

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Teori**

##### 1. Kadar Glukosa darah

###### a. Pengertian

Glukosa darah adalah gula yang berada didalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Sedangkan kadar glukosa darah adalah tingkat gula didalam darah, konsentrasi glukosa darah , atau tingkat glukosa serum, diatur dengan ketat didalam tubuh. Hiperglikemia merupakan suatu keadaan dimana tingkat kadar glukosa darah yang sangat tinggi dari rentang kadar normal glukosa darah (Tholib, 2016).

###### b. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Glukosa darah Pada Diabetes Mellitus (DM)

Faktor yang dapat mempengaruhi glukosa darah pada DM adalah: kurang berolahraga, jumlah makanan yang dikonsumsi bertambah, meningkatnya stress dan factor emosi, cemas, pengetahuan diit DM, pertambahan berat badan dan usia, serta dampak perawatan obat misalnya steroid. Faktor yang berhubungan dengan kadar glukosa darah (Handaya, 2016).

- 1) Olahraga secara teratur dapat mengurangi terjadinya resistensi insulin sehingga insulin dapat dipergunakan lebih baik oleh sel - sel tubuh. Olahraga juga dapat digunakan sebagai pembakar lemak dalam tubuh, sehingga dapat menurunkan berat badan bagi penderita obesitas.
- 2) Asupan makanan dapat juga mempengaruhi naiknya kadar glukosa darah karena makanan yang tinggi energi atau kaya karbohidrat dan serat yang rendah dapat mengganggu stimulasi sel-sel beta pankreas dalam memproduksi insulin. Asupan lemak didalam tubuh juga perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap resistensi insulin.
- 3) Kecemasan merupakan respon terhadap penyakit yang dirasakan penderita sebagai suatu tekanan, rasa tidak nyaman, gelisah dan kecewa. Gangguan tersebut membuat penderita menjadi acuh terhadap peraturan pengobatan yang

harus dijalankan seperti diit terapi medis dan olahraga sehingga mengakibatkan kadar glukosa darah tidak dapat terkontrol dengan baik

- 4) Pengetahuan diet merupakan faktor yang sangat penting dalam pengendalian kadar glukosa darah seseorang. Semakin baik pengetahuan diit penderita mengenai kondisi yang dialaminya. Semakin baik pengendalian kadar glukosa darah yang dapat dicapai. Anggota keluarga dapat memberikan dampak positif maupun negatif bagi penderita diabetes melitus melalui mekanisme kontribusi terhadap aktivitas pengelolaan diabetes melitus serta kontribusi dalam mencegah atau menimbulkan stress.
  - 5) Stress dapat mengganggu interaksi antara pituitary, adrenal gland, pancreas dan liver. Gangguan tersebut mempengaruhi metabolisme *deiocorticotropic* (ACTH), *kortisol*, *glucocorticoids* (*hormoneadrenal gland*), glucagon merangsang glukoneogenesis di liver yang akhirnya meningkatkan kadar glukosa darah (Mahendra, dkk, 2008). Kurang tidur juga bisa memicu produksi hormon kortisol, menurunkan toleransi glukosa, dan mengurangi hormon tiroid. Semua itu dapat menyebabkan resistensi insulin dan memperburuk metabolisme.
  - 6) Bertambahnya usia akan mempengaruhi fisik dan penurunan fungsi organ tubuh yang akan berdampak pada konsumsi dan penyerapan zat gizi. Penelitian menunjukkan bahwa masalah gizi pada usia lanjut sebagian besar mempunyai masalah gizi berlebih.
  - 7) Gangguan tidur  
Perubahan hormonal yang terjadi terkait dengan gangguan tidur dapat disebabkan adanya aktivitas Hipotalamus Pituitary Adrenal (HPA) dan sistem saraf simpatis. Dapat merangsang pengeluaran hormon seperti katekolamin dan kortisol yang menyebabkan gangguan toleransi glukosa dan resistensi insulin yang akhirnya menyebabkan DM. Pasien dengan DM yang mengalami gangguan tidur dapat beresiko terjadi peningkatan glukosa darah .
- c. Macam-macam pemeriksaan glukosa darah
- Menurut Tholib (2016) Terdapat 3 macam pemeriksaan glukosa darah yaitu:
- 1) Glukosa darah sewaktu.

Glukosa darah sewaktu merupakan hasil pemeriksaan sesaat pada suatu hari tanpa memperhatikan waktu makan terakhir.

2) Kadar glukosa darah puasa

Pemeriksaan glukosa darah yang dilakukan pada pasien yang puasa (tidak mendapat kalori sedikitnya 8 jam).

3) Kadar glukosa darah 2 jam PP (2 jam setelah makan)

Tes Toleransi Glukosa Oral dilakukan dengan standar WHO, menggunakan beban glukosa yang setara dengan 75 gr glukosa hidrus yang dilarutkan ke dalam air.

d. Mekanisme Pengaturan Glukosa darah

Glukosa merupakan energi bagi sebagian besar fungsi sel dan jaringan. Pembentukan energi alternatif lain dapat berasal dari metabolisme asam lemak, tetapi jalur ini kurang efisien dibandingkan dengan pembakaran langsung glukosa, dan proses ini menghasilkan metabolit-metabolit asam yang berbahaya apabila dibiarkan menumpuk, sehingga kadar glukosa didalam darah dikendalikan oleh beberapa mekanisme homeostatik yang dalam keadaan sehat dapat mempertahankan kadar dalam rentang 70 sampai 110 mg/dl dalam keadaan puasa (Handaya, 2016).

2. Diabetes Melitus

a. Pengertian Diabetes Melitus (DM)

Diabetes melitus (DM) adalah gangguan metabolismik yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang tinggi akibat ketidakmampuan tubuh untuk menghasilkan insulin yang cukup atau menggunakan insulin secara efektif (American Diabetes Association, 2023). Menurut penelitian oleh Li dkk. (2020), diabetes tipe 2 sering kali dikaitkan dengan faktor gaya hidup, termasuk pola makan yang tidak sehat, obesitas, dan kurangnya aktivitas fisik. Oleh karena itu, pengaturan kadar glukosa darah melalui diet merupakan aspek penting dalam pengelolaan diabetes.

Pada pasien diabetes, pengaturan kadar glukosa darah sering kali dilakukan dengan terapi insulin dan obat-obatan. Namun, pola makan yang tepat juga sangat penting. Ho dkk. (2019) menunjukkan bahwa diet yang kaya akan serat dan rendah indeks glikemik dapat membantu dalam menurunkan

kadar glukosa darah , yang menjadi alasan mengapa sari kedelai, yang memiliki indeks glikemik rendah, mungkin bermanfaat bagi pasien diabetes.

b. Penyebab DM

Penyakit DM secara umum diakibatkan oleh konsumsi makanan yang tidak terkontrol atau sebagai efek samping dari pemakaian obat-obat tertentu. Selain itu, DM disebabkan oleh tidak cukupnya hormon insulin yang dihasilkan pankreas untuk menetralkan glukosa darah dalam tubuh (Susilo, 2021).

Hormon insulin berguna untuk memproses zat gula atau glukosa atau yang berasal dari makanan dan minuman yang anda konsumsi. Apabila pankreas sudah normal atau produksi hormon insulin sudah cukup, maka glukosa darah akan terproses dengan baik,artinya orang yang bersangkutan telah terbebas dari DM. Pada pankreas penderita DM terjadi kerusakan kerja pankreas tidak sempurna. Akibatnya, pankreas tidak tidak menghasilkan hormon insulin yang cukup untuk menetralkan glukosa darah . Berikut faktor-faktor yang dapat menyebabkan seseorang berisiko DM (Susilo, 2021).

- a. Faktor keturunan
  - b. Obesitas (Kegemukan)
  - c. *Dikit pada penderita DM* (Tekanan Darah Tinggi)
  - d. Angka Triglycerid (*Trigliserida*) yang Tinggi
  - e. Level Kolesterol yang tinggi
  - f. Mengkonsumsi makanan instan
  - g. Merokok dan Stress
  - h. Terlalu Banyak Mengkonsumsi Karbohidrat
  - i. Kerusakan Pada Sel Pankreas
  - j. Kelainan Hormonal.
- c. Gejala-gejala dan ciri-ciri DM

Sering kali orang mengabaikan gejala-gejala dan ciri-ciri yang mengarah pada DM ini muncul karena adanya gangguan metabolisme karbohidrat akibat terganggunya kinerja pankreas. Gangguan metabolisme karbohidrat ini menyebabkan tubuh kekurangan energi. Itu sebabnya penderita DM umumnya terlihat lemah, lemas dan tidak bugar (Susilo, 2021).

Gejala-gejala umum yang biasanya dialami oleh penderita DM antara lain

- 1) Banyak Kencing (*Polyuria*)
- 2) Gampang Haus dan Banyak Minum (*Polydipsia*)
- 3) Gampang Lapar dan Banyak Makan (*Polyphagian*)
- 4) Gampang Lelah dan Sering Mengantuk
- 5) Penglihatan Kabur
- 6) Sering Pusing dan Mual
- 7) Koordinasi Gerak Anggota Tubuh Terganggu
- 8) Berat Badan Menurun Terus

d. Klasifikasi DM

1) DM Tipe 1

DM tipe 1, diabetes anak-anak (*childhood-onset diabetes, juvenile diabetes, insulin-dependent diabetes mellitus, IDDM*), adalah diabetes yang terjadi karena berkurangnya rasio insulin dalam sirkulasi darah akibat hilangnya sel beta penghasil insulin pada pulau-pulau *lagerhans* pankreas. IDDM dapat diderita oleh anak-anak maupun orang dewasa (Susilo, 2021).

Sampai saat ini IDDM tidak dapat dicegah dan tidak dapat disembuhkan, bahkan dengan diet dan olahraga. Kebanyakan penderita DM tipe 1 memiliki kesehatan dan berat badan yang baik saat ini mulai dideritanya. Selain itu, sensivitas maupun respons terhadap insulin umumnya normal pada penderita DM tipe ini (Susilo, 2021).

2) DM Tipe 2

DM tipe 2 ini (*adult-onset diabetes, obesity-related diabetes non-insulin-dependent diabetes melilitus, NIDDM*) merupakan tipe DM yang terjadi bukan disebabkan oleh rasio insulin didalam sirkulasi darah, melainkan merupakan kelainan metabolisme yang disebabkan oleh mutasi pada banyak gen, termasuk yang menyebabkan disfungsi sel beta, ganggu pengeluaran hormone insulin, resistansi sel terhadap insulin yang disebabkan oleh disfungsi sel jaringan, utamanya pada hati menjadi kurang peka terhadap insulin, serta penekanan pada penyerapan glukosa oleh otot lurik, yang meningkatkan sekresi glukosa darah oleh hati.(Susilo, 2021).

Pada tahap awal, kelainan yang muncul adalah berkurangnya sensitivitas terhadap insulin yang ditandai dengan meningkatnya kadar insulin didalam darah. Kondisi ini dapat dapat diatasi dengan obat anti diabetes yang dapat meningkatkan sensitivitas terhadap insulin atau mengurangi produksi glukosa dari hati (Susilo, 2021).

DM tipe 2 dapat terjadi tanpa ada gejala sebelum hasil diagnosis. DM tipe 2 biasanya diobati dengan cara perubahan aktivitas fisik (olahraga), diet (umumnya pengurangan asupan karbohidrat), dan penurunan berat badan. Ini dapat mengembalikan kepekaan hormon insulin. Penurunan berat badan yang dilakukan berkisar 5-6 kg perbulan, tergantung dari tingkat kegemukan. Jika perlu, pengobatan oral dengan obat-obatan anti diabetes yang berupa pil atau tablet dapat dilakukan.

### 3) DM Tipe 3

DM tipe 3 ini disebut juga DM gestasional (*gestational diabetes, insulin-resistant type 1 diabetes, double diabetes, type 2 diabetes, which has progressed to require injected insulin, latent autoimmune diabetes of adults, type 1.5 diabetes, type 3 diabetes, LADA*) atau DM yang terjadi pada kehamilan, melibatkan kombinasi kemampuan reaksi dan pengeluaran hormone insulin yang tidak cukup, mengikuti ciri-ciri DM tipe 2 di beberapa kasus. DM tipe 3 terjadi selama kehamilan dan dapat sembuh setelah melahirkan. DM ini mungkin dapat merusak kesehatan janin atau ibu, dan sekitar 20-50% dari perempuan penderita bertahan hidup (Susilo, 2021).

DM pada kehamilan terjadi disekitar 2-5% dari semua kehamilan. DM ini bersifat temporer dan secara penuh bisa disembuhkan. Namun DM tipe ini dapat menyebabkan permasalahan dengan kehamilan, termasuk janin mengalami kecacatan dan menderita penyakit jantung sejak lahir. Penderita memerlukan perawatan secara medis sepanjang kehamilan (Susilo, 2021).

Pengobatan DM tipe ini harus menambah atau meningkatkan hormon insulin untuk menghalangi terjadinya kecelakaan atau kecacatan kesehatan pada janin secara keseluruhan. Ibu dan janinnya harus menjalani pemeriksaan rutin untuk memantau kesehatan dan memberikan penanganan maupun

pengobatan yang paling sesuai dengan keadaannya. Ibu dan janin yang ditangani secara baik akan menghindarkan dari bayi cacat sejak lahir.

Klasifikasi DM (PERKENI, 2021) dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi Etiologi Diabetes Melitus (PERKENI, 2021)

Tipe 1	Destruksi sel $\beta$ , umumnya menujurs ke defisiensi insulinabsolut <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoimun</li> <li>• Idiopatik</li> </ul>
Tipe 2	• Bervariasi, mulai yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin
Tipe lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sindroma diabetes monogenik ( diabetes neonatal, <i>maturity onset diabetes of the young</i> (MODY))</li> <li>• Penyakit eksokrin pankreas (fibrosis kritis, pankreatitis)</li> <li>• Disebabkan oleh obat atau zat kimia (misalnya penggunaan glukokortikoid pada terapi HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ)</li> </ul>
DM gestasional	Diabetes yang didiagnosis pada trimester kedua dan ketiga yang sebelum kehamilan tidak didapatkan diabetes

#### e. Diagnosis DM tipe 2

Diagnosis DM ditegakkan dengan dasar pemeriksaan glukosa dan HbA1c. Diagnosis tidak dapat ditentukan hanya dari keadaan glukosuria.

Hasil pemeriksaan dalam penegakkan diagnosis diabetes melitus dan prediabetes dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis Diabetes dan Prediabetes (PERKENI, 2021)

	HbA1c (%)	Glukosa Darah Puasa	Glukosa Plasma 2 jam
		(mg/dl)	setelah TTGO (mg/dl)
Diabetes	$\geq 6,5$	$\geq 126$	$\geq 200$
Pre-diabetes	5,7 – 6,4	100 - 125	140 – 199
Normal	< 5,7	70 - 99	70 - 139

Untuk hasil pemeriksaan yang tidak normal atau DM, maka dapat dikelompokkan menjadi toleransi glukosa terganggu (TGT) atau GDP terganggu (GDPT), yaitu: TGT: Diagnosis TGT dapat ditegakkan apabila setelah pemeriksaan TTGO didapatkan glukosa plasma 2 jam post-prandial antara 140- 199 mg/dl (7,8-11,0 mmol/L). GDPT: Diagnosis GDPT dapat ditegakkan apabila sesudah pemeriksaan glukosa plasma puasa didapatkan antara 100-125 mg/dl(5,6-6,9 mmol/L) dan pemeriksaan TTGO menunjukkan hasil <140 mg/dl.

#### f. Patofisiologi DM Tipe 2

Patofisiologi DM tipe 2 yaitu tidak berfungsinya *loop* umpan balik antara sekresi insulin dan aksi insulin, sehingga menghasilkan kadar glukosa yang tidak normal dalam darah. Gangguan fungsi kerja dari sel  $\beta$  pankreas, berkurangnya sekresi insulin mengakibatkan membatasinya kapasitas tubuh untuk mempertahankan fisiologis kadar glukosa. Kondisi lainnya yaitu resistensi insulin yang berkontribusi pada peningkatan produksi glukosa di hati dan menurunkan penyerapan glukosa baik di otot, hati dan jaringan adiposa. Disfungsi sel  $\beta$  pankreas dan resistensi insulin yang terjadi, mengakibatkan kondisi peningkatan kadar glukosa dalam darah (hiperglikemia) yang menyebabkan perkembangan DM tipe 2 (Galcia dkk, 2020).

### 3. Kedelai

#### a. Pengertian sari kedelai

Sari kedelai adalah minuman nabati yang terbuat dari kedelai yang telah direndam, digiling, dan disaring untuk menghasilkan cairan yang mirip dengan susu hewani. Sari kedelai telah menjadi pilihan populer di kalangan mereka yang mencari alternatif susu bebas laktosa atau bagi mereka yang menjalani pola makan vegetarian atau vegan. Secara umum, sari kedelai mengandung protein, serat, lemak sehat, serta berbagai vitamin dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh, seperti kalsium, magnesium, vitamin B, dan vitamin D (Smith dkk, 2021).

Sari kedelai tidak hanya memiliki kandungan gizi yang menguntungkan, tetapi juga memiliki sejumlah senyawa bioaktif yang dapat memberikan efek kesehatan tambahan. Salah satunya adalah isoflavon, kelompok senyawa fitoestrogen yang ditemukan dalam kedelai. Isoflavon, seperti genistein dan daidzein, diketahui memiliki efek antioksidan dan anti-inflamasi yang membantu dalam mengurangi stres oksidatif dan peradangan dua faktor yang berperan penting dalam pengelolaan diabetes (Mirmiran dkk, 2020). Hal ini menjadikan sari kedelai sebagai pilihan yang menguntungkan, khususnya untuk pasien DM tipe 2.

Sari kedelai juga lebih rendah lemak jenuh dan bebas kolesterol, yang menjadikannya lebih sehat dibandingkan dengan susu sapi. Dengan

kandungan kalori yang relatif rendah dan indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan susu sapi, sari kedelai menjadi alternatif yang ideal untuk membantu mengatur kadar glukosa darah pada pasien DM tipe 2 (Li dkk, 2020).

b. Dosis Pemberian Sari Kedelai

Sari kedelai dapat dikonsumsi oleh berbagai kelompok usia, dengan dosis yang disarankan sebagai berikut:

- 1) Dewasa: \* 200–300 ml per hari untuk mendapatkan manfaat nutrisi optimal (Chen & Wong, 2022).
- 2) Anak-anak: \* 100–150 ml per hari sebagai tambahan sumber protein nabati (Smith dkk, 2023).
- 3) Lansia: \* 150–200 ml per hari untuk mendukung kesehatan tulang dan metabolisme (WHO, 2022).
- 4) Wanita menopause: \* 200 ml per hari untuk mendapatkan manfaat dari isoflavon, termasuk mengurangi gejala hot flashes (UCLA Health, 2023).
- 5) Penderita DM 150 ml selama 14 hari dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah penderita DM (Wagustina, 2021).

c. Kandungan Gizi dalam Sari Kedelai

Sari kedelai memiliki kandungan nutrisi yang seimbang, menjadikannya pilihan yang sehat bagi berbagai kelompok usia. Berikut adalah komponen utama yang terdapat dalam sari kedelai:

1) Protein

Sari kedelai kaya akan protein nabati, yang terdiri dari semua asam amino esensial. Kandungan proteinnya bermanfaat dalam mendukung pertumbuhan otot dan memperbaiki jaringan tubuh. Penelitian oleh Lee dkk. (2023) menunjukkan bahwa protein kedelai juga dapat membantu menurunkan kadar kolesterol LDL.

2) Lemak Sehat

Lemak dalam sari kedelai sebagian besar terdiri dari asam lemak tak jenuh, seperti asam linoleat dan asam oleat, yang bermanfaat bagi kesehatan jantung. Studi oleh Chen & Wong (2022) menunjukkan bahwa konsumsi lemak sehat dari kedelai dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular.

3) Serat

Meskipun tidak sebanyak dalam bentuk utuh kedelai, Sari kedelai tetap mengandung serat makanan yang membantu meningkatkan kesehatan pencernaan. Menurut Ramirez dkk. (2021), serat dalam Sari kedelai juga berperan dalam mengontrol kadar glukosa darah

4) Vitamin dan Mineral

Sari kedelai mengandung vitamin seperti vitamin B kompleks, vitamin D (jika diperkaya), dan mineral penting seperti kalsium, magnesium, dan zat besi. Menurut WHO (2022), fortifikasi Sari kedelai dengan kalsium dan vitamin D meningkatkan manfaat kesehatan tulang.

5) Isoflavon dalam Sari kedelai

Isoflavon adalah senyawa bioaktif yang terdapat dalam kedelai, termasuk Sari kedelai. Komponen utama isoflavon adalah genistein dan daidzein, yang dikenal memiliki aktivitas seperti estrogen.

6) Peran Isoflavon dalam Kesehatan

Isoflavon memiliki peran penting dalam mendukung kesehatan, terutama pada wanita pascamenopause. Menurut Zhang dkk. (2023), konsumsi isoflavon dari sari kedelai dapat mengurangi gejala menopause seperti hot flashes dan menjaga kepadatan tulang.

7) Efek Isoflavon terhadap Metabolisme Glukosa

Penelitian menunjukkan bahwa isoflavon, khususnya genistein, dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan mengurangi kadar glukosa darah. Sebuah studi oleh Kim dkk. (2023) menemukan bahwa konsumsi rutin sari kedelai yang mengandung isoflavon dapat membantu mencegah DM tipe 2 pada populasi berisiko tinggi.

d. Produk Sari Kedelai

Sari kedelai dapat diperoleh dengan cara memproduksi secara mandiri namun ada juga sari kedelai komersil yang siap untuk dikonsumsi oleh masyarakat umum yang terjamin akan sterilitasnya serta telah diketahui

kandungan nutrisinya. Adapun proses pembuatan sari kedelai secara mandiri terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu:

- 1) Perendaman, Biji kedelai direndam dalam air selama 8–12 jam untuk melunakkan tekstur dan mengurangi senyawa antinutrisi.
- 2) Penggilingan, Biji kedelai yang telah direndam digiling bersama air hingga membentuk larutan kental.

	Merk A 200ml	Merk B 200ml	Merk C 310ml	Merk D 220ml	Merk E 250ml
Ekstrak kedelai	90%	10%	10%	51%	62%
Lemak Total	3 gr	4,6 gr	1,5 gr	2 gr	2,5 gr
Lemak Jenuh	0 gr	0 gr	0 gr	0 gr	1 gr
Protein	5 gr	5 gr	5 gr	6 gr	5 gr
Karbohidrat	13 gr	11,4 gr	14 gr	15 gr	12 gr
Gula	8 gr	0,6 gr	12 gr	12 gr	10 gr
Garam	55 mg	110 mg	30 mg	25 mg	15 mg

- 3) Penyaringan, Larutan yang dihasilkan disaring untuk memisahkan ampas kedelai (okara) dari cairan sari kedelai.
- 4) Pemasakan, Cairan sari kedelai dimasak hingga mendidih untuk menghilangkan senyawa berbahaya seperti tripsin inhibitor.
- 5) Pengemasan setelah sari kedelai dingin dan siap untuk dikonsumsi.

Proses ini dijelaskan lebih rinci oleh Johnson dkk. (2022), yang menekankan pentingnya sterilisasi dalam mencegah kontaminasi bakteri.

Sari kedelai komersil yang beredar di pasaran dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Produk Sari Kedelai Yang Beredar Di Pasaran

Sumber : survey lapangan

#### e. Karakteristik Indeks Glikemik Rendah pada Sari Kedelai

Sari kedelai memiliki indeks glikemik yang rendah dibandingkan dengan produk susu lainnya. Hal ini berarti bahwa konsumsi sari kedelai menghasilkan peningkatan kadar glukosa darah yang lebih lambat dan stabil. Menurut penelitian oleh Zhang dkk. (2023), makanan dengan indeks glikemik rendah, termasuk sari kedelai, sangat bermanfaat untuk pengelolaan kadar glukosa darah pada individu dengan risiko DM tipe 2.

#### f. Sari Kedelai dan Pengaturan Kadar Glukosa Darah pada Pasien DM Tipe 2

Pasien DM tipe 2 memerlukan pola makan yang mendukung kontrol glukosa darah. Sebuah studi oleh Wang dkk. (2022) menemukan bahwa

konsumsi rutin sari kedelai selama 12 minggu dapat menurunkan kadar glukosa puasa dan meningkatkan sensitivitas insulin.

g. Efek Protein dalam Sari Kedelai terhadap Sensitivitas Insulin

Protein dalam sari kedelai berperan penting dalam meningkatkan sensitivitas insulin. Penelitian oleh Li dkk. (2023) menunjukkan bahwa konsumsi protein kedelai dapat meningkatkan fungsi sel beta pankreas dan menurunkan resistensi insulin. Selain itu, protein nabati ini juga dapat mengurangi peradangan yang terkait dengan gangguan metabolismik pada pasien diabetes.

h. Isoflavon dalam Sari Kedelai dan Pengaruhnya terhadap Metabolisme Glukosa

Isoflavon adalah senyawa bioaktif yang terdapat dalam sari kedelai dan memiliki efek positif pada metabolisme glukosa. Menurut studi oleh Kim dkk. (2024), isoflavon membantu meningkatkan penyerapan glukosa oleh sel otot melalui aktivasi jalur insulin. Selain itu, isoflavon juga memiliki efek antioksidan yang dapat melindungi jaringan dari kerusakan akibat hiperglikemia kronis.

i. Pengaruh Sari Kedelai terhadap Penurunan Resistensi Insulin

Sari kedelai memiliki kemampuan untuk menurunkan resistensi insulin melalui kandungan proteinnya yang tinggi. Penelitian oleh Li dkk. (2023) menunjukkan bahwa asupan protein kedelai secara rutin dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan mengurangi resistensi insulin pada pasien DM tipe 2. Efek ini juga didukung oleh senyawa bioaktif lain seperti peptida bioaktif yang terbentuk selama pencernaan protein kedelai.

j. Peran Sari Kedelai dalam Memperlambat Penyerapan Glukosa

Sari kedelai mengandung serat dan senyawa lain yang dapat memperlambat penyerapan glukosa di usus kecil. Studi oleh Zhang dkk. (2023) menemukan bahwa konsumsi sari kedelai dapat menurunkan lonjakan glukosa darah postprandial akibat perlambatan penyerapan glukosa, sehingga membantu menjaga kadar glukosa darah tetap stabil.

k. Efek Antioksidan dan Anti-inflamasi dari Isoflavon

Isoflavon dalam sari kedelai memiliki sifat antioksidan dan anti-inflamasi yang signifikan. Menurut penelitian oleh Kim dkk. (2024), isoflavon dapat

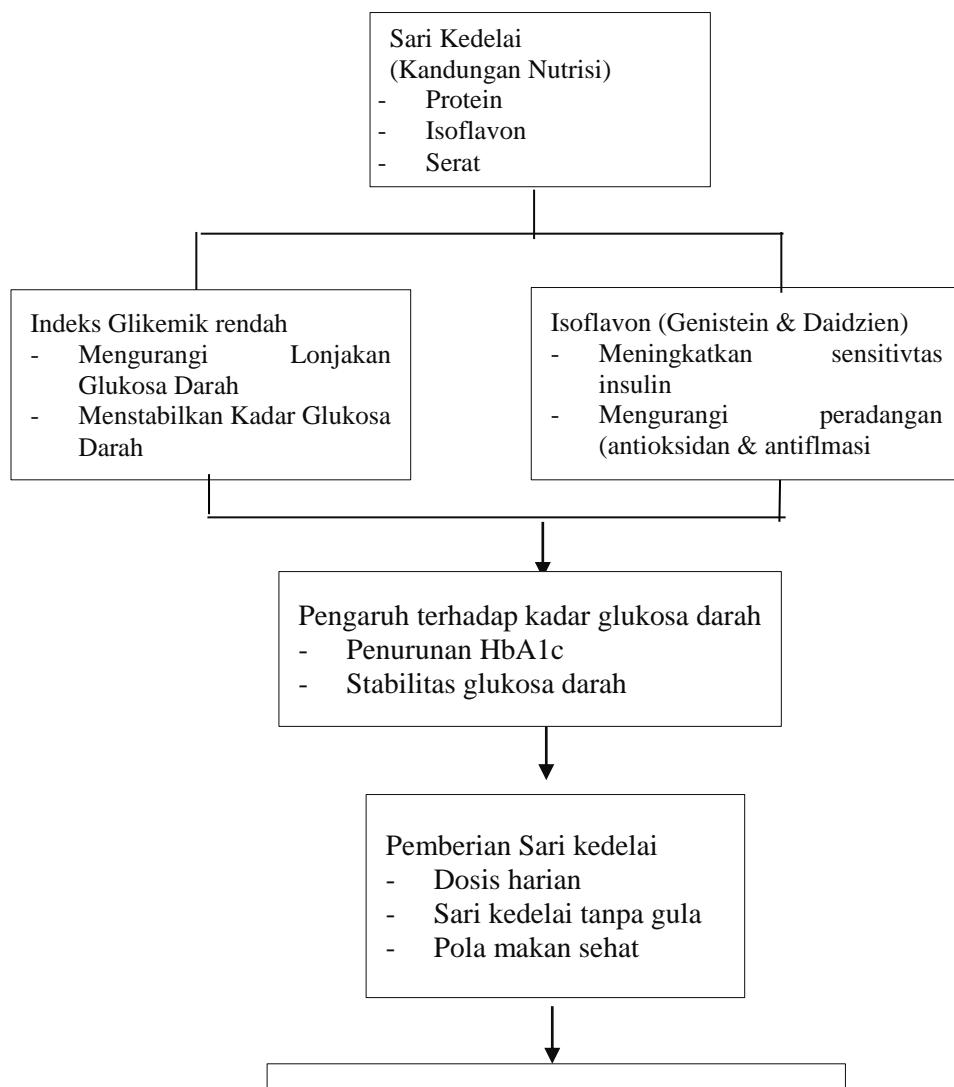
mengurangi stres oksidatif dan peradangan sistemik yang sering terjadi pada pasien diabetes. Hal ini tidak hanya meningkatkan metabolisme glukosa tetapi juga melindungi jaringan dari kerusakan akibat kadar glukosa darah tinggi.

### 1. Pengaruh Sari kedelai terhadap Perbaikan Fungsi Pankreas

Kandungan nutrisi dalam sari kedelai, seperti isoflavon dan protein, dapat memperbaiki fungsi pankreas dengan meningkatkan kesehatan sel beta yang memproduksi insulin. Penelitian oleh Wang dkk. (2022) menunjukkan bahwa konsumsi sari kedelai secara teratur dapat mendorong regenerasi sel beta pankreas yang rusak akibat hiperglikemia kronis.

### B. Kerangka Teori

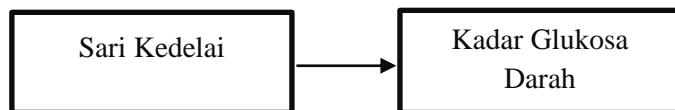
Sari kedelai dengan kandungan gizi dan senyawa bioaktifnya, dapat berpotensi membantu dalam pengaturan kadar glukosa darah pada pasien DM tipe 2. Meskipun beberapa penelitian mendukung manfaat sari kedelai, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengonfirmasi efek jangka panjangnya dan mekanisme yang mendasari pengaruhnya terhadap kadar glukosa darah . Dari uraian diatas, maka kerangka teori dalam penelitian ini adalah



Gambar 2.2. Kerangka Teori  
Sumber modifikasi : Andayani (2021) dan Wagustina (2021)

### C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3. Kerangka Konsep

### D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

Ha : Ada perbedaan kadar glukosa darah pada pasien DM tipe 2 sebelum dan sesudah pemberian sari kedelai.

H0: Tidak ada perbedaan kadar glukosa darah pada pasien DM tipe 2 sebelum dan sesudah pemberian sari kedelai.