia dari molekul. Teknik yang digunakan adalah kualitatif dan kuantitatif, meliputi identifikasi suatu senyawa, menentukan komposisi isotop unsur dalam molekul dan menentukan struktur senyawa dengan mengamati fragmen-fragmen nya (Suhartati., 2017)

2.9. Diabetes Melitus (DM)

DM atau yang biasa dikenal dengan kencing manis merupakan suatu penyakit yang ditandai dengan tingginya kadar gula dalam darah yang disebabkan oleh tubuh yang sudah tidak mampu untuk menggunakan atau melepaskan insulin. Pada kondisi tubuh normal hormon insulin diproduksi oleh sel β pankreas yang berfungsi untuk mengatur jumlah gula dalam darah. Makanan yang kita konsumsi mengandung gula, oleh karena itu ketika kandungan gula dalam darah terlalu tinggi hormon insulin akan menyerap gula tersebut dan menyimpannya. Hormon insulin bekerja sebagai kunci masuknya gula ke dalam sel-sel tubuh dan mengubahnya menjadi energi. Sedangkan pada penderita diabetes hormon insulin tidak bekerja dengan maksimal dan mengakibatkan energi yang dihasilkan kurang baik yang ditandai dengan penurunan berat badan, mudah lelah, mudah haus, sering merasa lapar, sering buang air kecil, kesemutan dan lainnya. Subtipe utama DM yaitu DM tipe 1 dan DM tipe 2.

DM tipe 1 diakibatkan oleh adanya destruksi sel β pankreas karena proses autoimun walaupun pada beberapa kasus tidak ditemukan bukti terjadinya autoimun. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan DM tipe 1 adalah faktor genetik, imunologis, lingkungan (diet dan infeksi virus), dan epigenetik. Sedangkan diabetes tipe 2 disebabkan oleh tubuh yang sudah tidak dapat lagi memproduksi hormon insulin dengan maksimal. DM tipe 2 dipengaruhi oleh gaya hidup dan pola makan tidak sehat (Turner *et al.*, 2024).

2.10. Pengujian Inhibisi Enzim α -Amilase Secara *In-Vitro*

Enzim α -amilase mengkatalisis hidrolisis dari α -1,4-glikosidik polisakarida menjadi dektrin, oligosakarida, maltose, dan D-glukosa, dengan dihambatnya kerja enzim α -amilase kadar gula dalam darah dapat dikontrol sehingga tetap dalam batasan normal. Salah satu metode pengujian inhibisi α -amilase yaitu dengan metode *dinitrosalicylic acid* (DNSA) (Miller, 1959). Metode DNSA dilakukan dengan cara menambahkan reagen DNSA ke dalam campuran sampel kemudian ditambahkan *buffer* natrium fosfat, larutan enzim α -amilase, serta larutan pati yang kemudian dilihat pada panjang gelombang 540 nm (Nugraha and Hasanah, 2018). Aktivitasnya dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Inhibisi } \alpha\text{-amilase (\%)} = \left(1 - \frac{(\text{Abs Control} - \text{Abs Extract})}{\text{Abs control}}\right) \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

2.11. Pengujian Inhibisi Enzim α - Glukosidase Secara *In-Vitro*

Inhibitor α -glukosidase bekerja dengan menghambat penyerapan karbohidrat dari usus halus, menghambat pemecahan sukrosa, maltosa, maltotriosa dan senyawa oligosakarida yang lain menjadi glukosa, galaktosa dan fruktosa dengan dihambatnya kerja enzim α -glukosidase, kadar glukosa dalam darah dapat dikembalikan dalam batas normal (Herawati, 2023). Metode ini dilakukan untuk melihat aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase. Uji ini dilakukan dengan membentuk reaksi enzimatik yang kemudian diinkubasi dengan cara

mencampurkan sampel dan dimetil sulfoksida (DMSO) lalu ditambahkan substrat berupa *p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside* dan enzim α -glukosidase, reaksi dihentikan dengan menambahkan Na_2CO_3 kemudian dilihat absorbansinya pada panjang gelombang 405 nm (Apriandini dkk., 2023). Aktivitasnya dapat diukur dengan rumus :

$$\text{Inhibisi } \alpha\text{-glukosidase (\%)} = \frac{A_c - A_s}{A_c} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan : A_c : Absorbansi kontrol

A_s : Absorbansi sampel (Mwakalukwa *et al.*, 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 hingga Februari 2026. Kegiatan utama dan uji aktivitas antidiabetes α -glukosidase dilakukan di Laboratorium Kimia dan Bioproses BRIN KST BJ Habibie Serpong, Tangerang Selatan. Uji determinasi spesimen dilakukan di Yayasan Generasi Biologi Indonesia, Gresik. Analisis spektrofotometer *Ultraviolet Visible (UV-Vis)*, analisis *Nuclear Magnetic Resonance (NMR)* dilakukan di Laboratorium Karakterisasi Lanjut Kimia Maju II, BRIN KST BJ.Habibe Serpong, Tangerang Selatan. Analisis *Liquid Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry (LC-HRMS)* dilakukan di Laboratorium Pangan KST Gunung Kidul Yogyakarta.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu satu set alat perkolasi, alat-alat gelas, *chopper*, dan ayakan *mesh* >3,5 Mm. Selain itu, digunakan juga *vacum ratory evaporator*, botol vial, pipet tetes, mikropipet, satu set alat destilasi, lampu *UV*, satu set alat kromatografi kolom, satu set alat KLT, alat titik leleh Fisher-Johns, spektrofotometer *UV-Vis*, *Nuclear Magnetic Resonance (NMR)* dan *Liquid Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry (LC-HRMS)*

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain yaitu sampel kulit batang tumbuhan *Handroanthus chrysotrichus* (GEN 1153) yang diperoleh dari PT. Sinergi Gula Nusantara, Bunga Mayang Lampung Utara.

Bahan kimia yang digunakan antara lain yaitu metanol (MeOH), *n*-heksana, etil asetat (EtOAc), aseton, kloroform, diklorometan, aquadest, HCl 2N, iodin, kalium iodida, HgCl₂, etanol, bubuk Zn, H₂SO₄, reagen folin ciocalteu, silika gel merk G 60 untuk impregnasi silika gel 60 GF 254 (35-70 Mesh), silika spehadex LH-20, kertas saring, Na₂CO₃ 1M, buffer fosfat 0,1 M pH 6,9 (NaH₂PO₄, Na₂HPO₄), DMSO, enzim α -glukosidase dan *p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (pNPG)

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Preparasi Sampel

Sampel berupa kulit batang *Handroanthus chrysotrichus* (GEN 1153) yang diperoleh di komplek perumahan T100 PT. Sinergi Gula Nusantara, Bunga Mayang, Lampung Utara. Kulit batang *H. chrysotrichus* dihancurkan dengan alat pencacah kemudian dikeringkan pada suhu ruang hingga mencapai berat yang stabil. Hasil determinasi tanaman dapat dilihat pada Lampiran 1. Setelah kering, kulit batang tersebut digiling menggunakan *chopper* hingga menjadi serbuk kasar. Tujuan dari penghalusan sampel adalah agar permukaan sampel lebih halus dan mempermudah proses ekstraksi.

3.3.2. Ekstraksi Sampel Menggunakan Metode Perkolasi

Perkolasi dilakukan dengan cara menimbang serbuk kasar kulit batang tabebuya *H. chrysotrichus* sebanyak 1,4 kg kemudian di padatkan kedalam alat perkolator dan dibasahi oleh pelarut sebanyak 4,5 liter. Sampel kemudian didiamkan selama 24 jam, setelah itu filtrat ditampung. Perlakuan ekstraksi diulangi sebanyak 3 kali. Filtrat yang diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40°C dengan kecepatan 100 rpm hingga diperoleh ekstrak kental berwarna coklat kehitaman. Ekstrak kental kemudian dikeringkan dalam oven bahan selama 24 jam dengan suhu 40°C. Ekstrak kering kemudian dikumpulkan dan ditimbang (Costa *et al.*, 2020).

3.3.3. Skrining Fitokimia

3.3.3.1 Identifikasi Alkaloid

Disiapkan larutan uji sebanyak 500 mg ekstrak, kemudian ditambahkan 1 ml HCl 2N dan 9 mL air, lalu campuran dipanaskan dalam penangas air selama 2 menit, kemudian didinginkan, dan disaring untuk mendapatkan filtrat (Sundowo dkk., 2024).

a. Reagen *Bouchardat*

Reagen *Bouchardat* terdiri dari 2 gram iodin dan 4 gram kalium iodida yang dilarutkan dalam 100 mL aquadest. Disiapkan 1 mL filtrat sampel, ditambahkan 2 tetes reagen *Bouchardat*. Kandungan positif alkaloid diamati jika terbentuknya endapan coklat hingga hitam (Sundowo dkk., 2024).

b. Reagen *Mayer*

Reagen *Mayer* terdiri dari campuran merkuri (II) klorida (1,358 gram HgCl_2 dalam 60 mL aquadest) dengan larutan kalium iodida (5 gram kalium iodida dalam 10 mL aquadest) lalu dilarutkan hingga 100 mL aquadest. Disiapkan 1 mL filtrat sampel, ditambahkan 2 tetes reagen *Mayer*. Uji alkaloid positif diamati jika terbentuk endapan putih atau kuning dan dapat larut dalam metanol (Sundowo dkk., 2024).

c. Reagen *Dragendorf*

Reagen *dragendorf* terdiri dari campuran bismut nitrat (8 gram bismut nitrat dalam 20 mL asam nitrat) dan kalium iodida (27,2 gram kalium iodida dalam 50 mL aquadest) lalu dilarutkan hingga 100 mL aquadest. Disiapkan 1 mL filtrat sampel lalu ditambahkan 2 tetes reagen dragendorf. Uji alkaloid positif diamati jika terbentuk endapan berwarna jingga kecokelatan (Sundowo dkk., 2024). Sampel dianggap positif mengandung alkaloid, jika terbentuk minimal dua endapan kelas solusi eksperimen yang digunakan.

3.3.3.2 Identifikasi flavonoid

Disiapkan beberapa mg ekstrak, lalu ditambahkan 4 mL etanol, lalu diambil sebanyak 2 mL larutan dan ditambahkan 0,5 gram bubuk seng serta 2 mL HCl 2N, didiamkan selama 1 menit, kemudian ditambahkan 10 tetes HCl pekat. Uji positif diamati jika terbentuk warna merah pekat dalam 2-5 menit (Sundowo dkk., 2024).

3.3.3.3 Identifikasi tanin

Disiapkan beberapa mg ekstrak, lalu direbus dalam 15 mL air, kemudian ditetesi beberapa tetes FeCl_3 1% dan diamati perubahan warnanya. Uji positif diamati dengan terbentuknya warna menjadi hijau keunguan (Sundowo dkk., 2024).

3.3.3.4 Identifikasi terpenoid

Disiapkan beberapa mg ekstrak kasar, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL kloroform diikuti dengan penambahan H_2SO_4 pekat pada sisi tabung reaksi. Uji positif diamati dengan terbentuknya warna coklat kemerahan dari ekstrak antarmuka (Sundowo dkk., 2024).

3.3.3.5 Identifikasi fenolik

Disiapkan beberapa mg ekstrak kasar, lalu dilarutkan dalam 4 mL MeOH, kemudian diambil 40 μL larutan sampel ke dalam plat tetes lalu ditambahkan NaCO_3 dan reagen *Folin-Ciocalteu* masing-masing 2 tetes. Uji positif diamati dengan terbentuknya warna hijau *tosca* serta diberikan tanda (+) sesuai kepekatan (Sundowo dkk., 2024).

3.3.3.6 Identifikasi saponin

Disiapkan beberapa mg ekstrak, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 mL air panas, didinginkan, dan dikocok kuat selama 10 detik. Uji

positif diamati dengan terbentuknya busa yang stabil setinggi 1 hingga 10 cm selama 10 menit dan busa tidak hilang setelah ditambahkan 1 tetes HCl 2N (Sundowo dkk., 2024).

3.3.3.7 Identifikasi steroid

Disiapkan beberapa mg ekstrak kasar, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan reagen *Lieberman-Burchard* (asam asetat glasial + H₂SO₄ pekat) pada sisi tabung reaksi. Uji positif diamati dengan terbentuknya warna hijau kebiruan atau keunguan (Kusuma dkk., 2022)

3.3.4. Partisi Padat Cair

Ekstrak kering MeOH yang telah diperoleh, difraksinasi padat-cair dengan pelarut *n*-heksana, EtOAc, dan MeOH. Ekstrak kering kulit batang *H. chrysotrichus* ditimbang sebanyak 100 gram kemudian, dilarutkan dalam 150 mL *n*-heksana, lalu dilakukan proses pemisahan untuk memperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh selanjutnya dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Proses partisi diulangi beberapa kali hingga warna larutan menjadi bening. Dilakukan cara yang sama pada setiap pelarut (Rusdi dkk., 2020).

3.3.5. Kromatografi Kolom (KK)

Isolasi senyawa dilakukan menggunakan metode kromatografi kolom, sampel yang digunakan ialah fraksi etil asetat sebanyak 6 gram lalu diimpregansi dengan silika sebanyak 10 g. Selanjutnya disiapkan kolom dengan diameter 7 cm, kemudian disiapkan adsorben berupa silika gel 60 (ukuran partikel 0,063 – 0,200 mm) sebanyak 20 kali dari massa sampel yaitu 120 g, adsorben kemudian dilarutkan hingga menjadi bubur silika (*slurry*) menggunakan pelarut *n*-Heksana sebanyak 300 ml. *Slurry* kemudian dimasukkan ke dalam kolom kemudian dipadatkan dengan cara dielusai terus menerus menggunakan pelarut *n*-Heksana.

Setelah kolom siap digunakan, sampel yang telah diimpregnasi dimasukkan ke dalam kolom secara perlahan dan merata (Ambarwati dan Nasution, 2023). Setelah itu, sampel yang sebelumnya telah dicampur dengan silika kasar sebanyak dua kali beratnya dimasukkan ke dalam kolom yang telah terisi fase diam. Saat proses pemasukan sampel, kolom harus tetap berada dalam kondisi basah, karena jika dibiarkan kering, kestabilan fase diam yang sudah terbentuk dapat terganggu dan memengaruhi proses elusi. Selanjutnya, kolom dialiri eluen yang telah disesuaikan dari non-polar ke polar dengan kenaikan masing masing 5%, dan hasil elusi dikumpulkan dalam vial penampung.

3.3.6. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis dilakukan menggunakan campuran eluen berupa *n*-heksana, dan etil asetat. Hasil KK yang diperoleh ditotol pada plat KLT menggunakan pipa kapiler. Kemudian plat KLT dielusi dengan eluen yang sesuai lalu noda yang dihasilkan diamati dibawah lampu *UV*. Spot yang diperoleh disemprot menggunakan larutan H_2SO_4 dan plat dipanaskan diatas *hot plate* yang bertujuan untuk memperlihatkan noda hasil KLT. Fraksi dengan nilai RF (*Retention factor*) yang sama digabungkan dan dimurnikan lebih lanjut menggunakan kromatografi kolom.

3.3.7. Analisis Kemurnian

Pada penelitian ini analisis kemurnian dilakukan menggunakan metode KLT dengan beberapa campuran eluen yang memiliki tingkat polaritas yang berbeda. Keberadaan senyawa murni ditunjukkan dengan munculnya satu spot yang diamati dibawah lampu *UV* dengan panjang gelombang 254 nm dan 366 nm. Visualisasi dilanjutkan dengan menyemprotkan larutan asam sulfat pada plat KLT dan dipanaskan diatas *hot plate* untuk memperjelas spot.

Analisis kemurnian lain juga menggunakan uji titik leleh menggunakan alat Fisher-Johns *melting point apparatus* dengan cara satu butir kristal diletakan

dias *object glass* yang diletakan pada plat titik leleh, suhu pada alat dinaikan bertahap sambil diamati perubahan kristal (Pratiwi dan Ersam 2013).

3.3.9. Identifikasi Senyawa

3.3.9.1. *Nuclear Magnetic Resonance (NMR)*

Sampel murni yang telah berwujud kristal, dilarutkan dengan menggunakan deuterium MeOD, lalu dimasukan ke dalam tube NMR, diidentifikasi menggunakan eksperimen 1 dimensi (^1H -NMR dan ^{13}C -NMR) dengan frekuensi 700 MHz dan 176 MHz (Tampubolon, dan Supardiati, 2022).

3.3.9.2. Spektrofotometer *UV-Vis*

Kristal murni sebanyak 0,2 mg dilarutkan dalam 500 μL metanol. Larutan ini kemudian diencerkan kembali hingga konsentrasi 5-50 ppm. Selanjutnya, dilakukan pengukuran terhadap serapan maksimum dari larutan sampel. Setiap larutan yang tersedia kemudian diberi tambahan pereaksi geser guna mengidentifikasi posisi gugus hidroksi fenol, yang ditandai dengan adanya pergeseran puncak absorbansi. Setelah penambahan pereaksi, dilakukan kembali pengukuran serapan maksimum pada masing-masing larutan untuk melihat perubahan yang terjadi (Mierza *et al.*, 2023).

3.3.9.4. *Liquid Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry (LC-HRMS)*

Sebanyak 10 mg kristal murni hasil isolasi dilarutkan dalam pelarut metanol, kemudian proses analisis dilakukan dalam ionisasi positif $[\text{M}+\text{H}]^+$. Selanjutnya,

dalam memprediksi senyawa tersebut, digunakan *software* MNOVA untuk membantu pembacaan hasil kromatogram dan spektrum massa (Rosmalena dkk., 2022).

3.3.10. Uji Aktivitas Antidiabetes

Uji aktivitas antidiabetes secara *in vitro* dilakukan dengan menggunakan enzim α -glukosidase dengan sedikit modifikasi (Apriandini *et al.*, 2023). Disiapkan 2 mg isolat dan dilarutkan dengan 1 mL 5% DMSO sebagai pelarut hingga mencapai konsentrasi 1000 ppm. Kemudian dibuat variasi konsentrasi 200; 100; 50; 25; 10,25; 6,25 dan 3,125 ppm ke dalam masing-masing kolom *plate* yang sebelumnya sudah berisi larutan *buffer* fosfat. Reaksi enzimatik dibuat dengan mencampurkan 5 μ L sampel, dan 25 μ L substrat p-NPG (0,35 U/mL) ke dalam 96 *well plate*. Kemudian diinkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C. Setelah inkubasi awal ditambahkan enzim α -glukosidase sebanyak 25 μ L (1,5 Mm) dan diinkubasi kembali selama 15 menit dengan suhu 37 °C. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 100 mL Na₂CO₃ 1 M. Kemudian absorbansinya diukur pada λ 405 nm menggunakan spektrofotometer mikropelat untuk mengukur pelepasan p-nitrofenol. Penggunaan kontrol positif pada pengujian ini berupa kuersetin. % inhibisi dapat diukur dengan menggunakan rumus :

$$(\%) \text{ Inhibisi} = \left(\frac{(B1-B0)-(S1-S0)}{(B1-B0)} \right) \times 100$$

Keterangan :

B0 = Absorbansi blanko yang mengandung 5% DMSO, *buffer*, substrat dan enzim

B1 = Absorbansi blanko yang mengandung *buffer*

S0 = Absorbansi sampel yang mengandung larutan *buffer*, sampel dan substrat

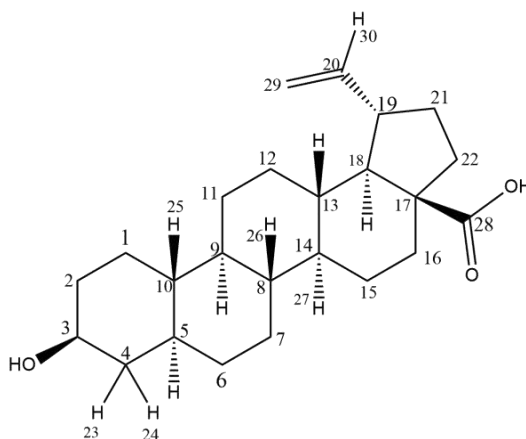
S1 = Absorbansi sampel yang mengandung larutan sampel, enzim α -glukosidase, substrat dan *buffer*

V. SIMPULAN DAN SARAN

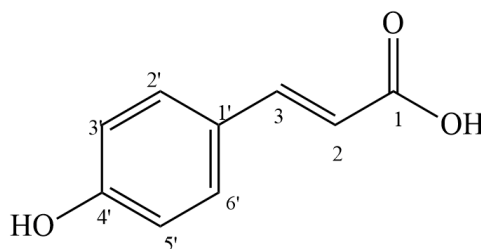
5.1 Simpulan

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

1. Penelitian ini telah berhasil mengisolasi dua senyawa murni berupa : (1) isolat senyawa 1 (F4b7) berbentuk serbuk putih sebanyak 13,9 mg dengan titik leleh 275-277 °C dan (2) isolat senyawa 2 (F9bc6) berupa kristal putih kekuningan sebanyak 5,6 mg dengan titik leleh 214-216 °C dari bagian kulit batang *H.chrysotrichus*.
2. Elusidasi struktur dengan spektroskopi *UV-Vis*, $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$ dan LC-HRMS dapat disimpulkan bahwa isolat murni senyawa 1 (F4b7) merupakan jenis senyawa triterpeneoid pentasiklik bernama asam betulinat dengan rumus molekul $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$. Struktur senyawa asam betulinat sebagai berikut :



3. Senyawa asam betulinat hasil isolasi memberikan daya hambat enzim α -glukosidase yang tergolong lemah dengan nilai IC_{50} sebesar $311,73 \pm 2,25$ $\mu\text{g/mL}$.
4. Elusidasi struktur dengan spektroskopi *UV-Vis*, $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$ dan LC-HRMS dapat disimpulkan bahwa isolat murni senyawa 2 (F9bc6) merupakan jenis senyawa turunan asam fenolik bernama asam *p*-kumarat dengan rumus molekul $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_3$. Struktur senyawa asam *p*-kumarat sebagai berikut :



5. Senyawa asam *p*-kumarat hasil isolasi memberikan daya hambat enzim α -glukosidase yang tergolong kuat dengan nilai IC_{50} sebesar $98,54 \pm 1,13$ $\mu\text{g/mL}$.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menggunakan massa sampel yang lebih banyak saat ekstraksi agar diperoleh massa senyawa murni yang lebih banyak, serta perlu dilakukan uji aktivitas lain seperti antikanker, atau antiinflamasi pada senyawa asam betulinat hasil isolasi. Kemudian disarankan juga untuk melakukan uji biokativitas antidiabetes tingkat lanjut secara *in-silico* atau *in-vivo* pada senyawa asam *p*-kumarat hasil isolasi karena melihat potensi aktivitas antidiabetes asam *p*-kumarat yang tergolong kuat. Selain itu, disarankan juga untuk penelitian selanjutnya agar menambahkan rentang variasi konsentrasi > 200 ppm agar tercapai nilai inhibisi $> 50\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade N, R., Lia R., Aisah Z. N., Salsabila D. S., Rindiani D, S., dan Usman. U. 2025. Literature Review: Alkaloid Compounds in Medicinal Plants: Mechanisms and Anti-Diabetic Potential. *Hydrogen Jurnal Kependidikan Kimia*. 13(3):1-10.
- Aditya S. S., Violita A. E. R., dan Safira Y. F. 2024. Pengaruh Pemilihan Metode Ekstraksi Infusa Vs Dekokta Terhadap Kadar Total Senyawa Fenolik Ekstrak Tanaman Krokot (*Portulaca oleracea* Linn.). *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*. 7(2):228–249.
- Amelinda Pratiwi dan Taslim Ersam. 2013. Uji Kemurnian Dua Senyawa dari Ekstrak Metanol Kayu Batang *Garcinia cylindrocarpa*. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2(2):1–4.
- Ananda Ismail, I., Riga, R., Suryani, O., Insani, M., Lian Pernadi, N., dan Febriyanti, A. 2022. Analisis Spektrum 1 H-NMR: Penjelasan Sederhana. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*. 6(7):336–342.
- Andani, N. K. S., Pingkan, W., dan Sulmi. 2021. Analisis Usaha Tanaman Hias Pucuk Merah Rara Garden Di Kota Palu. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian*. 9(4):827–833.
- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana, WH, N., Habibah, N. A., dan Bintari, S. H. 2018. *Metabolit sekunder dari tanaman*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Agustina, W., and Handayani, D. 2017. Beberapa Fraksi Dari Kulit Batang Jarak (*Ricinus communis* L.). *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 1(2):117–122.
- Anjelin, R., dan Putri, A. R. A. 2023. Review: Potensi Daun Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) Sebagai Tanaman Obat. *Pharmacon Journal*. 1(1):20 - 23.
- Apriandini, L., Hanafi, M., Djamil, R., Desmiaty, Y., Narrij Lotulung, P. D., dan Artanti, N. 2023. Antioxidant and Antidiabetic Compounds from Ebony Leaf Extract (*Diospyros celebica* Bakh.) and Their Correlation with Total Phenolic and Flavonoid Compounds in Various Solvent Extraction. *Journal of Natural Product for Degenerative Diseases*. 1(1): 8–18.

- Arel, A. A., Basri, B., Syafah, L., Rahmawati, R. A., Susiloningrum, D., Islamiyati, R., Sari, Dessy Erliani Mugita Sariapt. Christiandari, H., Purwaningsih, H., Suprasetya, E., Hernawan, J. Y., Kusmayadi, A., Wibowo, T. S., Sugiarti, L., dan Ningsih, W. 2023. *Buku Ajar Teknologi Bahan Alam*.
- Asfiah, S. 2020. Modifikasi Deanstark Upaya Efisiensi Proses Distilasi Uap Minyak Biji Pala Dalam Praktikum Kimia Organik. *Indonesian Journal of Laboratory*. 2(1):10.
- Chassagne, F., Cabanac, G., Hubert, G., David, B., and Marti, G. 2019. The landscape of natural product diversity and their pharmacological relevance from a focus on the Dictionary of Natural Products ®. *Phytochemistry Reviews*. 18(3):601–622.
- Cheng, J., Hou, X., Cui, Q., Shen, G., Li, S., Luo, Q., Zhou, M., Chen, H., and Zhang, Z. 2023. Separation and Purification of Hydroxyl- α -Sanshool from *Zanthoxylum armatum* DC . by Silica Gel Column Chromatography. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(14):3156.
- Costa, M. T., Goulart, A. da S., Soares, J. de J., Salgueiro, A. C. F., Da Rosa, H. S., Denardin, E. L. G., Paim, C. S., Puntel, R. L., and Folmer, V. 2020. Antioxidant and toxicological potential of the Golden trumpet hydroalcoholic stem bark extract. *Research, Society and Development*, 9(4):1229.
- Das, K., Mahendru, N., Sharma, B. P., P, S., Kumar, N., and Kumar, S. 2025. Ornamental Plants of Bignoniaceae Family: Source of Bioactive Compounds with Therapeutic Applications and Ecological Services. *Asian Journal of Environment & Ecology*. 24(1):79–86.
- Dewi, N. L. K. A. A., Prameswari, P. N. D., Cahyaningsih, E., Megawati, F., Agustini, N. P. D., dan Juliadi, D. 2022. Review: Pemanfaatan Tanaman sebagai Fitoterapi pada Diabetes Mellitus. *Usadha*. 2(1):31–42.
- El-hawary, S. S., Taher, M. A., Amin, E., Fekry, S., and Mohammed, R. 2021. Genus *Tabebuia* : A comprehensive review journey from past achievements to future perspectives. *Arabian Journal of Chemistry*. 14(4):103046.
- Gómez Castellanos, J. R., Prieto, J. M., and Heinrich, M. 2009. Red Lapacho (*Tabebuia impetiginosa*)-A global ethnopharmacological commodity? *Journal of Ethnopharmacology*. 121(1):1–13.
- Grose, S. O., and Olmstead, R. G. 2007. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s. l. (Bignoniaceae). *Systematic Botany*. 32(3):660–670.
- Hamed, A. N. E., Mahmoud, B. K., Samy, M. N., and Kamel, M. S. 2020. An extensive review on genus “*Tabebuia*”, family bignoniaceae: Phytochemistry and biological activities (1967 to 2018). In *Journal of Herbal Medicine* 2(24):10 – 31.

- Haryati, N. A., Saleh, C., dan Erwin. 2015. Uji Toksisitas Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium Walp.*) Terhadap Bakteri. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 13(1): 35–40.
- Hasan, Suryadi, dan Djufri. 2022. Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Etil Asetat Daun Lamun (*Enhalus acoroides*) Pada Mencit (*Mus musculus*). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*. 4(1):293–305.
- Herawati. 2023. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim A-Glukosidase Ekstrak Metanol Klika Anak Dara (*Croton oblongus Burm F.*). *Skripsi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar*.
- Huang, X., Ai, C., Yao, H., Zhao, C., Xiao, J., Xiang, C., and Hong, T. 2022. Guideline for the extraction , isolation , puri fi cation , and structural characterization of polysaccharides from natural resources. *August*, 1(2): 1–16.
- IDF Diabetes Atlas*. 2025. International Diabetic Federation Diabetes Atlas 11th Edition. 1 – 24
- Irfansyah, F. D., Fatimah, dan Junairiah, J. 2024. Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Tiga Jenis Tabebuia (*Tabebuia spp.*). *Berita Biologi*, 23(1):49–59.
- Issusilaningtyas, E., Puspo Aji, A., dan Ratna Fauziah, A. 2023. Sains Indonesiana: Jurnal Ilmiah Nusantara Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Bakau Hitam (*Rhizophora mucronata*). *Sains Indonesiana: Jurnal Ilmiah Nusantara*, 1(1):109–117.
- Jan, R., Asaf, S., Numan, M., Lubna, dan Kim, K. M. 2021. Plant secondary metabolite biosynthesis and transcriptional regulation in response to biotic and abiotic stress conditions. *Agronomy*. 11(5):1–31.
- Jeromy, A., Rech, J., Neu, J., Qin, Y., Shanahan, J., Iii, R. F. J., and Ade, H. 2020. Designing Simple Conjugated Polymers for Scalable and Efficient Organic Solar Cells. *ChemSusChem*, 14(17):3561–3568.
- Kazi, A. A., and Blonde, L. 2019. Classification of diabetes mellitus. In *Clinics in Laboratory Medicine*. 21(1):1 – 7
- Kristiana, E., Br. Tampubolon, W. S., dan Supardiati E. S, A. 2022. Karakterisasi dan Uji Kemurnian Klobazam secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Sebagai Baku Pembanding Farmakope Indonesia. *Eruditio : Indonesia Journal of Food and Drug Safety*.2(2):33–43.
- Kusmiyati, M. Sudaryat, Y., Rismiarti, Z., dan Sari, E.D. 2023. Uji aktivitas ekstrak daun dan buah belimbing wuluh *Averrhoa bilimbi* sebagai antidiabetes melalui inhibisi α -amilase. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*. 15(1):163–171.

- Kusuma, A. C., Nastiti, K., and Budi, S. 2022. Indentifikasi Senyawa Kimia Dan Penetapan Kadar Flavonoid Total Pada Tingkat Fraksi Daun Hapa-Hapa (*Flemingia macrophylla*). *Sains Medisina*, 1(2):83–90.
- Li, F., Luo, T., Hou, J., Fei, T., Zhang, J., and Wang, L. 2023. Natural α -glucosidase and α -amylase inhibitors from raspberry (*Rubus corchorifolius* L.) leaf-tea: Screening, identification and molecular docking analysis. *Lwt*, 18(1): 114763.
- Li, J., Chi, G., and Wang, L. 2020. Isolation , identification , and inhibitory enzyme activity of phenolic substances present in Spirulina. *Jornal of Food Biochemistry*, 0(0):1–9.
- Lima Bezerra, J. J., Johanes, I., and Vieira Pinheiro, A. A. 2022. Anticancer potential and toxicity of the genus *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae): A systematic review. *Toxicon*. 2(17):131–142.
- Limanto, A., Simamora, A., Santoso, A. W., and Timotius, K. W. 2019. Antioxidant, a-Glucosidase Inhibitory Activity and Molecular Docking Study of Gallic Acid, Quercetin and Rutin: A Comparative study. *Molecular and Cellular Biomedical Sciences*, 3(2):67–74.
- Malik, A., Aini, M. Q., Larasati, W., Anjani, Ri. W., Novianisa, Ramadhani, Ismawati, J., Hayyi'iana, C. R., Syafa, A. C., Rakhmawati, F., dan Azam, A. 2022. Inventarisasi Tanaman Obat Di Kebun Raya Purwodadi. *Bio Sains : Jurnal Ilmiah Biologi*. 1(2):25–32.
- Mariele Rondon Santos Gonçalves, Ana Fábila Giacomelli 2, Mário Geraldo de Carvalho, Virgínia, and 3, C. P. S. 2025. Steroids and phenolic derivatives from *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) Mariele. *Scientific Electronic Archives*. 18(4):1–5.
- Mierza, V., Antolin, A., Ichsani, A., Dwi, N., Sridevi, S., and Dwi, S. 2023. Research Article: Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid. *Jurnal Surya Medika*. 9(2):134–141.
- Moradi-afropoli, F., Asghari, B., Saeidnia, S., Ajani, Y., Mirjani, M., Malmir, M., Bazaz, R. D., Hadjiakhoondi, A., Salehi, P., Hamburger, M., and Yassa, N. 2012. In vitro α -glucosidase inhibitory activity of phenolic constituents from aerial parts of *Polygonum hyrcanicum*. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20(1):2–7.
- Mukhtarini. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *J. Kesehat*. VII(2):361.
- 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 α -glucosidase and α -amylase enzymes. *ACS Omega*. 5(32):20070–20079.
- Nasrudin, wahyono, Mustofa, R. A. 2017. Isolasi Senyawa Steroid Dari Kukit Akar Senggugu (*Clerodendrum serratum* L.Moon). *Pharmacon :Journal Ilmiah Farmasi – UNSRAT*. 6(3):1-7

- Natasya, E., Daulay, A. S., Ridwanto, R., dan Rahayu, Y. P. 2023. Penetapan kadar flavonoid total ekstrak kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum Craib*) berdasarkan perbedaan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*.6(4): 1804–1810.
- Ningati, R. K., dan Hanik, N. R. 2025. Identification of Ornamental Flower Plants in The Blooms Garden Bali as a Learning Resource for High School Biology. *Jurnal Biologi Tropis*. 25(1):402–415.
- Nilasari, T., Isda, M. N., Biologi, P. S., Riau, U., Baru, S., Tampan, K., Pekanbaru, K. 2024. Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan biji petai cina (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de. wit) pada umur buah berbeda
Phytochemical test and antioxidant activity of chinese petai seeds (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de. wit) at different fruit ages. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Peternakan*, 12(01):85–94.
- Noviany, and Osman, H. 2021. Structure Elucidation of Betulinic Acid from *Sesbania grandiflora* Root Structure Elucidation of Betulinic Acid from *Sesbania grandiflora* Root. *Journal of Physics: Conference Series*,1751(1): 1–6.
- Nugraha, M. R., dan Hasanah, A. N. 2018. Review Artikel: Metode Pengujian Aktivitas Antidiabetes. *Farmaka*, 16(3):28–34.
- Nugroho, I., Putri, N., Adji, J. E. P., Nur, S. R., dan Nadya, A. S. 2024. Tinjauan Kritis Kemampuan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dalam Analisis dan Karakterisasi Senyawa Obat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 10(15):332–344.
- Nurlita, D., Siregar, B. A., dan Handayani, D. 2024. Flavonoid , alkaloid , dan terpenoid : senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan dan peranannya terhadap perlindungan tanaman dari penyakit. *Prosiding Semnasbio*. 4(2):901–909.
- Oktora, S. I., dan Butar, D. B. 2022. Determinants of Diabetes Mellitus Prevalence in Indonesia. *Kemas*. 18(2):266–273.
- Panda, S. P., Panigrahy, U. P., Panda, S., and Jena, B. R. 2019. Stem extract of *Tabebuia chrysantha* induces apoptosis by targeting sEGFR in Ehrlich Ascites Carcinoma. *Journal of Ethnopharmacology*. 235(20):219–226.
- POWO. 2025. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the internet. <https://powo.science.kew.org/>
Diakses. 16 September 2025.
- Putri, I. T. H., Ismed, F., Sardi, V. F., dan Arifah, N. 2024. *Isolation and Inhibitory Activity Testing of Alpha-Glucosidase Enzyme from Endophytic Bacteria in Kumis Kucing (Orthosiphon aristatus (Blume) Miq .) Leaves*. 10(10):7873–7884.

- Quan, N. Van, Iuchi, Y., Anh, L. H., Hasan, M., and Xuan, T. D. 2022. Simple Isolation of Cordycepin from *Cordyceps militaris* by Dual-Normal Phase Column Chromatography and Its Potential for Making Kombucha Functional Products. *Separations*, 9(10):290.
- Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas).2018. Laporan Riskesdas 2018 Nasional. *Lembaga Penerbit Balitbangkes*. hal 156.
- Rosmalena, R., Senlia, A. O., Hanafi, M., Artanti, N., Eldafira, E., Handayani, S. I., Lotulung, P. D., Hartati, S., Elya, B., Zulfa, A., dan Prasasty, V. D. 2022. Phytochemical, Antioxidant and Antidiabetic properties of *Senna alexandrina* Leaf Extract. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 15(12):5835–5840.
- Rusdi, M., Haeria, H., Hamzah, N., Rauf, A., dan Amriani, F. 2020. Antiproliferation potential of Botto-botto (*Chromolaena odorata* L.) leaves methanol extract fraction against HeLa Cell Line. *Ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*.3(2):1-8
- Rustanto, B., and Sutenja, A. M. 2025. Inhibisi Enzim Alfa-Glukosidase Oleh Senyawa Fenolik dengan Pendekatan in-vitro dan in-silico. *Zigma*, 40(2): 369–388.
- Saeful Amin, dan Setiawati, D. E. 2025. Pendekatan in Silico Terhadap Senyawa Flavonoid Sebagai Inhibitor Enzim Diabetes. *Journal of Public Health Science*. 2(2):189–196.
- Santo, F. da S. do E., da Silva-Castro, M. M., and Rapini, A. 2012. *Handroanthus grandiflorus* (Bignoniaceae), a new species from the semiarid region of Brazil. *Phytotaxa*. 48(2):1–6.
- Sarkar, D., Christopher, A., and Shetty, K. 2022. Phenolic Bioactives From Plant-Based Foods for Glycemic Control. *Frontiers in Endocrinology*. 12(5):1–24.
- Singh, B., and Sharma, R. A. 2015. Plant terpenes: defense responses, phylogenetic analysis, regulation and clinical applications. 3 *Biotech*. 5(2):129–151.
- Suhartati, T. 2017. Dasar-dasar spektrofotometer Uv-Vis dan Spektrometri Massa untuk penentuan struktur senyawa organik. Aura. Bandar Lampung.
- Sukma, M., Nurlansi, dan Nasrudin. 2022. Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Seduhan Kulit Batang Soni (*Dillenia serrata* Thunb). *Jurnal Ilmu Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 11(1):27–34.
- Sundowo, A., Dwi Antika, L., Meilawati, L., Randy, A., Artanti, N., dan Hanafi, M. 2024. Phytochemical Contents and Antioxidant Activity of *Dysoxylum densiflorum* Extract and Fractions. *E3S Web of Conferences*, 503(07006):1-8.

- Susanti, D. A., dan Setyaningrum, L. 2020. Identification of Function Groups of Ethanol Extract and n-Hexane Extract of Coriander Seeds (*Coriandrum sativum*) Using Infrared Spectrophotometer. *Health Media*, 1(2):19–23.
- Suwandi, E., Muarofah, S. N., dan Slamet, S. 2021. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Simpup Terhadap Kadar Gula Darah Mencit Metode In Vivo. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 5(1):13.
- Turner, J., Parsi, M., and Badireddy, M. 2024. *Anemia Aktivitas Pendidikan Berkelanjutan Perkenalan Etiologi*. 1(9):1–14.
- Wahyuningsih, S., 2024. *Buku Ekstraksi Bahan Alam Edisi 2024*.
- Yang, D., Chen, X., Liu, X., Han, N., Liu, Z., Li, S., Zhai, J., and Yin, J. 2020. Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Activities Guided Isolation and Identification of Components from *Mango Seed Kernel*. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 20(20): 1 – 10.
- Yuca, H., Özbek, H., Demirezer, L. Ö., and Güvenalp, Z. 2022. Assessment of the α -glucosidase and α -amylase inhibitory potential of *Paliurus spinachristi* Mill. and its terpenic compounds. *Medicinal Chemistry Research*, 31(8):1393–1399.