

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Diabetes Melitus**

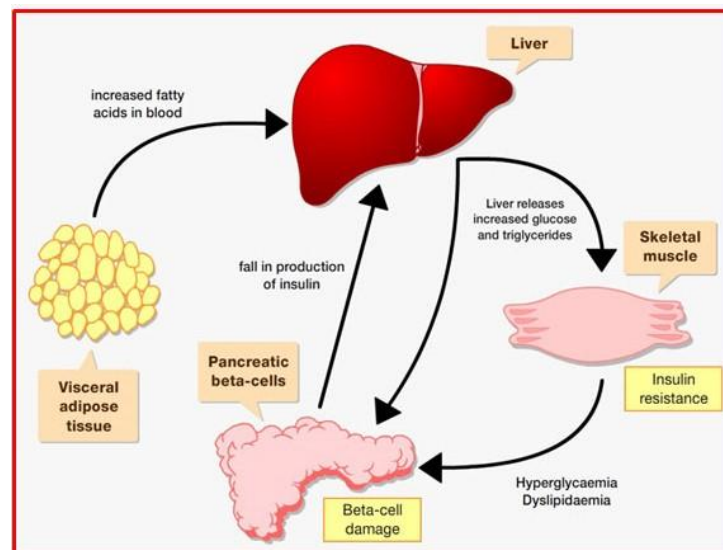
##### **2.1.1. Definisi Diabetes Melitus**

Diabetes Melitus (DM) merupakan suatu kelompok penyakit metabolik yang kompleks, ditandai oleh hiperglikemia yang disebabkan oleh defisiensi insulin, resistensi insulin, atau keduanya. Kondisi ini mengakibatkan gangguan metabolisme karbohidrat, protein dan kolesterol. Dalam kondisi fisiologi normal, glukosa yang diperoleh dari asupan makanan akan bersirkulasi didalam sistem peredaran darah. Hormon insulin yang disekresikan oleh pankreas berperan dalam mempertahankan homeostatis glukosa darah melalui regulasi sintesis dan penyimpanan glukosa. Ketika sel-sel dalam tubuh menjadi resistensi insulin, kadar gula darah akan terus meningkat. Kondisi ini disebut hiperglikemia yang dapat memicu berbagai komplikasi kesehatan akut. Selain itu, tingginya kadar gula darah dalam jangka panjang dapat merusak saraf dan menyebabkan berbagai masalah neurologis (Erlangga 2020).

##### **2.1.2. Etiologi Diabetes Melitus**

Salah satu penyebab utama diabetes adalah faktor keturunan. Lebih dari setengah penderita diabetes dewasa memiliki anggota keluarga yang juga mengidap penyakit yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa diabetes memiliki kecenderungan genetik dan diturunkan secara turun-temurun, bukan disebabkan oleh penularan dari orang lain. Nutrisi yang berlebihan terutama yang menyebabkan obesitas, merupakan faktor resiko yang sangat signifikan dalam perkembangan diabetes. Semakin lama seseorang mengalami obesitas. Stres yang sering dialami dan kebiasaan merokok juga dapat meningkatkan resiko tekanan diabetes (Fatmona, Permana, and Sakurawati 2023)

### 2.1.3. Patofisiologi Diabetes Melitus



**Gambar 2. 1** Patofisiologi Diabetes (Nurbaiti, 2024).

Diabetes melitus terjadi karena dua hal utama yaitu tubuh menjadi kebal terhadap insulin (resistensi insulin) atau pankreas tidak mampu menghasilkan insulin yang cukup. Resistensi insulin adalah kondisi dimana sel-sel tubuh menjadi kurang sensitif terhadap insulin. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh faktor-faktor seperti obesitas, kurangnya aktivitas fisik, dan usia lanjut. Pada penderita diabetes tipe 2, hati memproduksi gula darah (glukosa) terlalu banyak, meskipun sel-sel insulin di pankreas (sel beta Langershans) tidak rusak akibat serangan autoimun. Diabetes tipe 2 dimulai ketika tubuh tidak bisa menggunakan gula darah dengan baik karena sel-sel tubuh tidak merespon insulin. Awalnya tubuh mencoba mengatasi masalah ini dengan memproduksi insulin lebih banyak, tetapi lama-kelamaan produksi insulin ini berkurang. Jika tidak diatasi, sel-sel penghasil insulin akan rusak dan tubuh akan kekurangan insulin sepenuhnya. Akibatnya penderita diabetes tipe 2 membutuhkan suntikan insulin (Fatmona et al. 2023).

### 2.1.4. Klasifikasi Diabetes Melitus

Berdasarkan penyebabnya, diabetes melitus dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok :

#### a. Tipe 1

Kondisi ini disebabkan karena kerusakan sel beta pankreas yang

mengakibatkan kekurangan insulin yang parah. Hal ini disebabkan karena gangguan sistem kekebalan tubuh atau penyebab yang belum diketahui.

b. Tipe 2

Penyakit ini diawali dengan resistensi insulin yang dominan, kemudian diikuti oleh defisiensi insulin yang semakin parah dan akhirnya resistensi insulin kembali muncul.

c. DM gestasional

Penyakit ini merupakan jenis diabetes yang hanya terjadi selama kehamilan, umumnya pada trimester kedua atau ketiga.

d. Tipe spesifik yang memiliki kaitan dengan penyakit lain

Beberapa kondisi yang dapat menyebabkan diabetes jenis ini yaitu gangguan genetik pada sistem endokrin (sindrom diabetes monogen), penyakit pada pankreas (seperti fibrosis kistik) dan penggunaan obat-obatan tertentu seperti kortikosteroid yang sering digunakan pada pasien HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ (Fatmona et al. 2023)

### **2.1.5. Gejala Klinis**

Diabetes melitus ditandai dengan beberapa gejala khas seperti sering buang air kecil terutama di malam hari, haus yang berlebihan dan nafsu makan yang meningkat. Meskipun banyak makan, penderita tersebut justru mengalami penurunan berat badan yang cepat. Gejala lain yang sering muncul adalah kelelahan, gangguan sensasi pada kulit (seperti kesemutan atau kebas), gangguan penglihatan dan pada pria dapat terjadi disfungsi ereksi (Fatmona et al. 2023).

### **2.1.6. Diagnosis Diabetes Melitus**

Diagnosis diabetes melitus didasarkan pada hasil pemeriksaan laboratorium, yaitu kadar glukosa darah dan HbA1c. Namun jika pasien mengeluhkan gejala-gejala khas diabetes, maka perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan untuk memastikan diagnosis berupa :

- a. Keluhan klasik penyakit ini antara lain sering buang air kecil (poliuria), rasa haus yang berlebihan (polidipsi), nafsu makan yang meningkat (polifagia), serta penurunan berat badan yang cepat tanpa sebab yang pasti.

- b. Keluhan selain merasa lemah, kesemutan, gatal, pandangan kabur dan masalah seksual, penderita diabetes juga dapat didiagnosis berdasarkan hasil pemeriksaan kadar gula darah dalam kondisi puasa yang lebih besar dari 126 mg/dl atau kadar gula darah dalam 2 jam setelah minum larutan gula yang lebih dari 200 mg/dl (Fatmona et al. 2023).

### **2.1.7. Tatalaksana Diabetes Melitus**

Penatalaksana diabetes melitus meliputi antara lain:

#### **a. Terapi Farmakologi**

##### **1. Insulin**

Terapi insulin memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan dengan terapi diabetes lainnya. Keunggulan utama terapi insulin terletak pada fleksibilitas dalam mencapai berbagai target glukosa melalui penyesuaian dosis secara individual. Namun, ada risiko gula darah turun terlalu rendah, butuh banyak insulin, berat badan bisa naik, dan perawatannya cukup rumit (DiPiro *et al.*, 2020).

##### **2. Biguanid**

Obat-obatan dari golongan biguanid seperti metformin, fenformin, dan buformin memiliki peran penting dalam pengelolaan diabetes melitus tipe 2. Obat-obatan ini bekerja dengan cara mengurangi produksi glukosa di hati, meningkatkan penyerapan glukosa oleh otot dan jaringan lainnya, serta meningkatkan sensitivitas tubuh terhadap insulin. Oleh karena efektivitas dan keamanan profilnya metformin secara luas digunakan sebagai terapi lini pertama untuk diabetes tipe 2 (Hardianto 2021).

##### **3. Sulfonilurea**

Golongan sulfonilurea yang meliputi glibenklamid, gliklazid, glimepirid, gliburid, glipizid, dan tolbutamid merupakan kelompok obat antidiabetes oral pertama yang dikembangkan. Obat-obatan ini sering digunakan sebagai terapi lini kedua untuk diabetes melitus tipe 2 terutama pada pasien lanjut usia. Mekanisme kerja sulfonilurea adalah dengan menutup saluran kalium ATP-sensitif pada sel beta pankreas,

sehingga merangsang pelepasan insulin (Hardianto 2021).

#### 4. *Meglitinide*

Golongan meglitinide yang meliputi repaglinide dan nateglinide merupakan obat antidiabetes oral yang bekerja dengan cara merangsang sekresi insulin secara cepat. Obat-obatan ini bekerja dengan cara menutup saluran kalium ATP-sensitif dan membuka saluran kalsium pada sel beta pankreas sehingga memicu pelepasan insulin. Mekanisme kerja ini mirip dengan sulfonilurea, namun efeknya lebih cepat dan durasi kerjanya lebih singkat (Hardianto 2021).

#### 5. *Thiazolidinedione*

Golongan thiazolidinedion seperti rosiglitazon, pioglitazon, dan troglitazon bekerja dengan cara berinteraksi dengan reseptor peroxisome proliferasi-aktivasi reseptor-gamma (PPAR-gamma). Reseptor ini berperan penting dalam mengatur metabolisme glukosa dan lipid. Dengan mengaktifkan PPAR-gamma, obat-obatan ini meningkatkan sensitivitas insulin di jaringan tubuh seperti otot dan hati, sehingga meningkatkan pemanfaatan glukosa darah. Selain itu, thiazolidinedion juga dapat mengurangi risiko komplikasi mikrovaskular hingga 2,6% (Hardianto 2021).

#### 6. *Glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP1-RAs)*

Golongan GLP-1 RA yang meliputi lixisenatide, exenatide, liraglutide, exenatide XR dan semaglutide merupakan obat antidiabetes yang bekerja dengan cara meniru efek *glukagon-like peptide-1* (GLP-1). GLP-1 adalah hormon yang secara alami diproduksi dalam tubuh dan berperan dalam mengatur kadar gula darah. GLP-1 RA merangsang sekresi insulin dari sel beta pankreas secara tergantung glukosa dan menghambat sekresi glukagon, hormon yang meningkatkan kadar gula darah. Selain itu, GLP-1 RA juga memiliki efek samping yang menguntungkan seperti penurunan berat badan dan perbaikan fungsi jantung (DiPiro *et al.*, 2020).

7. *Dipeptidyl peptidase-4 inhibitors* (DPP-4 Inhibitors)

Penghambat DPP-4 seperti sitagliptin, saxagliptin, linagliptin, dan alogliptin adalah golongan obat antidiabetes yang bekerja dengan cara menghambat enzim *dipeptidyl peptidase-4* (DPP-4). Enzim DPP-4 berperan dalam memecah hormon *glukagon-like peptide-1* (GLP-1) dan *glucose-dependent insulintropic polypeptide* (GIP). Dengan menghambat enzim DPP-4, obat-obatan ini memperpanjang waktu paruh GLP-1 dan GIP, sehingga meningkatkan kadar hormon-hormon tersebut dalam tubuh. Peningkatan kadar GLP-1 akan merangsang sekresi insulin dari pankreas secara tergantung glukosa dan menghambat sekresi glukagon, sementara peningkatan kadar GIP akan meningkatkan sekresi insulin. Akibatnya, terjadi peningkatan sekresi insulin dan penurunan kadar gula darah (DiPiro *et al.*, 2020)

8. *Sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors* (SGLT-2 Inhibitors)

Golongan SGLT-2 inhibitor seperti canagliflozin, dapagliflozin, empagliflozin, dan ertugliflozin adalah obat antidiabetes yang bekerja dengan cara menghambat *sodium-glucose cotransporter 2* (SGLT-2). Protein SGLT-2 bertanggung jawab dalam reabsorpsi glukosa dari tubulus proksimal ginjal kembali ke aliran darah. Dengan menghambat SGLT-2, obat-obatan ini menyebabkan peningkatan ekskresi glukosa melalui urine, sehingga menurunkan kadar glukosa darah. Selain itu, penghambatan SGLT-2 juga dapat memberikan efek kardiovaskular yang menguntungkan, seperti penurunan tekanan darah dan risiko gagal jantung (DiPiro *et al.*, 2020).

9. *Glucosidase inhibitors*

Golongan penghambat  $\alpha$ -glukosidase seperti acarbose dan miglitol, adalah obat antidiabetes oral yang bekerja dengan cara menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase di usus halus. Enzim  $\alpha$ -glukosidase berperan dalam memecah karbohidrat kompleks menjadi glukosa sederhana yang kemudian dapat diserap oleh tubuh. Dengan menghambat enzim ini, penghambat  $\alpha$ -glukosidase menunda

penyerapan glukosa dari usus ke dalam darah, sehingga menurunkan kenaikan kadar glukosa darah postprandial. Selain itu karbohidrat yang tidak tercerna akan difermentasi oleh bakteri usus menghasilkan gas dan asam lemak rantai pendek yang dapat merangsang sekresi hormon incretin seperti GLP-1, yang memiliki efek menurunkan gula darah (DiPiro *et al.*, 2020).

#### 10. *Dopamine agonists*

Agonis dopamin seperti bromokriptin adalah obat yang bekerja dengan cara meniru efek dopamin, suatu neurotransmitter yang berperan dalam berbagai fungsi tubuh termasuk metabolisme glukosa. Mekanisme pasti penurunan gula darah oleh agonis dopamin belum sepenuhnya dipahami, namun diduga peningkatan kadar dopamin dapat meningkatkan sensitivitas insulin di hati, sehingga mengurangi produksi glukosa hepatis. Selain itu dopamin juga dapat mempengaruhi sekresi insulin dan penyerapan glukosa di jaringan perifer hati (DiPiro *et al.*, 2020).

#### 11. *Amylin Analogs*

Pramlintide adalah analog sintetis dari amylin, suatu peptida yang secara alami co-sekresi dengan insulin dari sel beta pankreas. Amylin memiliki peran penting dalam pengaturan kadar glukosa dengan cara mengurangi sekresi glukagon, memperlambat pengosongan lambung, dan meningkatkan rasa kenyang. Pramlintide bekerja dengan mekanisme yang mirip dengan amylin alami, sehingga membantu menurunkan kadar glukosa darah postprandial, mengurangi fluktuasi kadar glukosa, dan meningkatkan kontrol glukosa jangka panjang.

#### b. Terapi Non Farmakologi

1. Menjelaskan kepada pasien tentang penyakitnya dan apa yang bisa terjadi jika tidak ditangani.
2. Berkomunikasi dengan pasien tentang pentingnya olahraga untuk kesehatan dan membantu mereka memilih jenis olahraga yang disukai
3. Meningkatkan kepatuhan pasien dalam mengonsumsi obat dengan

memberikan edukasi mengenai pentingnya meminum obat tepat waktu.

4. Memberikan edukasi kepada pasien mengenai pentingnya pemantauan kadar glukosa darah secara berkala di fasilitas kesehatan tingkat pertama (Yuwandita and Azelia 2020)

## **2.2. Kolesterol**

### **2.2.1. Definisi Kolesterol**

Kolesterol adalah zat lemak yang menjadi bagian penting dari sel-sel tubuh, bersama dengan nutrisi penting lainnya seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral. Proses pembentukan kolesterol secara alami terjadi terus-menerus di dalam hati. Bahkan, sebagian besar kolesterol dalam darah, sekitar 70%, berasal dari sintesis hati. Sisanya didapatkan dari makanan yang kita makan. Kolesterol adalah bahan dasar yang sangat penting bagi tubuh untuk menghasilkan hormon-hormon yang mengatur banyak proses dalam tubuh. Kadar kolesterol LDL yang tinggi dapat menyebabkan penumpukan lemak pada dinding pembuluh darah. Penumpukan ini lama-kelamaan akan membentuk gumpalan yang dapat menyempitkan pembuluh darah. Kondisi ini disebut aterosklerosis dan merupakan faktor risiko utama penyakit jantung, stroke, dan diabetes (Rika Widianita 2023).

### **2.2.2. Jenis Kolesterol**

Tubuh manusia memiliki dua bentuk kolesterol yang berbeda yaitu LDL dan HDL (Cahyaningsih, 2021)

#### **a. *Low Density Lipoprotein* (LDL)**

LDL, yang sering disebut kolesterol jahat, memiliki kecenderungan menempel dan menumpuk pada dinding pembuluh darah. Akibatnya, pembuluh darah menyempit dan aliran darah terhambat. Timbunan lemak juga melemahkan dinding pembuluh darah sehingga mudah robek dan membentuk gumpalan darah. Gumpalan darah yang terbentuk dapat merusak dinding pembuluh darah dan meninggalkan bekas luka permanen, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penyumbatan total (Cahyaningsih, 2021).



b. *High Density Lipoprotein* (HDL)

HDL merupakan lipoprotein yang dibentuk oleh hati dan usus. Molekul ini bertugas mengumpulkan kolesterol yang menumpuk pada dinding pembuluh darah dan membran sel di seluruh tubuh, kemudian membawanya kembali ke hati untuk diubah menjadi asam empedu. Karena perannya dalam membersihkan kolesterol jahat, HDL sering disebut sebagai kolesterol baik (Cahyaningsih, 2021).

### 2.3. Malondialdehid (MDA)

Malondialdehid merupakan biomarker yang menunjukkan terjadinya stres oksidatif dan kerusakan pada sel. Tingginya kadar malondialdehid dalam tubuh menandakan adanya kerusakan pada sel-sel tubuh. Kerusakan ini disebabkan oleh radikal bebas yang berasal dari berbagai sumber, seperti polusi udara, asap rokok, dan bahkan obat-obatan (Khafisah 2022)

### 2.4. Rimpang Pacing (*Costus Speciosus*)

#### 2.4.1 Morfologi Tanaman Pacing

Tumbuhan ini mudah dikenal dari batangnya yang berair, mudah patah dan memiliki kontras antara permukaan luar yang kasar dengan bagian dalam yang licin. Tumbuhan ini biasanya tumbuh setinggi 1-3 meter dengan batang yang tidak bercabang dan berwarna hijau keunguan. Daun tumbuhan ini memiliki bentuk yang khas, yaitu lonjong memanjang dengan ujung yang meruncing dan pangkal yang tumpul. Daun-daun hijau ini tersusun secara melingkar mengelilingi batang. Bunga tumbuhan ini sangat mencolok karena berbentuk bulir besar yang terletak di ujung batang. Bunganya memiliki mahkota berbentuk tabung dengan warna putih atau kuning yang cerah. Bunga tumbuhan ini memiliki benang sari yang panjang dan putih mencolok. Akarnya yang serabut dan rimpangnya yang mengandung pati merupakan ciri khas tanaman ini. Di Indonesia, tanaman ini dikenal dengan beberapa nama daerah, termasuk pacing dan sitawar.



**Gambar 2. 2** Tanaman pacing (*Costus speciosus*) (Erlangga 2020)Klasifikasi Tanaman Pacing

Kingdom : Plantae  
 Divisi : Spermatophyta  
 Subdivisi : Angiospermae  
 Kelas : Monocotyledonae  
 Ordo : Zingiberales  
 Famili : Zingiberaceae  
 Genus : *Costus*  
 Spesies : *Costus speciosus*

#### **2.4.2 Kandungan Rimpang Pacing**

Tanaman pacing anggota famili *Zingiberaceae* merupakan spesies yang umum ditemukan di habitat alam seperti hutan. Selain nilai estetikanya yang membuat populer sebagai tanaman hias, tanaman ini telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai salah satu alternatif pengobatan tradisional (Erlangga 2020). Rimpang pacing mengandung beragam senyawa fitokimia, termasuk steroid (diosgenin, tigogenin), saponin, terpenoid, flavonoid, dan fenol. Selain itu, terdapat pula senyawa lain seperti asam lemak, lendir, dan hormon tumbuhan (asam absisat). Senyawa diosgenin pada rimpang pacing memiliki sifat antidiabetes (Nurfazri Istiqomah et al. 2024)

### 2.4.3 Manfaat Rimpang Pacing

Pacing (*Costus speciosus*) adalah tanaman obat yang kaya akan senyawa aktif dengan beragam manfaat kesehatan. Akarnya mengandung zat-zat yang dapat melawan bakteri, jamur, dan peradangan. Selain itu, pacing juga dapat membantu menurunkan kadar gula darah, mengurangi nyeri, dan melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pacing memiliki potensi sebagai obat untuk berbagai penyakit, termasuk penyakit menular, gangguan hormonal, dan masalah kulit (Rudini Mahmud et al. 2022).

### 2.4.4 Aktivitas Farmakologi

Penelitian menunjukkan bahwa tanaman ini mengandung senyawa aktif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur, menghambat enzim kolinesterase, menangkal radikal bebas, menurunkan kadar gula darah, mengurangi peradangan, serta memiliki efek analgesik, antipiretik, antidiuretik, dan larvisidal. Selain itu, tanaman ini juga menunjukkan aktivitas estrogenik (Rudini Mahmud et al., 2022).

#### a. Analgesik

Ekstrak rimpang pacing (*Costus speciosus*) menunjukkan aktivitas analgesik yang efektif dalam menangani nyeri yang berhubungan dengan diabetes, khususnya neuropati diabetik. Kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, dan fenolik berkontribusi melalui mekanisme yang saling mendukung, meliputi inhibisi mediator inflamasi seperti prostaglandin dan sitokin, penurunan stres oksidatif, modulasi aktivitas sistem saraf pusat, serta stimulasi regenerasi jaringan saraf yang mengalami kerusakan. Berdasarkan studi pada model hewan, dosis optimal yang digunakan adalah 30 mg per 30 gram berat badan per hari, yang setara dengan perkiraan dosis manusia sekitar 5,7 gram per hari melalui perhitungan konversi metabolik (Rudini Mahmud et al. 2022).

#### b. Antipiretik

Rimpang pacing (*Costus speciosus*) memiliki potensi sebagai agen antipiretik yang efektif, terutama untuk mengatasi demam pada penderita diabetes. Hiperglikemia kronis pada diabetes dapat memicu pelepasan

mediator inflamasi yang meningkatkan suhu tubuh. Senyawa aktif dalam rimpang pacing, seperti flavonoid, saponin, fenolik, dan alkaloid, bekerja sinergis untuk menurunkan demam dengan menghambat enzim COX-2, mengurangi stres oksidatif, dan memodulasi neurotransmitter. Efektivitas antipiretik tercapai pada dosis 30 mg/30 gram berat badan per hari pada mencit, setara 5,7 gram per hari pada manusia. Rimpang pacing berpotensi sebagai terapi alami dalam pengelolaan diabetes dan inflamasi (Rudini Mahmud et al. 2022).

## **2.5. Metode Induksi**

### **2.5.1 Induksi Aloksan**

Aloksan merupakan senyawa kimia yang umum digunakan dalam penelitian diabetes. Senyawa ini berfungsi untuk menginduksi diabetes pada hewan percobaan dengan cara merusak sel-sel beta pankreas yang menghasilkan insulin. Dengan model diabetes ini, para ilmuwan dapat mengevaluasi efektivitas obat-obatan atau ekstrak tumbuhan dalam mengendalikan kadar gula darah. Aloksan sering dibandingkan dengan zat kimia lain yang serupa, seperti streptozotocin, dalam penelitian diabetes (Nifadila Dachi et al. 2022)

Aloksan padat dilarutkan dalam air untuk mendapatkan konsentrasi yang tepat. Selanjutnya, larutan ini disuntikkan secara langsung ke pembuluh darah hewan percobaan. Sebelum penyuntikan, hewan percobaan tidak diberi makan selama 18 jam dan kadar gula darahnya diukur sebagai acuan awal. Setelah disuntik, hewan percobaan tersebut dibiarkan pulih dan diberi makan. Selama 48 jam berikutnya, kadar gula darah hewan percobaan tersebut dipantau secara berkala. Jika kadar gula darah mencapai atau melebihi 200 mg/dL, maka hewan percobaan dianggap telah mengalami diabetes (Rudini Mahmud et al. 2022)

### **2.5.2 Induksi Fruktosa**

Metode induksi fruktosa bertujuan untuk mengembangkan model hewan (tikus) yang mirip dengan kondisi manusia yang mengidap diabetes tipe 2 akibat konsumsi fruktosa yang tinggi. Dengan memberikan makanan tinggi fruktosa pada tikus, diharapkan dapat muncul gejala resistensi insulin dan

diabetes tipe 2 seperti yang terjadi pada manusia (Wulansari and Wulandari 2018).

Proses pemecahan fruktosa di hati (*fruktolisis*) berbeda dengan pemecahan glukosa (*glikolisis*). Fruktosa tidak terkendali oleh enzim-enzim pengatur utama seperti glukokinase/heksokinase dan fosfofruktokinase. Jalur metabolisme fruktosa juga tidak dihambat oleh produk akhirnya, sehingga proses perubahan fruktosa menjadi energi atau lemak berlangsung terus-menerus. Hal ini menyebabkan fruktosa menjadi faktor utama yang mempengaruhi penyerapan gula darah dan pembentukan cadangan gula dalam hati (Wulansari and Wulandari 2018).

## 2.6. Kerangka berpikir

Diabetes melitus adalah suatu kondisi di mana tubuh tidak dapat mengatur kadar gula darah secara efektif. Kelainan pada produksi atau fungsi insulin menyebabkan penumpukan glukosa dalam darah. Kondisi hiperglikemia ini memicu stres oksidatif yang merusak molekul-molekul penting dalam sel, terutama protein. Kerusakan ini menjadi dasar terjadinya berbagai komplikasi kronis diabetes yang menyerang berbagai organ tubuh.

Selain pengobatan medis, masyarakat memiliki pilihan lain untuk mengelola diabetes, yaitu dengan memanfaatkan tanaman obat. Tanaman obat yang mudah ditemukan dan diolah dapat menjadi solusi bagi mereka yang ingin mencoba pengobatan alternatif.

Obat diabetes yang umum digunakan di Indonesia adalah golongan sulfonilurea, biguanida, dan acarbose. Namun, seiring perkembangan ilmu pengetahuan, beberapa tanaman asli Indonesia seperti sambiloto, johar, dandang gendis, bawang putih, dan cecendet telah terbukti secara ilmiah memiliki potensi sebagai obat diabetes.

Tanaman pacing (*Costus speciosus*) telah menjadi bagian dari pengobatan tradisional Indonesia. Masyarakat telah lama menggunakan pacing untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan, mulai dari gangguan pencernaan seperti disentri hingga masalah kulit akibat gigitan hewan. Penelitian modern mengkonfirmasi khasiat pacing sebagai obat alami dengan berbagai aktivitas farmakologis.