

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. TUMBUHAN KELOR**

##### **1. Definisi Tumbuhan Kelor**

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.) adalah spesies tanaman tropis yang banyak dibudidayakan di negara-negara dengan iklim tropis dan subtropis karena kemampuannya tumbuh di berbagai kondisi lingkungan serta peranannya sebagai sumber nutrisi dan senyawa bioaktif. Daun tanaman ini tidak hanya dimanfaatkan sebagai sumber makanan tetapi juga menjadi fokus penelitian fitokimia karena kandungan zat-zat tanaman seperti flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, dan steroid yang teridentifikasi dalam fitokimia daun kelor (Primiani et al. 2025).

Daun kelor merupakan bagian dari tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.), yaitu tumbuhan yang termasuk dalam famili *Moringaceae* dan banyak tumbuh di wilayah tropis dan subtropis (Rosmaliati, 2023). Tanaman ini dikenal sebagai *miracle tree* karena hampir seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan obat tradisional (Nasution et al., 2024). Daun kelor mengandung berbagai zat gizi dan senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan aktivitas farmakologis, seperti antioksidan dan antidiabetik (Adusei, Azupio, and Tei 2022).

Daun kelor ini memiliki pertumbuhan yang cepat dan adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan dan dapat tumbuh melalui persemaian biji maupun stek batang, yang keduanya merupakan metode umum dalam budidaya kelor untuk memperoleh bibit yang siap tanam di lapangan. Proses pertumbuhan kelor dipengaruhi oleh media tanam, hormon tumbuh, dan kondisi lingkungan yang tersedia, di mana kondisi media tanam yang cocok dapat meningkatkan laju pertumbuhan tunas, panjang batang, dan pembentukan daun pada tanaman kelor. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media tanam yang sesuai dan perlakuan terhadap keratan batang dapat memengaruhi jumlah tunas serta pertumbuhan akar dan batang tanaman kelor selama fase awal pertumbuhan.

Pertumbuhan awal tanaman kelor secara vegetatif juga dipengaruhi oleh aplikasi hormon serta kondisi media tanam yang digunakan dalam persemaian (Imansyah et al. 2022). Selain itu, respon pertumbuhan tanaman kelor terhadap media tanam dan perlakuan lainnya penting untuk mencapai pertumbuhan optimal. Variasi media tanam dapat memengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, serta parameter lain seperti panjang akar pada bibit kelor. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kelor tidak hanya ditentukan oleh genetiknya, tetapi juga oleh faktor lingkungan dan teknik budidaya yang diterapkan (Ida Ekawati & Wati, 2025).

## 2. Klasifikasi Tumbuhan Kelor

Menurut (Rahayu & Hasibuan, 2023), tumbuhan kelor (*Moringa oleifera* Lam.) memiliki klasifikasi sebagai berikut:

|              |                           |
|--------------|---------------------------|
| Kingdom      | : <i>Plantae</i>          |
| Subkingdom   | : <i>Tracheobionta</i>    |
| Super Divisi | : <i>Spermatophyta</i>    |
| Divisi       | : <i>Magnoliopyta</i>     |
| Kelas        | : <i>Magnolopsida</i>     |
| Ordo         | : <i>Capprales</i>        |
| Famili       | : <i>Moringaceae</i>      |
| Genus        | : <i>Moringa</i>          |
| Spesies      | : <i>Moringa oleifera</i> |



**Gambar 1 Tumbuhan Kelor (*Moringa oleifera* L.)**

### **3. Morfologi Tumbuhan Kelor**

Tanaman kelor merupakan pohon berkayu lunak dengan diameter batang sekitar 30 cm dan kualitas kayu yang relatif rendah. Daunnya berbentuk majemuk bersirip tidak sempurna, berukuran kecil dan menyerupai bentuk telur seukuran ujung jari. Anak daun berwarna hijau hingga hijau kecokelatan dengan bentuk bundar telur atau bundar telur terbalik, memiliki panjang sekitar 1–3 cm dan lebar 4 mm hingga 1 cm, dengan ujung tumpul, pangkal membulat, serta tepi daun rata. Kulit akar kelor memiliki rasa dan aroma yang tajam serta pedas, dengan bagian dalam berwarna kuning pucat dan bergaris halus. Akar tanaman ini tidak bersifat keras, berbentuk tidak beraturan, dengan permukaan luar relatif licin, bagian dalam berserabut, serta kayu akar berwarna cokelat muda hingga krem dan mudah terpisah (Marhaeni 2021).

### **4. Kandungan Tumbuhan Kelor**

Kelor merupakan salah satu bahan pangan fungsional yang juga dikategorikan sebagai tanaman obat karena mengandung berbagai zat gizi dan senyawa bioaktif, antara lain  $\beta$ -karoten, protein, vitamin C, kalsium, dan kalium. Selain itu, kelor mengandung metabolit sekunder yang berperan sebagai antioksidan alami, seperti asam askorbat, flavonoid, senyawa fenolik, dan karotenoid (Marhaeni 2021). Selain kandungan zat gizi, daun kelor juga mengandung berbagai senyawa fitokimia, seperti flavonoid, alkaloid, fenolat, tanin, dan steroid. Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai antioksidan alami dan banyak diteliti karena potensi aktivitas biologisnya. Flavonoid dan senyawa fenolat merupakan komponen utama yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan daun kelor (Wahid et al., 2021). Kandungan kimia yang dimiliki daun kelor menjadikan tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional maupun bahan obat tradisional. Oleh karena itu, daun kelor sering digunakan dan dikembangkan dalam berbagai bentuk sediaan, seperti serbuk, rebusan, maupun ekstrak, untuk menunjang kesehatan dan membantu pencegahan berbagai penyakit (Vergara-Jimenez et al., 2017).

## **B. Ekstrak**

Menurut (Farmakope Indonesia Edisi IV), ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan lalu massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan. Mengekstraksi komponen individual dari campuran dengan menggunakan pelarut yang sesuai dikenal sebagai ekstraksi. Prosedur ini selesai ketika konsentrasi bahan kimia dalam pelarut sama dengan konsentrasi dalam sel tumbuhan (Ibrahim et al., 2020).

### **1. Metode Ekstraksi**

#### **a. Ekstraksi Cara Dingin**

Ekstraksi dingin adalah teknik pengambilan senyawa aktif dari bahan (misalnya tumbuhan) tanpa pemanasan atau tanpa penggunaan suhu tinggi, sehingga suhu tetap rendah atau pada suhu ruang selama proses berlangsung. Metode ini umumnya digunakan ketika komponen target sensitif terhadap panas atau mudah terurai bila dipanaskan, sehingga tujuan utamanya adalah mempertahankan stabilitas dan aktivitas senyawa alami tersebut. Contoh teknik yang termasuk ekstraksi dingin adalah maserasi dan perkolasi (Sari et al., 2025).

#### **b. Ekstraksi Cara Panas**

Ekstraksi panas adalah teknik ekstraksi yang melibatkan pemanasan atau penggunaan suhu tinggi untuk mempercepat pelarutan dan perpindahan senyawa target dari matriks bahan ke pelarut. Teknik ini bisa mempercepat proses ekstraksi dan meningkatkan efisiensi pelarutan, terutama untuk senyawa yang larut lebih baik pada suhu tinggi. Contoh metode yang termasuk ekstraksi panas adalah soxhlet, refluks, infusa, dan dekokta. (Sari et al., 2025).

## 2. Maserasi

Maserasi istilah aslinya adalah *macerare* (bahasa latin: artinya merendam) adalah sediaan cair yang dibuat dengan cara mengekstraksi bahan nabati yaitu direndam menggunakan pelarut bukan air (pelarut non polar) atau setengah air, misalnya etanol encer, selama periode waktu tertentu sesuai dengan aturan dalam buku resmi kefarmasian (Farmakope Indonesia Edisi IV). Selama proses perendaman, terjadi kerusakan pada dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan osmotik antara bagian dalam dan luar sel, sehingga senyawa aktif yang terdapat dalam bahan dapat berdifusi dan larut ke dalam pelarut (Khoirunnisa & Fuadi, 2023).

## C. Glukosa Darah

Glukosa darah adalah konsentrasi glukosa yang terdapat di dalam sirkulasi darah dan berperan sebagai sumber energi utama bagi sel dan jaringan tubuh. Glukosa diperoleh dari hasil pencernaan karbohidrat dan kadarnya dikendalikan oleh sistem hormonal, terutama insulin dan glukagon, untuk menjaga keseimbangan metabolisme tubuh (PERKENI, 2021). Kadar gula darah merupakan kuantitas glukosa yang terkandung pada plasma dan dapat terpengaruh dari beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut yakni peningkatan total konsumsi makanan, peningkatan stres serta aspek emosional, peningkatan bobot badan, umur, dan olahraga (Putri, 2021).

### 1. Pemeriksaan Glukosa Darah

Jenis-jenis pemeriksaan glukosa darah menurut pedoman Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI, 2024) adalah:

#### a. Glukosa Darah Sewaktu

Pemeriksaan glukosa darah sewaktu dilakukan tanpa didahului oleh puasa, sehingga pasien dapat diperiksa kapan saja. Nilai glukosa darah sewaktu dikategorikan normal apabila hasil pengukuran menunjukkan kadar kurang dari 200 mg/dL. Diagnosis diabetes melitus dapat ditegakkan apabila kadar glukosa darah sewaktu  $\geq 200$  mg/dL, dengan syarat disertai gejala klasik hiperglikemia atau kondisi krisis hiperglikemia.

b. Glukosa Darah Puasa

Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan pada pasien yang berada dalam kondisi puasa, yaitu tanpa asupan kalori selama minimal 8 jam. Pada pemeriksaan ini, kadar glukosa darah dikategorikan normal apabila berada pada rentang 70–99 mg/dL. Kadar glukosa darah puasa yang meningkat hingga 100–125 mg/dL diklasifikasikan sebagai prediabetes, sedangkan diagnosis diabetes melitus ditegakkan apabila kadar glukosa darah puasa mencapai atau melebihi 126 mg/dL.

c. Glukosa Post Prandial

Pemeriksaan glukosa darah post prandial merupakan pengukuran kadar glukosa yang dilakukan dua jam setelah pasien mengonsumsi makanan. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menilai kemampuan tubuh dalam memetabolisme glukosa setelah asupan makanan, terutama terkait efektivitas kerja hormon insulin. Kadar glukosa darah postprandial dikategorikan normal apabila nilainya kurang dari 140 mg/dL. Nilai glukosa darah antara 140–199 mg/dL menunjukkan kondisi toleransi glukosa terganggu, sedangkan kadar glukosa darah  $\geq 200$  mg/dL menegaskan diagnosis diabetes melitus.

## 2. Nilai Kadar Glukosa Darah

Menurut (Alydrus & Fauzan, 2022), kadar glukosa darah dikategorikan dalam rentang normal apabila hasil pengukuran menunjukkan nilai sesuai dengan batas normal yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- a. Gula darah sewaktu : < 110 mg/dl
- b. Gula darah puasa : 70-110 mg/dl
- c. Waktu tidur : 110-150 mg/dl
- d. 1 jam setelah makan : < 160 mg/dl
- e. 2 jam setelah makan : < 140 mg/dl
- f. Pada wanita hamil : < 140 mg/dl

## **D. Hiperglikemia**

Hiperglikemia adalah kondisi metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah di atas nilai normal, yang terjadi akibat defisiensi insulin, resistensi insulin, atau kombinasi keduanya, sehingga pemanfaatan glukosa oleh jaringan tubuh menjadi terganggu. Kondisi ini merupakan karakteristik utama pada diabetes melitus dan berperan dalam terjadinya komplikasi akut maupun kronis (American Diabetes Association, 2023).

### **1. Faktor Risiko Penyebab Hiperglikemia**

#### **a. Riwayat Keluarga**

Riwayat keluarga dengan diabetes melitus memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian diabetes melitus tipe 2. Individu yang memiliki anggota keluarga dengan diabetes cenderung mengalami gangguan regulasi glukosa darah akibat faktor genetik yang memengaruhi kerja dan sensitivitas insulin. Kondisi ini menyebabkan individu dengan riwayat keluarga diabetes lebih berisiko mengalami peningkatan kadar glukosa darah atau hiperglikemia dibandingkan individu tanpa riwayat keluarga diabetes (Nasution, Jasmin, and Devi 2025).

#### **b. Usia**

Usia memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian diabetes melitus tipe 2. Semakin bertambah usia, risiko terjadinya hiperglikemia semakin meningkat. Hal ini dikaitkan dengan perubahan fisiologis pada usia dewasa dan lanjut, seperti penurunan fungsi metabolisme glukosa serta berkurangnya efektivitas insulin, sehingga tubuh tidak mampu mengontrol kadar glukosa darah secara optimal (Shabrina Farah Maharani Wahyudi, Weny Indayany Wiyono 2023).

#### **c. Pola Makan dan Aktivitas Fisik**

Pola makan dan aktivitas fisik merupakan faktor gaya hidup yang berperan penting terhadap terjadinya hiperglikemia. Pola makan yang tidak sehat, seperti konsumsi makanan tinggi karbohidrat sederhana, gula, dan lemak, berhubungan signifikan dengan kejadian diabetes melitus tipe 2. Pola

makan tersebut dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah secara berulang sehingga mengganggu keseimbangan metabolisme glukosa (Nasution, Jasmin, and Devi 2025). Selain itu, aktivitas fisik yang rendah juga memiliki hubungan signifikan dengan kejadian diabetes melitus tipe 2. Kurangnya aktivitas fisik menyebabkan pemanfaatan glukosa oleh jaringan otot menjadi tidak optimal, sehingga glukosa cenderung menumpuk dalam darah dan memicu terjadinya hiperglikemia (Susanti et al., 2024).

## **2. Obat Antihiperglikemia Oral**

Menurut pedoman Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI, 2024), obat antihiperglikemia berdasarkan cara kerjanya dibagi menjadi 6 bagian, diantaranya:

### **a. Pemicu Sekresi Insulin**

#### **1) Sulfonilurea**

Obat antidiabetes golongan sulfonilurea bekerja dengan cara merangsang sel  $\beta$  pankreas untuk meningkatkan sekresi insulin. Penggunaan obat ini dapat menimbulkan efek samping berupa hipoglikemia serta peningkatan berat badan. Oleh karena itu, pemberian sulfonilurea perlu dilakukan secara hati-hati, khususnya pada pasien yang memiliki risiko tinggi mengalami hipoglikemia, seperti lansia serta pasien dengan gangguan fungsi hati dan ginjal. Beberapa contoh obat yang termasuk dalam golongan sulfonilurea antara lain glibenklamid, glimepirid, glikuidon, dan gliklazid.

#### **2) Glinid**

Mekanisme kerja obat golongan ini serupa dengan sulfonilurea, namun memiliki perbedaan pada lokasi ikatan reseptornya, sehingga menghasilkan peningkatan sekresi insulin terutama pada fase pertama. Penggunaan obat golongan ini berpotensi menimbulkan efek samping berupa hipoglikemia. Obat yang termasuk dalam golongan ini terdiri atas dua jenis, yaitu repaglinid (derivat asam benzoat) dan nateglinid (derivat fenilalanin).

## b. Peningkatan Sensitivitas Insulin

### 1) Metformin

Metformin merupakan obat antidiabetes yang termasuk dalam golongan biguanid, dengan efek utama menurunkan produksi glukosa oleh hati melalui penghambatan proses glukoneogenesis serta meningkatkan pengambilan glukosa oleh jaringan perifer. Mekanisme kerja metformin dapat bervariasi bergantung pada dosis dan durasi pemberiannya. Selain bekerja pada mitokondria sel hepar, metformin juga memiliki mekanisme kerja langsung di saluran cerna, yaitu dengan memengaruhi absorpsi glukosa dan komposisi mikrobiota usus. Metformin direkomendasikan sebagai terapi lini pertama pada sebagian besar pasien dengan diabetes melitus tipe 2 yang baru terdiagnosis. Namun, penggunaan obat ini tidak dianjurkan pada pasien dengan gangguan fungsi hati berat atau kondisi yang berisiko menimbulkan hipoksemia. Efek samping yang umum dijumpai meliputi gangguan saluran pencernaan, seperti dispepsia dan diare.

Aturan penggunaan metformin dibagi menjadi tiga kategori, yaitu sebelum makan (ac), sesudah makan (pc), dan saat makan (dc). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengonsumsi metformin setelah makan, yaitu sebesar 61,1%, diikuti oleh penggunaan saat makan sebesar 20,4%, dan sebelum makan sebesar 18,5%. Penggunaan metformin setelah atau bersamaan dengan makan dinilai sudah sesuai dan dianjurkan karena dapat membantu mengurangi risiko efek samping pada gangguan gastrointestinal (Putri Maria Natasya Panamuan et al., 2021).

### 2) Tiazolidinedion (TZD)

Obat golongan thiazolidinedione (TZD) memiliki efek utama meningkatkan sensitivitas insulin di jaringan perifer sehingga dapat menurunkan resistensi insulin. Namun, penggunaan TZD dapat menyebabkan retensi cairan, sehingga tidak dianjurkan pada pasien

dengan gagal jantung. Salah satu contoh obat yang termasuk dalam golongan ini adalah pioglitazon.

c. Penghambat Alfa Glukosidase

Penghambat alfa-glukosidase bekerja sebagai inhibitor kompetitif terhadap enzim yang terdapat pada *brush border* usus halus, yang berperan dalam menghidrolisis oligosakarida dan polisakarida menjadi monosakarida. Pada kondisi normal, karbohidrat diserap di bagian awal usus halus. Pemberian penghambat alfa-glukosidase akan memperlambat proses pencernaan dan penyerapan karbohidrat di sepanjang usus halus, sehingga berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah. Efek samping yang sering dijumpai pada penggunaan obat golongan ini berupa gangguan saluran cerna, seperti kembung, flatulensi, diare, dan nyeri perut. Salah satu contoh obat yang termasuk dalam golongan ini adalah akarbose.

d. Penghambat Enzim Dipeptidil Peptidase-4

Dipeptidil peptidase-4 (DPP-4) merupakan enzim protease yang tersebar luas di berbagai jaringan tubuh. Enzim ini berfungsi menghidrolisis peptida dengan memutus dua asam amino terminal pada ujung N-terminal, khususnya pada peptida yang memiliki alanin atau prolin pada posisi kedua. Obat-obatan yang termasuk dalam golongan penghambat DPP-4 antara lain vildagliptin, linagliptin, sitagliptin, saksagliptin, dan alogliptin.

e. Penghambat Enzim *Sodium Glucose Co-Transporter 2 (SGLT2)*

Obat golongan penghambat sodium-glucose cotransporter-2 (SGLT-2) bekerja dengan menghambat proses reabsorpsi glukosa di tubulus proksimal ginjal sehingga meningkatkan ekskresi glukosa melalui urin. Selain menurunkan kadar glukosa darah, obat ini juga memberikan manfaat tambahan berupa penurunan tekanan darah dan berat badan. Namun, penggunaan penghambat SGLT-2 dapat menimbulkan efek samping berupa infeksi saluran kemih dan infeksi genital, serta berisiko memicu ketoasidosis pada pasien diabetes melitus sehingga perlu digunakan dengan kehati-hatian. Beberapa obat yang termasuk dalam golongan ini antara lain

empagliflozin, dapagliflozin, dan kanagliflozin. Selain itu, penghambat SGLT-2 diketahui memiliki efek protektif terhadap ginjal dengan cara memperlambat progresivitas penyakit ginjal diabetik.

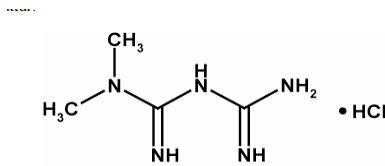
f. Agonis Reseptor GLP-1 Oral

Agonis reseptor GLP-1 (GLP-1 RA) oral pertama yang tersedia dalam sediaan tablet adalah semaglutid oral. Obat ini terbukti efektif dalam memperbaiki kontrol glikemik, menurunkan berat badan, serta memodifikasi faktor risiko kardiovaskular pada pasien diabetes melitus tipe 2 yang lebih memilih terapi oral dibandingkan injeksi. Semaglutid oral diindikasikan untuk penatalaksanaan diabetes melitus tipe 2 yang belum terkontrol secara optimal, baik sebagai terapi tunggal maupun dalam kombinasi dengan obat antidiabetes lain, seperti metformin, sulfonilurea, penghambat DPP-4, penghambat alfa-glukosidase, tiazolidinedion, maupun insulin.

### 3. Obat Antihiperglikemia Injeksi

Obat antihiperglikemia injeksi digunakan pada pasien diabetes melitus tipe 2 apabila target kontrol glikemik tidak tercapai dengan terapi oral atau pada kondisi klinis tertentu. Terapi injeksi yang direkomendasikan meliputi insulin dan agonis reseptor GLP-1 (GLP-1 RA). Insulin digunakan pada pasien dengan hiperglikemia berat, HbA1c tinggi, adanya krisis hiperglikemia, atau kondisi stres metabolik, dan dapat diberikan dalam bentuk insulin basal, prandial, maupun kombinasi keduanya. Sementara itu, agonis reseptor GLP-1 injeksi bekerja melalui mekanisme inkretin dengan meningkatkan sekresi insulin yang bergantung pada glukosa, menurunkan sekresi glukagon, serta memberikan manfaat tambahan berupa penurunan berat badan dan perlindungan kardiovaskular. Ini mempertimbangkan penggunaan kombinasi insulin dan GLP-1 RA pada pasien tertentu untuk mencapai kontrol glikemik yang lebih optimal serta mengelola komorbid kardiometabolik. (PERKENI, 2024)

## E. Merformin



**Gambar 2 Struktur Kimia Metformin**

(Sumber: Farmakope Indonesia Edisi VI, 2020)

|               |                                                                                                                           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nama Kimia    | : N,N-dimetilimidodikarbonimidik diamide                                                                                  |
| Rumus Molekul | : $C_4H_{11}N_5HCl$                                                                                                       |
| Berat Molekul | : 165,6 g/mol                                                                                                             |
| Pemerian      | : Serbuk hablur putih, tidak berbau atau hampir tidak berbau; higroskopik                                                 |
| Kelarutan     | : Mudah larut dalam air; praktis tidak larut dalam eter dan dalam kloroform; sukar larut dalam etanol<br>(Hafizhat, 2017) |

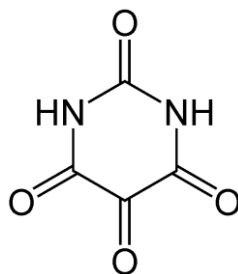
Metformin merupakan obat antihiperglikemik yang paling luas digunakan secara global dan direkomendasikan sebagai terapi lini pertama pada pasien diabetes melitus tipe II yang baru terdiagnosis oleh berbagai organisasi profesional. Berdasarkan pengalaman klinis selama lebih dari lima dekade, metformin umumnya dinilai aman, dengan efek samping yang paling sering dilaporkan berupa gangguan gastrointestinal, seperti diare, mual, dan muntah. Penggunaan metformin dikontraindikasikan pada pasien dengan gangguan fungsi hati atau ginjal, usia lanjut, serta pada kondisi tertentu yang berpotensi meningkatkan risiko terjadinya asidosis laktat (Sartika & Umar, 2021).

### 1. Mekanisme Kerja Metformin

Dari perspektif kimia medisinal, metformin bekerja melalui aktivasi enzim AMPactivated protein kinase (AMPK), yang berfungsi sebagai regulator metabolisme energi seluler. Aktivasi ini dipicu oleh peningkatan rasio AMP

terhadap ATP akibat hambatan terhadap kompleks I dalam rantai transpor elektron mitokondria. Proses ini kemudian menghambat ekspresi gen yang berperan dalam sintesis glukosa dan lipid (Rena et al., 2020; Pernicova & Korbonits., 2014). Selain itu, metformin memiliki farmakokinetik khas yang diserap di usus halus, tidak dimetabolisme di hati, dan diekskresikan secara utuh melalui urin. Efektivitas dan bioavailabilitasnya juga dipengaruhi oleh keberadaan transporter organik seperti OCT1 dan OCT2 (Gong et al., 2022).

#### F. Aloksan



**Gambar 3 Struktur Kimia Aloksan**

Aloksan merupakan senyawa yang sering dimanfaatkan dalam penelitian sebagai agen diabetogenik untuk menginduksi kondisi diabetes pada hewan percobaan, khususnya tikus. Senyawa ini terbukti efektif dalam merusak sel beta pankreas sehingga mampu meniru kondisi atau keadaan diabetes melitus. Secara kimia, aloksan termasuk turunan sederhana dari senyawa pirimidin dengan rumus molekul  $C_4H_2N_2O_4$ .

Aloksan bekerja dengan cara merusak sel beta pankreas yang berperan dalam produksi insulin. Setelah diberikan melalui injeksi, senyawa ini dengan cepat masuk ke dalam sel dan mengganggu sekresi insulin melalui beberapa mekanisme, antara lain penghambatan aktivitas enzim glukokinase serta pembentukan radikal bebas yang bersifat sitotoksik. Akibatnya, kadar glukosa darah meningkat sehingga menimbulkan kondisi hiperglikemia. (Wulandari et al., 2024).

## G. Mencit



**Gambar 4 Mencit (*Mus musculus*)**

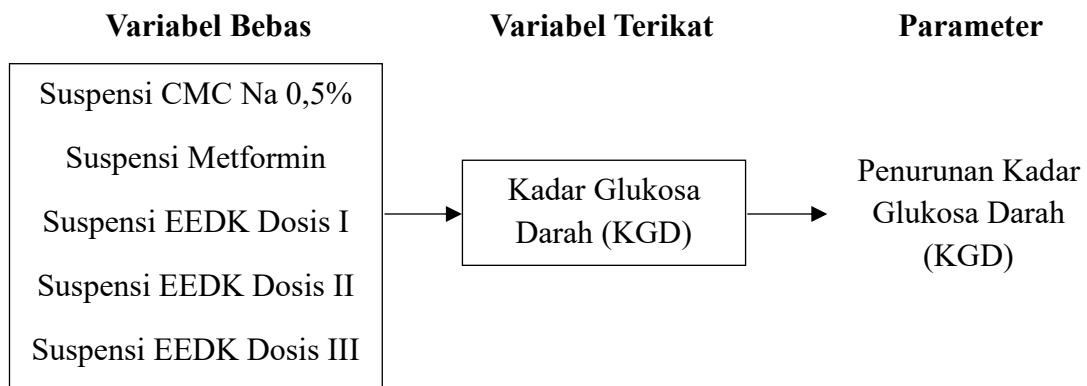
Mencit merupakan salah satu hewan yang paling banyak digunakan dalam kegiatan penelitian dan percobaan laboratorium. Sekitar 40% penggunaan hewan uji dalam penelitian tercatat menggunakan mencit. Mencit termasuk hewan pengerat yang memiliki laju perkembangbiakan yang cepat. Secara umum, mencit laboratorium memiliki berat badan sekitar 18-20 g pada usia satu bulan dan dapat mencapai 30-40 g pada usia lebih dari enam minggu (Yusuf et al., 2022).

Mencit (*Mus musculus*) adalah hewan mamalia yang memiliki kemiripan karakteristik fisiologis dan biokimia dengan manusia, termasuk pada sistem pernapasan, reproduksi, dan peredaran darah. Kesamaan tersebut menjadi dasar pemanfaatan mencit sebagai model hewan dalam berbagai penelitian biomedis (Yusuf et al., 2022).

Adapun klasifikasi mencit menurut (Yusuf et al., 2022) yaitu:

Kingdom : *Animalia*  
Filum : *Chordata*  
Sub Filum : *Vertebrata*  
Kelas : *Mamalia*  
Ordo : *Rodentia*  
Famili : *Muridae*  
Genus : *Mus*  
Spesies : *Mus musculus*

## H. Kerangka Konsep



## I. Definisi Operasional

- Suspensi CMC Na 0,5% adalah kontrol negatif penurun kadar glukosa darah
- Suspensi Metformin adalah kontrol positif penurun kadar glukosa darah
- EEDK (Ekstrak Etanol Daun Kelor) dosis I 100 mg/KgBB adalah kontrol uji penurun kadar glukosa darah yang dibuat secara maserasi dengan larutan penyari yaitu etanol 70%
- EEDK (Ekstrak Etanol Daun Kelor) dosis II 125 mg/KgBB adalah kontrol uji penurun kadar glukosa darah yang dibuat secara maserasi dengan larutan penyari yaitu etanol 70%
- EEDK (Ekstrak Etanol Daun Kelor) dosis III 150 mg/KgBB adalah kontrol uji penurun kadar glukosa darah yang dibuat secara maserasi dengan larutan penyari yaitu etanol 70%

## J. Hipotesis

Ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) memberikan efek dalam menurunkan kadar glukosa darah pada mencit (*Mus musculus*).