

**UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*)
SEBAGAI AGEN ANTIDIABETES MELALUI PENGHAMBATAN
ENZIM α -AMILASE SECARA *IN VITRO* DAN *IN SILICO***

NUR RAHMI

H031 191 088



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*)
SEBAGAI AGEN ANTIDIABETES MELALUI PENGHAMBATAN
ENZIM α -AMILASE SECARA *IN VITRO* DAN *IN SILICO***

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh:

NUR RAHMI

H031191088



MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL BIJI KELOR
(*Moringa oleifera*) SEBAGAI AGEN ANTIDIABETES
MELALUI PENGHAMBATAN ENZIM α -AMILASE
SECARA *IN VITRO* DAN *IN SILICO***

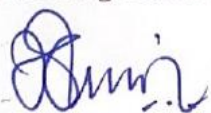
Disusun dan diajukan oleh:

**NUR RAHMI
H031 19 1088**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal **24 Juli 2023** dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

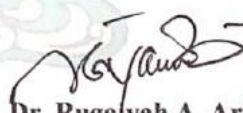
Menyetujui

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Hasnah Natsir, M. Si
NIP. 19620320 198711 2 001

Pembimbing Pertama



Dr. Rughayah A. Arfah, M.Si
NIP. 19611231 198702 2 002

Ketua Program Studi



Dr. St. Fauziah, M.Si

NIP. 19730202 199903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Rahmi
NIM : H031191088
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Ekstrak Metanol Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Agen Antidiabetes Melalui Penghambatan Enzim α -Amilase Secara *In Vitro* dan *In Silico*” adalah benar karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari Skripsi saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya gunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 21 Juli 2023

Yang Menyatakan



Nur Rahmi

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Uji Aktivitas Ekstrak Metanol Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Agen Antidiabetes melalui Penghambatan Enzim α -Amilase Secara *In Vitro* dan *In Silico*”** dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada ibu **Prof. Dr. Hasnah Natsir, M.Si** selaku dosen pembimbing utama dan ibu **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** selaku dosen pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan banyak waktu, memberikan ilmu, motivasi, serta bimbingan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian hingga penyelesaian skripsi ini. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada ibu **Dr. Indah Raya, M.Si** dan ibu **Dr. Herlina Rasyid, S.Si** selaku tim penguji yang telah banyak memberikan arahan dan masukan untuk penulis.

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si** selaku Ketua Departemen Kimia dan Sekretaris Departemen Kimia. serta seluruh dosen terkhusus pak **Abdur Rahman Arif, S.Si, M.Si** yang telah membimbing dan membagi ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di kampus Unhas tercinta.
2. Seluruh analis laboratorium terkhusus **Analisis Laboratorium Biokimia, Ibu Mahdalia, S.Si, M.Si, kak Wahyudin Rauf S.Si, dan Kak Nure** yang senantiasa membantu dalam memenuhi kelengkapan dan mengerjakan selama proses penelitian di laboratorium Biokimia.

3. Seluruh jajaran direksi **Yayasan Baitul Maal BRILiaN**, terkhusus kepada kakak-kakak **YBM BRILiaN RO Makassar, Kak Maulidyana Ummul Khair, Kak Fauzi Ahmad, Kak Dian**, kakak mentor dan kepala asrama **Kak Riska Khairani, Kak Viyani, Kak Nirwan, Kak Saiful Haruna dan Kak Gusnawati** yang dengan sepenuh hati selalu memberikan dukungan moral, moril, motivasi dan ilmu yang berlimpah selama perkuliahan penulis
4. Seluruh Keluarga, **Kedua Orang tua, Kakak, Kembar dan Adik tercinta** yang telah mendidik dan memberikan doa serta kasih sayang yang tulus.
5. Rekan peneliti, **Aulia Karimah** tercinta dan tersayang yang selalu mengingatkan dan saling bekerja sama, memberi dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
6. *Support System* sobat “**TUGAS KELAR**” ku, **Firna, Ranti, Sulfa dan Tira** yang senantiasa kebersamai, memberi dukungan, dan mengingatkan untuk menyelesaikan berbagai tugas hingga skripsi ini:)
7. Teman-teman peneliti “*Biochemistry Research*” dan seluruh kakak-kakak **Peneliti Biokimia** dan juga **Kak Salman** yang telah membimbing, membantu dan mengarahkan penulis selama melakukan penelitian.
8. Teman-teman **Konfigurasi tercinta** dan **Kimia 2019** yang selalu kebersamai dari awal masuk kuliah hingga saat ini
9. Teman seperjuangan **Bright Scholarship Batch 5** tercintaa, **Bash, Ranti, Zahra, Cia, Hemsyii, Nila, Valen, Ulfa, Fhildza, Maunita dan Nurul** yang selalu kebersamai perkuliahan selama 2 tahun di RPM Tercintaaa hingga saat ini.
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga segala bentuk bantuan, baik itu doa, saran, motivasi dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis dapat bernilai ibadah dan pahala di sisi Allah SWT. Aamiinn..

Penulis menyadari masih terdapat banyak kesalahan serta kekurangan sehingga penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan selanjutnya. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi diri penulis pribadi maupun pembaca. Terima kasih.

Makassar, 21 Juni 2023
Penulis

Nur Rahmi

ABSTRAK

Diabetes mellitus (DM) merupakan gangguan metabolisme yang mengancam kehidupan penduduk dunia yang menyebabkan hiperglikemia. Saat ini pengobatan diabetes banyak menggunakan obat kimia sintetik yang menimbulkan berbagai efek samping yang tidak diinginkan sehingga mendorong pencarian obat antidiabetes berbasis bahan alam yang lebih aman. Pemanfaatan dari tumbuhan sangat diperlukan seperti biji kelor (*Moringa oleifera*) yang memiliki potensi sangat besar untuk dikembangkan sebagai kandidat obat dengan resiko efek samping yang minimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolik sekunder ekstrak metanol biji kelor (MBK), enzim α -amilase dikarakterisasi untuk menentukan pH, suhu, dan waktu inkubasi optimum serta melakukan uji daya hambat terhadap enzim α -amilase menggunakan ekstrak MBK. Hasil uji fitokimia membuktikan ekstrak MBK mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan tanin. Karakterisasi enzim α -amilase menunjukkan kondisi optimum pada waktu inkubasi 30 menit, pH 6,9, dan suhu 25 °C. Hasil analisis inhibisi pada ekstrak MBK menunjukkan aktivitas tertinggi pada konsentrasi ekstrak 15%, yang dibandingkan dengan akar bosa pada konsentrasi 15%. Dengan demikian hasil nilai relatif daya hambat ekstrak MBK menunjukkan potensi sebagai sumber tanaman obat bagi penderita DM.

Kata kunci: antidiabetes, biji kelor, *diabetes mellitus*, enzim α -amilase, metanol.

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder that threatens the lives of the world's population which causes hyperglycemia. Currently, the treatment of diabetes uses many synthetic chemical drugs which cause various unwanted side effects, thus encouraging the search for anti-diabetic drugs based on natural ingredients that are safer. Utilization of plants is needed, such as moringa seeds (*Moringa oleifera*) which have enormous potential to be developed as drug candidates with minimal risk of side effects. This study aims to identify the secondary metabolic compounds of methanol extract of Moringa seeds (MBK), characterize the alpha-amylase enzyme to determine the optimum pH, temperature, and incubation time and to test the inhibition of the alpha-amylase enzyme using MBK extract. The results of the phytochemical tests proved that the MBK extract contained flavonoids, alkaloids and tannins. Characterization of the alpha-amylase enzyme showed optimum conditions at an incubation time of 30 minutes, pH 6.9, and temperature 25 celcius. The results of the inhibition analysis on the MBK extract showed the highest activity at an extract concentration of 15%, compared to acarbose at a concentration of 15%. Thus the results of the relative inhibitory power of the MBK extract indicate its potential as a source of medicinal plants for DM sufferers.

Key words: anti-diabetic, *diabetes mellitus*, enzyme α -amilase, methanol, moringa seeds.

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Diabetes Mellitus.....	6
2.2 Kelor (<i>Moringa Oleifera</i>)	8
2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi.....	8
2.2.2 Kandungan Kelor.....	10
2.2.3 Manfaat Kelor.....	12
2.3 Ekstraksi.....	14

2.4 Metabolik Sekunder.....	15
2.4.1 Flavonoid.....	15
2.4.2 Tanin.....	16
2.4.3 Alkaloid.....	17
2.4.4 Saponin.....	18
2.5 Enzim α -Amilase.....	19
2.6 Mekanisme Penghambatan Enzim α -Amilase.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Bahan Penelitian.....	22
3.2 Alat Penelitian.....	22
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1 Penyiapan Larutan Pereaksi.....	22
3.4.2 Preparasi Sampel.....	23
3.4.3 Ekstraksi Biji Kelor.....	23
3.4.4 Uji Fitokimia Ekstrak MBK.....	24
3.4.5 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	25
3.4.6 Uji kktivitas Enzim α -amilase.....	25
3.4.7 Uji Antidiabetes Ekstrak MBK Secara <i>In Vitro</i>	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Ekstraksi Biji Kelor.....	29
4.2 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak MBK.....	31
4.3 Uji Aktivitas Enzim α -amilase.....	34
4.3.1 Pengaruh Waktu Inkubasi Optimum.....	35
4.3.2 Pengaruh pH Optimum.....	36

4.3.3 Pengaruh Suhu Optimum	38
4.6 Penghambatan Enzim α -amilase secara <i>in vitro</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Kandungan nutrisi bunga, buah, dan biji kelor.....	11
2. Penelitian terkait mengenai biji kelor	13
3. Penelitian terkait Antidiabetes	20
4. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak MBK.....	31
5. Hasil Absorbansi Spektrometer UV-Vis dan %Inhibisi Ekstrak MBK dan Akarbosa.....	40
6. Persentase Nilai IC ₅₀ Ekstrak MBK dan Akarbosa.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Batang, daun, buah, bunga dan biji kelor.....	9
2. Struktur Flavonoid.....	15
3. Struktur Tanin.....	17
4. Struktur Alkaloid.....	18
5. Struktur Saponin.....	18
6. Biji Kelor dan Tepung Biji Kelor.....	29
7. Ekstrak Kental Biji Kelor.....	30
8. Reaksi uji flavonoid.....	32
9. Reaksi Uji Alkaloid.....	33
10 Reaksi senyawa tanin dengan FeCl ₃	34
11 Kurva Standar Glukosa.....	34
12 Uji Optimasi Waktu Inkubasi (Suhu 25 °C, pH 6,8, Konsentrasi Substrat 1%).....	36
13 Uji pH Optimum (Suhu 25 °C, Waktu Inkubasi 30 menit, Konsentrasi Substrat 1%).....	37
14 Uji Suhu Optimum (pH 6,9, Waktu Inkubasi 30 menit, Konsentrasi Substrat 1%).....	38
15 Persentase Inhibisi Enzim α -amilase pada Ekstrak MBK.....	41
16 Persentase Inhibisi Enzim α -amilase pada Akarbosa.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Diagram Alir Penelitian	48
2. Bagan Kerja	49

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/singkatan	Arti
DM	: <i>Diabetes Mellitus</i>
MO	: <i>Moringa Oleifera</i>
MBK	: Metanol Biji Kelor
OHO	: Obat Hipoglikemik Oral
IC ₅₀	: <i>Inhibitory Concentration 50</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infra Red</i>
UV-Vis	: <i>Ultra Violet - Visible</i>
DNS	: <i>Dinitrosalisilat</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia kronis akibat kelainan sekresi insulin, kerja insulin, ataupun keduanya. Penderita DM ditandai dengan kadar gula darah yang tinggi karena tidak terjadi produksi insulin sama sekali atau produksi insulin yang tidak efektif. DM menjadi salah satu penyebab kematian terbesar di dunia dengan resiko 2-3 kali lipat lebih besar dari semua penyakit penyebab kematian dan dikenal sebagai *silent killer* karena sering kali tidak menunjukkan gejala hingga menimbulkan komplikasi yang menyerang hampir seluruh bagian tubuh penderitanya (Hestiana, 2017).

Penyakit ini digolongkan ke dalam 2 tipe, yaitu DM tipe 1 dan DM tipe 2. DM tipe 1 merupakan penyakit autoimun kronis, dimana sel-sel pankreas sudah tidak dapat memproduksi insulin, sedangkan DM tipe 2 merupakan penyakit diabetes dimana penderitanya resisten terhadap insulin. DM tipe 2 biasanya dapat dikendalikan melalui terapi diet, olahraga, maupun agen hipoglikemik (Chaudhary dan Tyagi, 2018). Pada DM tipe 1 hormon insulin tidak diproduksi karena kerusakan sel β pankreas, sedangkan pada DM tipe 2 terjadi gangguan progresif sekresi insulin oleh sel β pankreas dan penurunan sensitivitas insulin pada target jaringannya (Anugrahini dan Wahyuni, 2021).

International Diabetes Federation (IDF) tahun 2021 melaporkan bahwa jumlah penderita DM di seluruh dunia hingga saat ini mencapai 537 juta orang. Jumlah penderita DM diperkirakan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2030, penderita DM di seluruh dunia diperkirakan meningkat menjadi 643

juta orang dan pada tahun 2045 diperkirakan akan mencapai 783 juta orang (IDF, 2021).

Pengendalian hiperglikemia pada penderita DM melalui tractus gastro-intestinalis, menekan produksi glukosa hepar, meningkatkan ambilan glukosa serta pendekatan terapi berupa penghambatan enzim penghidrolisis karbohidrat seperti α -amilase untuk memperlambat absorpsi glukosa dengan mengkonsumsi obat antidiabetes (Dompeipen dan Simanjuntak, 2016).

Penderita diabetes memerlukan asupan antioksidan dalam jumlah besar karena peningkatan radikal bebas akibat hiperglikemia (Anugrahini dan Wahyuni, 2021). Aktivitas antoksidan suatu senyawa dapat diukur dari kemampuannya meredam radikal bebas. Radikal bebas termasuk salah satu penyebab terjadinya DM sehingga mekanisme kerja flavonoid dapat membantu kondisi penderita DM. Senyawa ini berfungsi untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dan meregenerasi sel β -pankreas sehingga produksi insulin dapat berjalan normal dan kondisi defisiensi insulin teratasi. Senyawa flavonoid juga meningkatkan sensitivitas reseptor insulin sehingga memperbaiki kondisi resistensi insulin pada penderita DM (Surya, 2020).

Flavonoid adalah kelompok senyawa fenolik terbesar yang terdapat di alam. Flavonoid berasal dari proses biosintesis kombinasi jalur asam shikimat dan asilpolimalonwiat serta memiliki mekanisme antidiabetes yang beragam (Anugrahini dan wahyuni, 2021). Flavonoid juga berpotensi sebagai penghambat enzim penghidrolisis karbohidrat seperti enzim α -amilase.

Pengobatan DM yang telah ada untuk penggunaan obat yaitu obat hipoglikemik oral (OHO) golongan sulfonilurea, thiazolidindion, akarbose, dan suntikan insulin yang memiliki mekanisme kerja meningkatkan sekresi insulin oleh sel β -pankreas, menurunkan resistensi insulin dengan meningkatkan jumlah protein

pengangkut glukosa, memperlambat absorpsi glukosa dalam usus halus, dan menghambat sekresi glukagon (Anugrahini dan Wahyuni, 2021). Pada umumnya obat-obatan sintesis yang digunakan untuk mengatasi DM mempunyai efek samping, seperti muntah, disentri, migrain, dan anemia. Obat tradisional merupakan pilihan yang baik sebagai alternatif pengganti obat-obatan sintesis, karena efek samping yang dihasilkan obat tradisional lebih sedikit (Wirasti dkk., 2021).

Menurut Informasi yang diperoleh dari Goel (2012), Indonesia merupakan negara tropis yang kaya dengan berbagai jenis tanaman dan terdapat 800 tanaman yang berpotensi sebagai antidiabetes. Kandungan senyawa kimia dalam tumbuhan dilaporkan aman untuk penderita DM (Anggi dkk., 2020). Tanaman herbal telah didokumentasikan sebagai agen antidiabetes yang sangat potensial. Salah satu diantaranya adalah kelor. Tanaman ini termasuk tanaman herbal yang tumbuh di Indonesia, merupakan sumber daya alam yang sering digunakan bagi kesehatan (Berawi dkk., 2019).

Kelor (*Moringa oleifera*) telah digunakan untuk pengobatan berbagai penyakit dalam pengobatan tradisional untuk antihipertensi, antidiabetes, antimikroba, antiinflamasi, anti-TB, analgesik, menurunkan kolesterol, dan sifat hepatoprotektif (Padayachee, 2019). Hampir seluruh bagian tanaman kelor dapat dimanfaatkan, baik sebagai sayur maupun sebagai obat. Bagian daun dari tumbuhan kelor memiliki kandungan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan. Bagian lain dari tanaman kelor yang berpotensi memiliki senyawa metabolit sekunder yang dimanfaatkan sebagai bahan obat ialah bagian biji (Anggi dkk., 2020).

Ekstrak kelor mengandung tanin, saponin, flavonoid, fenolik, terpenoid dan glikosida, yang masing-masing memiliki sifat obat tertentu. Senyawa ini telah terbukti efektif sebagai antioksidan, antimikroba dan agen anti karsinogenik (Prमितasari dkk.,

2017). Penelitian ini dilakukan dengan mengekstrak biji kelor dengan methanol sebagai pelarutnya. Metanol dapat melarutkan senyawa polar dan nonpolar walaupun sifat pelarut tersebut polar. Penggunaan pelarut organik (aseton, etanol, dan metanol) dapat menghasilkan ekstrak yang tidak larut dalam air secara sempurna, akan tetapi dapat larut sempurna bila ditambahkan senyawa kimia tertentu, seperti DMSO sehingga ekstrak akan terlarut sempurna (Olivia dkk., 2021).

Penelitian mengenai daun kelor sebagai antidiabetes sebelumnya pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Surya (2020) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit hiperglikemia dengan dosis 14 mg/20 grBB. Pemberian ekstrak buah kelor terbukti efektif pada konsentrasi 10%. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam tanaman kelor yang memungkinkan terjadinya efek ini adalah senyawa alkaloid, flavonoid, dan tanin. Selain itu, penelitian yang dilakukan Wirasti dkk., (2021) memperoleh nilai IC_{50} yang diperoleh penghambatan enzim α -amilase sebesar $101,89 \pm 7,21 \mu\text{g/mL}$ sedangkan nilai IC_{50} akar bosa sebesar $127,17 \pm 4,42 \mu\text{g/mL}$. Ekstrak daun kremah mempunyai aktivitas (hiperglikemia) dengan cara menghambat enzim α -amilase yang baik dibandingkan dengan akar bosa karena nilai IC_{50} ekstrak lebih kecil.

Berdasarkan komposisi fitokimia, semua bagian dari kelor mulai dari akar hingga biji dapat dimanfaatkan sebagai tanaman obat (Padayachee, 2019). Namun, penelitian yang menggunakan biji kelor sebagai tanaman obat masih sangat terbatas. Disisi lain, biji kelor memiliki aktivitas antidiabetes dan antibakteri karena mengandung senyawa aktif berupa flavonoid, tanin, dan alkaloid (Surya, 2020). Oleh karena itu dilakukan penelitian potensi ekstrak metanol biji kelor (*moringa oleifera*) sebagai agen antidiabetes dalam menghambat enzim α -amilase secara *in vitro*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. senyawa metabolit apa yang terdapat pada ekstrak metanol biji kelor dengan menggunakan uji fitokimia?
2. bagaimana karakteristik sifat biokimia enzim α -amilase?
3. bagaimana aktivitas penghambatan ekstrak metanol biji kelor terhadap enzim α -amilase *in vitro*?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder pada biji kelor, aktivitas penghambatan ekstrak metanol biji kelor dan penghambatan senyawa utama dalam ekstrak metanol biji kelor terhadap enzim α -amilase.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. menganalisis senyawa metabolit yang terdapat pada ekstrak metanol biji kelor dengan menggunakan uji fitokimia.
2. menganalisis karakteristik sifat biokimia enzim α -amilase
3. menganalisis aktivitas penghambatan ekstrak metanol biji kelor terhadap enzim α -amilase secara *in vitro*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai potensi ekstrak metanol biji kelor yang mampu menghambat enzim α -amilase yang dapat berperan dalam antidiabetes, memberikan informasi tentang penemuan senyawa bioaktif dan sebagai sumber informasi mengenai inovasi dan pengembangan *herbal medicine* berbasis bahan alam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit tidak menular yang cukup serius dimana insulin tidak dapat diproduksi secara maksimal oleh pankreas. Insulin merupakan hormon yang mengatur glukosa. Insulin yang tidak bekerja akan membuat kadar glukosa dalam darah tinggi, dimana kadar glukosa darah normal adalah 70-110 mg/dL pada saat berpuasa (Fatimah, 2015). DM banyak dialami oleh masyarakat dan merupakan masalah kesehatan masyarakat global, sehingga pada saat ini menjadi prioritas dalam memecahkan masalah kesehatan (Nasution dkk., 2021).

Gejala diabetes adalah adanya rasa haus yang berlebihan, sering kencing terutama malam hari dan berat badan turun dengan cepat. Di samping itu kadangkadang ada keluhan lemah, kesemutan pada jari tangan dan kaki, cepat lapar, gatal-gatal, penglihatan kabur, dan luka sukar sembuh. Penyakit DM sebagian besar orang merupakan penyakit yang sangat menakutkan, karena akibatnya dari amputasi sampai kematian (Kurniawaty, 2014)

Penyakit diabetes melitus juga ditandai dengan akumulasi glukosa darah melebihi kondisi normal (hiperglikemia). Produk reaksi autoksidasi dari glukosa adalah spesies oksigen reaktif seperti anion superoksida radikal, radikal hidroksil dan hidrogen peroksida. Meningkatnya radikal bebas dalam tubuh merangsang stres oksidatif ketika antioksidan dalam tubuh tidak mampu mengatasi radikal bebas. Hasilnya kerusakan organel sel, peningkatan peroksidasi lipid, dan peningkatan resistensi insulin (Wahyudi dkk., 2016).

Diabetes mellitus diklasifikasikan sebagai DM tipe 1 dan DM tipe 2. DM tipe

1 disebabkan karena terjadi destruksi sel β -pankreas, yang umumnya menjurus ke defisiensi insulin *absolute* akibat proses imunologik maupun idiopatik. Sedangkan DM tipe 2 disebabkan karena terjadi gangguan kerja insulin dan sekresi insulin, bisa predominan gangguan sekresi insulin ataupun predominan resistensi insulin. DM tipe lainnya disebabkan oleh berbagai macam penyebab seperti defek genetik fungsi sel beta, defek genetik pada kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, karena obat atau zat kimia, infeksi, sebab imunologi yang jarang, dan sindrom genetik lain yang berkaitan dengan DM. Selain itu, terdapat DM gestational yakni diabetes yang terjadi pada kehamilan, diduga disebabkan oleh karena resistensi insulin akibat hormon seperti prolaktin, progesteron, dan hormon plasenta (Kurniawaty, 2014).

Prevalensi diabetes mellitus di Indonesia pada tahun 2013 adalah sebesar 2,1%. Angka tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2007 (1,1%). Sebanyak 31 provinsi (93,9%) menunjukkan kenaikan prevalensi diabetes mellitus yang cukup berarti. Prevalensi untuk Provinsi Jawa Tengah sebesar (1,9%) (Kemenkes RI, 2014). Jumlah kasus DM tipe 2 di Jawa Tengah tahun 2015 sebanyak 99.646 kasus. Hal ini berbeda dengan tiga tahun sebelumnya. Pada tahun 2014 kasus diabetes melitus tipe 2 sebanyak 96.431 kasus (0,29%). Pada tahun 2013 kasus diabetes mellitus tipe 2 di Jawa Tengah yaitu sebesar 142.925 (0,43%) kasus, sedangkan pada tahun 2012 sebesar 181.543 (0,55%) kasus (Hestiana, 2017).

Penderita penyakit DM mengalami gangguan metabolisme pada proses penyerapan gula oleh tubuh, karena tidak dapat melepaskan atau menggunakan insulin secara normal. Insulin adalah hormon yang dilepaskan oleh pankreas, merupakan zat utama yang bertanggung jawab dalam mempertahankan kadar gula darah (Andilala dkk., 2021). Pengobatan penyakit DM dapat dilakukan dengan mengontrol kadar darah dengan pemberian obat anti diabetes dan penyuntikan insulin. Namun, biaya

untuk pengobatannya sangat mahal menyebabkan masyarakat yang memiliki ekonomi yang lemah tidak dapat melakukan pengobatan sehingga dapat memicu salah satu penyebab tingginya kematian bagi penderita. Banyak beredar obat-obat antidiabetes yang dijual di apotek-apotek saat ini. Penggunaan antidiabetes yang tidak tepat dan berlebihan dapat membahayakan kesehatan (Pitriya dkk., 2017).

2.2 Kelor (*Moringa oleifera*)

2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi

Tanaman *Moringa oleifera* (MO) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang sudah tumbuh dan berkembang di daerah tropis seperti Indonesia. MO adalah tanaman silangan yang termasuk dalam famili *Moringaceae*. MO biasa disebut pohon lobak atau pohon stik drum oleh penduduk setempat dan merupakan makanan pokok yang populer di berbagai belahan dunia. MO dikonsumsi tidak hanya karena nilai gizinya tetapi juga manfaat medisnya (Berawi dkk., 2019).

Tanaman kelor berupa pohon dengan tinggi dapat mencapai 12 m dengan diameter 30 cm. Kayunya merupakan jenis kayu lunak dan memiliki kualitas rendah. Daun tanaman kelor memiliki karakteristik bersirip tak sempurna, kecil, berbentuk telur, sebesar ujung jari. Helai anak daun memiliki warna hijau sampai hijau kecokelatan, bentuk bundar telur atau bundar telur terbalik, panjang 1-3 cm, lebar 4 mm sampai 1 cm, ujung daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun rata (Isnain dan Nurhaedah, 2017). Akarnya sendiri tidak keras, bentuk tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, permukaan dalam agak berserabut, bagian kayu warna coklat muda, atau krem berserabut, sebagian besar terpisah. Tanaman kelor dapat tumbuh baik sampai ketinggian 1.000 mdpl pada semua jenis tanah dengan pH tanah netral - sedikit asam (Kurniasih, 2013).



Gambar 1. Batang, daun, buah bunga dan biji kelor

Bagian daun, kulit batang, biji hingga akar dari tanaman kelor tidak hanya sebagai sumber nutrisi tetapi juga berfungsi sebagai herbal buat kesehatan yang sangat berkhasiat (Marlinda dkk., 2017). Menurut *Integrated Taxonomic Information System* (2017), klasifikasi tanaman kelor sebagai berikut:

- Kingdom: *Plantae*
- Divisi: *Spermatophyta*
- Subdivisi: *Angiospermae*
- Klas: *Dicotyledoneae*
- Ordo: *Brassicales*
- Familia: *Moringaceae*
- Genus: *Moringa*
- Spesies: *Moringa oleifera Lamk.*

Kelor merupakan tanaman yang berumur panjang dan berbunga sepanjang tahun. Bunga kelor ada yang berwarna putih, putih kekuningan (krem) atau merah, tergantung jenis atau spesiesnya. Tudung pelepah bunganya berwarna hijau dan mengeluarkan aroma bau semerbak (Irmayana dkk., 2017).

Tanaman tidak beracun dan ramah lingkungan, dikenal dengan jenis tanaman yang dibudidayakan. Tanaman ini berguna, memiliki gizi tinggi, dan khasiat obat yang digunakan dalam mengobati berbagai penyakit. MO merupakan tanaman yang dapat

dikonsumsi sebagai sayuran dan minuman. Berbagai macam potensi nutrisi dan obat telah dikaitkan dengan akarnya, kulit kayu, daun, bunga, buah-buahan, dan biji-bijian (Wardani dkk., 2017).

2.2.2 Kandungan Tanaman Kelor

Tanaman kelor kaya akan β -karoten, vitamin C, vitamin E, polifenol dan merupakan sumber antioksidan alami yang baik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Zakaria (2013) tanaman kelor mengandung β -karoten sebesar 11,93 mg, Ca sebesar 224,2 mg, Fe 36,91 mg, dan Mg sebesar 28,03 mg. Antioksidan memiliki efek maksimum pada kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas hanya saat dicerna dengan pemberian kombinasi. Kombinasi antioksidan yang ditemukan dalam MO terbukti lebih efektif daripada antioksidan tunggal, karena mekanisme sinergis dan peningkatan mekanisme cascade antioksidan (Wirasti dkk., 2021).

Tanaman ini telah digunakan untuk pengobatan dan manajemen penyakit yang berbeda dalam pengobatan tradisional untuk antihipertensi, antioksidan, antimikroba, antibakteri, antispasmodik, antijamur, antiinflamasi, anti-TB, analgesik, antidiabetes, diuretik, menurunkan kolesterol, dan sifat hepatoprotektif. Selain itu dapat menunjukkan efek hipolipidemik, antiaterosklerotik, dan meningkatkan kekebalan tubuh. Berdasarkan komposisi fitokimianya, semua bagian dari kelor mulai dari akar hingga biji dapat dimanfaatkan sebagai tanaman obat (Padayachee, 2019).

Ekstrak biji kelor juga mengandung tanin, saponin, flavonoid, fenolik, terpenoid dan glikosida, yang masing-masing memiliki sifat obat tertentu. Senyawa ini telah terbukti efektif sebagai antioksidan, antimikroba dan agen anti karsinogenik. Flavonoid memengaruhi homeostasis glukosa dan meningkatkan sensitivitas insulin dalam jaringan perifer. Senyawa ini juga menghambat sukrase usus sampai batas tertentu, dan aktivitas α -amilase pankreas (Prमितasari dkk., 2017).

Studi klinis dilakukan untuk menyelidiki efek hipoglikemik dari biji *Moringa oleifera* (MO) dan biji *Azadirachta indica* (AI) pada 55 subjek diabetes tipe 2 (36 pria dan 19 wanita dalam usia 30-60 tahun). Hasil mengungkapkan bahwa ada penurunan yang signifikan dalam tingkat lipid darah rata-rata. Diantara benih MO dan AI yang dipilih dengan cermat, bubuk MO ditemukan lebih efektif diikuti oleh bubuk AI (Dompeipen dan Simanjuntak, 2016).

Studi dilakukan pada biji kelor sebagai tanaman obat yang sangat menjanjikan yang digunakan dalam pengobatan diabetes dengan efek samping minimal. Tanaman ini juga telah terbukti memiliki efek menurunkan glukosa pada tikus diabetes yang diinduksi STZ dengan merangsang sel-sel β dari pulau langerhans atau karena aktivitas seperti insulin (Wirasti dkk., 2021).

Tanaman kelor merupakan tanaman yang mendapat beberapa julukan karena nilai manfaatnya yang banyak. Manfaat tersebut terkait dengan kandungan nutrisi pada masing-masing bagian tanaman kelor. Kandungan nutrisi pada buah dan biji kelor per 100 g bahan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi bunga, buah, dan biji kelor (Pitriya, dkk., 2017).

Kandungan nutrisi	Kandungan nutrisi	Kandungan nutrisi	Kandungan nutrisi
Kadar air (%)	93.02	90.86	3.11
Protein (g)	24.5	12.36	32.19
Lemak (g)	6.01	0.98	32.40
Serat (g)	5.07	22.57	15.87
Mineral (g)	58.08	13.40	5.58
Kalori (Kcal/100g)	6.2	50.73	15.96

2.2.3 Manfaat Tanaman Kelor

Bagi masyarakat Sulawesi Selatan, tanaman kelor merupakan salah satu jenis tanaman yang diusahakan oleh setiap rumah tangga terutama di pedesaan. Tanaman kelor mudah dibudidayakan dan juga tidak diserang oleh hama penyakit sehingga aman dari efek pestisida jika dibandingkan dengan jenis sayuran lain di dataran tinggi seperti kubis, sawi dan lain-lain. Saat ini, tanaman kelor banyak diteliti mengenai komposisinya yang dimanfaatkan untuk kepentingan berbagai bidang (Isnain dan Nurhaeda, 2017):

1. sebagai bahan pangan

Daun tanaman kelor hingga saat ini dikembangkan menjadi produk pangan modern seperti tepung kelor, kerupuk kelor, kue kelor, permen kelor dan teh daun kelor. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Rudianto dkk., (2014) bahwa produk biskuit Moringa Oleiferamemenuhi standar SNI pembuatan biskuit dan dapat dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan gizi serta dapat dipertimbangkan sebagai suplemen nutrisi untuk kasus malnutrisi.

2. Kesehatan

Beberapa komponen yang terkandung dalam bagian tanaman kelor dapat memberikan efek kesehatan berupa:

- a. Menurunkan berat badan: memberikan efek kepada tubuh agar merangsang dan melancarkan metabolisme sehingga dapat membakar kalori lebih cepat.
- b. Anti diabetes: daun kelor dan biji kelor memiliki sifat anti diabetes yang berasal dari kandungan seng yang tinggi seperti mineral yang sangat dibutuhkan untuk memproduksi insulin, sehingga daun kelor dapat bermanfaat sebagai anti diabetes yang signifikan.
- c. Mencegah penyakit jantung: dapat menghasilkan lipid terosidari lebih rendah serta

memberikan perlindungan pada jaringan jantung dari kerusakan struktural.

d. Menyehatkan rambut: dapat menyehatkan rambut, karena daun kelor dapat membuat pertumbuhan rambut menjadi hidup dan mengkilap yang dikarenakan asupan nutrisi yang lengkap dan tepat.

Adapun penelitian terkait mengenai biji kelor disajikan pada Tabel 2, yaitu:

Tabel 2. Penelitian terkait mengenai biji kelor

Peneliti	Judul	Hasil
Wajdi dkk., 2017	Uji Aktivitas Antibakteri Campuran Ekstrak Biji Kelor (<i>Moringa oleifera</i>) dan Daun Kersen (<i>Muntingia calabura</i>) terhadap <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>	Ekstrak biji kelor memiliki aktivitas antibakteri lebih tinggi dibandingkan daun kersen terhadap <i>B. subtilis</i> . Dimana memiliki konsentrasi tinggi (600 ppm dan 750 ppm) pada ekstrak biji <i>M. oleifera</i>
Setyawati dkk., 2018	Efektifitas Biji Kelor dan Tawas Sebagai Koagulan Pada Peningkatan Mutu Limbah Cair Industri Tahu	hasil terbaik yaitu pada penggunaan koagulan organik biji kelor. Dimana koagulan dapat menurunkan kadar BOD hingga 100 mg/L, kadar COD hingga 96 mg/L, dan juga kadar TSS hingga 98 mg/L.
Ginting dkk., 2017	Kombinasi Adsorben Biji Kelor - Zeolit Alam Lampung untuk Meningkatkan Efektivitas Penjerapan Logam Pb dalam Air secara Kontinu pada Kolom Fixed Bed Adsorber	Hasil analisis AAS menunjukkan kombinasi adsorben biji kelor-zeolit (cm/cm) terbaik yaitu 1:2 dengan efektivitas penjerapan logam Pb tertinggi mencapai 99.90%. kapasitas adsorpsi adsorben adalah 2.25 mg Pb/ gram.

2.3 Ekstraksi

Untuk memperoleh senyawa yang diinginkan pada suatu tanaman maka perlu dilakukan rangkaian proses yaitu ekstraksi yang merupakan proses penarikan senyawa metabolit pada tanaman menggunakan pelarut yang sesuai dengan produk akhir berupa ekstrak (Faturrahman dan Musfiroh, 2018). Ekstraksi atau pemisahan senyawa kimia dari sumber tanaman merupakan awal proses isolasi senyawa bioaktif yang berada pada tumbuhan, baik pada biji, akar ataupun batang. Pada proses pemisahan senyawa bioaktif, pemilihan metode pemisahan senyawa merupakan hal yang penting untuk diperhatikan (Kiswandono, 2011).

Metode pemisahan pada ekstraksi pelarut menggunakan prinsip kelarutan. Prinsip kelarutan adalah *like dissolve like*, yaitu pelarut polar akan melarutkan senyawa polar dan pelarut non polar akan melarutkan senyawa non polar. Beberapa pelarut organik yang sering digunakan sebagai ekstraktan seperti benzena, toluena, petroleum eter, metilenklorida, kloroform, karbon tetraklorida, etil asetat dan dietil eter. Dalam pemilihan pelarut, hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah selektifitas, sifat racun dan kemudahannya untuk diuapkan (Surahmaida dkk., 2018).

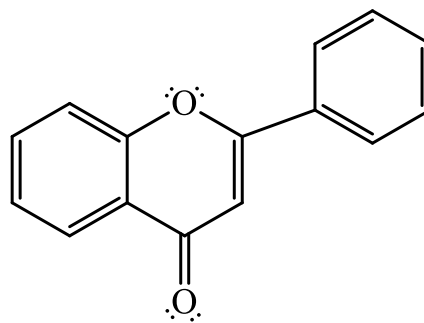
Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan zat kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat. Salah satu cara mengekstraksi yakni dengan metode maserasi. Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (Faturrahman dan Musfiroh, 2018).

Metode maserasi digunakan untuk mengekstrak sampel yang relatif tidak tahan panas. Metode ini dilakukan hanya dengan merendam sampel dalam suatu pelarut dalam jangka waktu tertentu, biasanya dilakukan selama 24 jam tanpa menggunakan pemanasan. Kelebihan metode ini diantaranya adalah tidak memerlukan peralatan yang rumit, relatif murah, dapat menghindari penguapan komponen senyawa karena tidak menggunakan panas, sedangkan kelemahannya adalah memerlukan waktu yang lama dan pelarut yang banyak sehingga tidak efisien (Kiswando, 2011).

2.4 Metabolik Sekunder

2.4.1 Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan di dalam jaringan tanaman. Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa phenolik dengan struktur kimia C₆-C₃-C₆. Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik B dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen (Rachmania dkk., 2016).



Gambar 2. Struktur Flavonoid (Kurniawaty dan Lestari, 2016).

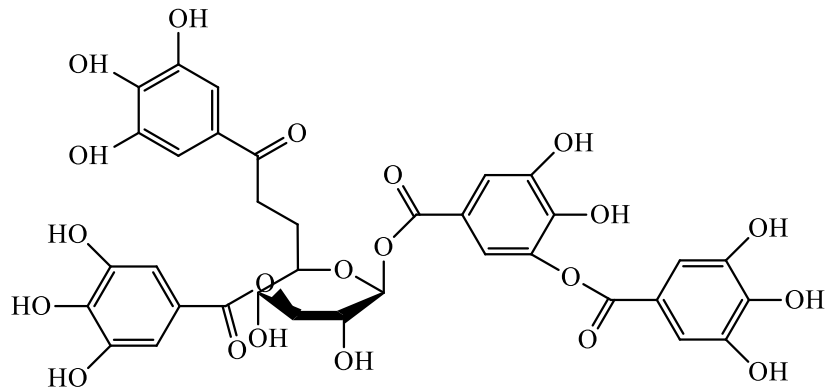
Flavonoid bekerja dengan cara denaturasi protein. Proses ini juga menyebabkan gangguan dalam pembentukan sel sehingga merubah komposisi komponen protein. Fungsi membran sel yang terganggu dapat menyebabkan

peningkatan permeabilitas sel, diikuti dengan terjadinya kerusakan sel bakteri. Kerusakan tersebut menyebabkan kematian sel bakteri. Flavonoid berfungsi untuk menjaga pertumbuhan normal dan pertahanan terhadap pengaruh infeksi dan kerusakan (Wajdi dkk., 2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zurha, Tarigan, dan Sihotang, didapatkan hasil bahwa flavonoid memiliki efek antioksidan yang kuat. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antioksidan adalah menekan pembentukan ROS (*Reactive Oxygen Species*) dengan menghambat enzim dalam pembentukan ROS dan meningkatkan regulasi serta proteksi dari antioksidan. Flavonoid juga dapat melindungi membran lipid dari kerusakan oksidatif, sehingga peroksidasi lipid dapat dihambat dan peningkatan kadar Malondialdehid dapat dicegah (Ramadhani dan Sumiwi, 2016).

2.4.2 Tanin

Tanin adalah salah satu senyawa aktif metabolit sekunder yang mempunyai beberapa khasiat seperti sebagai astringen, anti diare, antibakteri dan antioksidan (Faturrahman dan Musfiroh, 2018). Umumnya senyawa tanin banyak ditemukan pada tumbuh-tumbuhan. Tanin banyak terdapat dalam daun, biji dan buah pada tumbuhan (Rustiah dkk., 2021).

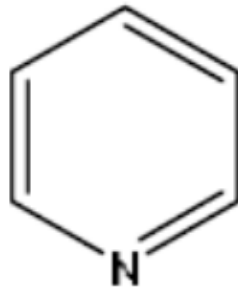


Gambar 3. Struktur Tanin (Wahyuni dan Syamsudin, 2014).

Tanin adalah suatu senyawa fenolik yang dapat memberikan rasa pahit, dapat bereaksi dan menggumpalkan protein atau senyawa organik lainnya yang mengandung asam amino dan alkaloid. Tanin merupakan senyawa organik yang tidak beracun, juga ramah lingkungan, dapat larut dalam air, dan dapat tergolong polifenol serta banyak ditemukan di alam (Wahyuni dan Syamsudin, 2014).

2.4.3 Alkaloid

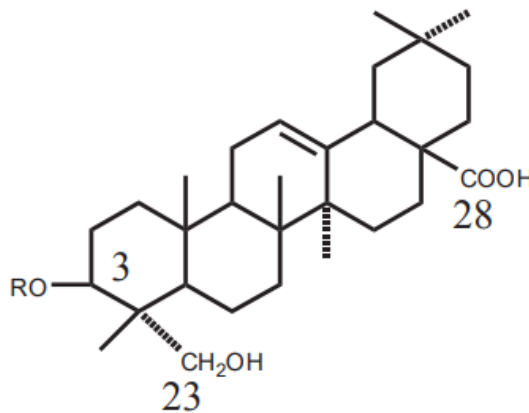
Senyawa alkaloid memiliki paling sedikit satu atom nitrogen. Turunan alkaloid antara lain adalah piridin, pirolidin, izoquinolon, fenetilamin, terpen. Senyawa alkaloid terutama indol dapat menghentikan reaksi radikal bebas. Selain itu turunan alkaloid yang juga memiliki aktivitas antioksidan adalah *quinolone* dan melatonin. Pada uji alkaloid dengan pereaksi meyer akan terbentuk endapan warna putih, sedangkan dengan pereaksi dragendorff akan terbentuk endapan berwarna jingga (Julianto, 2019).



Gambar 4. Struktur Alkaloid (Julianto, 2019).

2.4.4 Saponin

Saponin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman. Jenis senyawa ini tergolong kelompok komponen organik yang memiliki kapasitas steroid yang baik. Semua organ tumbuhan seperti buah, bunga, daun, batang dan akar dapat ditemukan senyawa metabolic sekunder saponin (Ngginak dkk., 2021).



Gambar 5. Struktur Saponin (Tamura dkk., 2012).

Struktur kimia saponin merupakan glikosida yang tersusun atas glikon dan aglikon. Bagian glikon terdiri dari gugus gula seperti glukosa, fruktosa, dan jenis gula lainnya. Bagian aglikon merupakan sapogenin. Sifat ampifilik ini dapat membuat bahan alam yang mengandung saponin berfungsi sebagai surfaktan (Nurzaman dkk., 2018).

2.5 Enzim α -Amilase

Diabetes mellitus merupakan suatu keadaan kadar gula darah dalam tubuh melebihi batas normal (hiperglikemia). Salah satu cara untuk mengatasi kadar gula darah yang berlebihan yaitu menghambat enzim penghidrolisis karbohidrat yang disebut enzim α -amilase (Wirasti dkk., 2021). Enzim ini berperan penting dalam pemecahan oligosakarida dan disakarida menjadi monosakarida sehingga siap untuk diabsorpsi. Penghambatan terhadap enzim α -amilase dapat menunda dan memperlama waktu mencerna karbohidrat, menyebabkan penurunan laju absorpsi glukosa dan mencegah peningkatan kadar plasma glukosa postprandial (Wardani dkk., 2017).

Salah satu cara mengendalikan kadar gula dalam darah penderita DM adalah dengan menghambat aktivitas enzim α -amilase. Enzim ini berperan sebagai kunci pada akhir pemecahan karbohidrat. Polisakarida kompleks akan dihidrolisis oleh enzim amilase menjadi dekstrin dan dihidrolisis lebih lanjut menjadi glukosa oleh enzim α -amilase sebelum memasuki sirkulasi darah melalui penyerapan epitelium. Amilase dan α -glukosidase inhibitor sintetis, seperti misalnya akarbose, telah banyak digunakan untuk penanganan pasien diabetes tipe II, namun obat ini juga dilaporkan menyebabkan berbagai efek samping (Wirasti dkk., 2021).

Upaya pencegahan perlu dilakukan untuk menekan jumlah penderita diabetes mellitus. Selain itu dengan memanfaatkan inhibitor α -amilase. Inhibitor amilase dapat mengendalikan hidrolisis pati. Inhibitor α -amilase merupakan senyawa yang berperan dalam pencernaan pati dan dianggap sebagai strategi untuk pengobatan gangguan penyerapan karbohidrat, seperti diabetes dan obesitas. Pati harus hidrolisis menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana agar dapat digunakan dalam sistem metabolisme. Terhambatnya pemecahan pati oleh inhibitor α -amilase maka tubuh tidak mendapatkan kebutuhan karbohidrat (Prमितasari dkk., 2017).

Adapun penelitian terkait penghambatan enzim α -amilase sebagai antidiabetes disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian terkait penghambatan enzim α -amilase sebagai antidiabetes

Peneliti	Judul	Hasil
Lelono dan Tachibana, 2013	Ekstrak Daun Eugenia polyantha Sebagai Inhibitor Enzim Diabetes Tipe 2	efek yang tinggi dalam menurunkan kadar gula darah yaitu sebesar 53,45% pada hari ke 21 saat perlakuan, disusul pada dosis 300 mg/kgBB dengan 42,4% dan dosis 200 mg/kgBB sebesar 34,5%
Widharma dkk., 2015	Efek antidiabetes dari campuran ekstrak air Andrographis paniculata dan Daun Syzygium polyanthum	ekstrak air daun salam memiliki aktivitas sebagai antidiabetes dengan dosis ekstrak air daun salam sebanyak 200 mg/kgBB pada tikus jantan dengan berat badan antara 100-150 g
Rivai dkk., 2019	Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Ekstrak Heksan, Aseton, Etanol, dan Air Daun Salam	kadar flavonoid sebanyak 0.486%. dan memiliki aktivitas dalam menghambat enzim alfa amilase dengan nilai IC_{50} 507.61 μ g/L

2.6 Mekanisme Penghambatan Enzim α -amilase

Mekanisme penghambatan enzim α -amilase terjadi karena adanya kandungan flavonoid, yaitu senyawa fenolik yang akan membentuk senyawa kompleks dengan pati, yang menyebabkan pati tidak dapat dihidrolisis oleh α -amilase dikarenakan sisi aktif α -amilase (tempat berikatannya dengan substrat) tidak dapat mengenali struktur senyawa kompleks yang terbentuk antara pati dan flavonoid. Senyawa flavonoid yang diduga berperan dalam penghambatan α -amilase pada daun alpukat adalah quercetin dan luteolin, yang diketahui dapat menghambat enzim α -amilase (Rivai dkk., 2019).

Inhibitor α -amilase merupakan senyawa yang berperan dalam pencernaan pati dan dianggap sebagai strategi untuk pengobatan gangguan penyerapan karbohidrat, seperti diabetes dan obesitas. Pati harus hidrolisis menjadi molekul karbohidrat yang

lebih sederhana agar dapat digunakan dalam sistem metabolisme. Terhambatnya pemecahan pati oleh inhibitor α -amilase maka tubuh tidak mendapatkan karbohidrat. Inhibitor α -amilase terdapat pada tanaman yang memiliki senyawa antidiabetes (Prमितasari dkk., 2017).

Penghambat α -amilase berpengaruh terhadap metabolisme di dalam saluran pencernaan antara lain memperlambat pemecahan karbohidrat sehingga akan mengurangi ketersediaan kalori atau mempengaruhi sistem glukosa insulin. Pengaruh penghambatan α -amilase terhadap absorpsi karbohidrat dan glukosa plasma setelah makan telah diuji pada manusia dan menunjukkan bahwa penghambat tersebut memperlambat penyerapan dan mengurangi konsentrasi glukosa plasma. Oleh karena itu, penghambat α -amilase dapat dimanfaatkan bagi penderita diabetes mellitus tipe II. Penghambatan terhadap enzim α -amilase dapat menunda dan memperlama waktu cerna karbohidrat, menyebabkan penurunan laju absorpsi glukosa dan mencegah peningkatan kadar plasma glukosa postprandial (Wardani dkk., 2017).