

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Kadar Gula Darah pada Usia Produktif

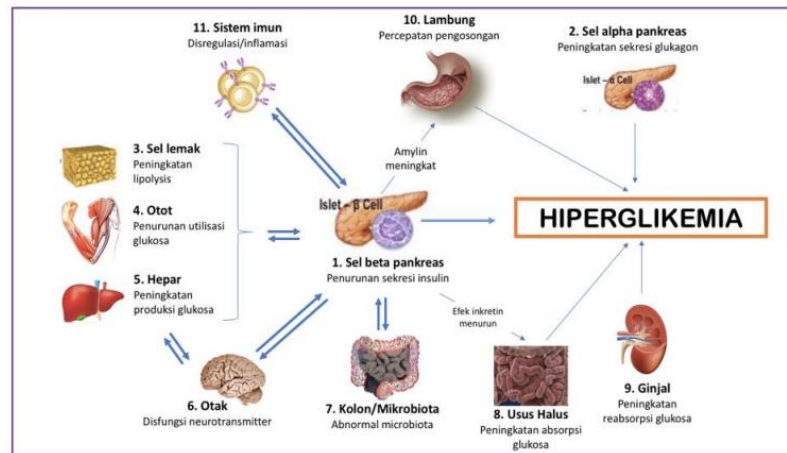
a. Konsep Kadar Gula Darah

Kadar gula darah merupakan gula yang berada dalam darah dalam bentuk glukosa yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan tubuh sebagai glikogen pada plasma darah (Fahmi *et al.*, 2020). Homeostasis glukosa merupakan keseimbangan produksi glukosa hati dan penyerapan glukosa perifer dengan insulin sebagai pengatur homeostasis glukosa yang memerankan peran paling penting (Rosares dan Boy, 2022). Terdapat dua jenis kondisi abnormalitas kadar gula darah, yaitu:

1). Hiperglikemia

Hiperglikemia adalah kondisi medik berupa peningkatan kadar glukosa darah yang melebihi batas normal yang merupakan salah satu tanda gangguan intoleransi glukosa dan sindrom metabolik (Rosares dan Boy, 2022). Hiperglikemia dapat terjadi karena gangguan sekresi insulin, resistansi insulin, atau keduanya. Beberapa organ lain yang terlibat dalam intoleransi glukosa, antara lain jaringan lemak (peningkatan lipolisis), gastrointestinal (defisiensi inkretin), sel alfa pankreas

(hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), dan otak (resistansi insulin) (Soelistijo, 2021).



Gambar 2.1 *The Egregious Eleven* Penyebab Hiperglikemia

Sumber: (Soelistijo, 2021)

2). Hipoglikemia

Hipoglikemia merupakan kondisi penurunan konsentrasi glukosa serum (<70 mg/dl atau <4,0 mmol/L) dengan atau tanpa adanya gejala sistem otonom dan neuroglukopenia (Rusdi, 2020). Hipoglikemia terjadi akibat dosis insulin berlebih, asupan glukosa yang kurang, penggunaan glukosa yang tinggi, serta sensitivitas insulin meningkat (Rosares dan Boy, 2022). Selain itu, hipoglikemia dapat terjadi akibat gangguan pada suplai glukosa. Pada kondisi puasa, kadar glukosa serum dipertahankan melalui glukoneogenesis dan glikogenolisis dalam hati. Saat kadar glukosa darah menurun, produksi insulin menurun, dan terjadi peningkatan sekresi glukagon oleh sel alfa pankreas

untuk mengatasi kondisi hipoglikemia (Mathew dan Thoppil, 2022).

b. Pemeriksaan Kadar Gula Darah

Kadar gula darah dapat diperiksa menggunakan berbagai metode, seperti metode kimiawi, enzimatik, dan test strip. Metode kimiawi merupakan pemeriksaan kadar gula darah dengan menggunakan perubahan warna pada bahan indikator. Kadar glukosa pada metode kimiawi lebih besar 5-15 mg/dl dibandingkan dengan kadar glukosa pada metode enzimatik. Pada metode strip, alat yang digunakan adalah glukometer. Pemeriksaan kadar gula darah dapat menggunakan darah lengkap seperti serum (hasil darah tanpa penambahan koagulan) atau plasma (darah yang ditambah dengan antikoagulan) (Fahmi *et al.*, 2020). Terdapat beberapa jenis pemeriksaan kadar gula darah, yaitu:

1). Kadar Gula Darah Puasa (GDP)

Pada pemeriksaan ini, tidak ada asupan kalori minimal 8 jam sebelum dilakukan pemeriksaan (kondisi puasa).

Tabel 2.1 Kriteria Kadar Gula Darah Puasa (GDP)

| Kategori | Kadar GDP |
|-----------------|------------------|
| Diabetes | ≥ 126 mg/dl |
| Pre-diabetes | 100-125 mg/dl |
| Normal | 70-99 mg/dl |

Sumber: (Soelistijo, 2021)

2). Kadar Gula Darah Sewaktu (GDS)

Pemeriksaan ini dapat dilakukan setiap saat sepanjang hari untuk memeriksa kadar gula darah pada saat itu.

Tabel 2.2 Kriteria Kadar Gula Darah Sewaktu (GDS)

| Kategori | Kadar GDS |
|-----------------|------------------|
| Diabetes | ≥ 200 mg/dl |
| Pre-diabetes | 140-199 mg/dl |
| Normal | 70-139 mg/dl |

Sumber: (Soelistijo, 2021)

3). Kadar Gula Darah 2 Jam Postprandial (GD2PP)

Pemeriksaan dilakukan 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram.

Tabel 2.3 Kriteria Kadar Gula Darah 2 Jam Postprandial (GD2PP)

| Kategori | Kadar GD2PP |
|-----------------|--------------------|
| Diabetes | ≥ 200 mg/dl |
| Pre-diabetes | 140-199 mg/dl |
| Normal | 70-139 mg/dl |

Sumber: (Soelistijo, 2021)

4). Pemeriksaan HbA1c (*Glycate Hemoglobin*)

Pemeriksaan HbA1c dilakukan dengan menggunakan metode yang terstandarisasi oleh *National Glycohaemoglobin Standardization Program* (NGSP) dan *Diabetes Control and Complications Trial assay* (DCCT).

Tabel 2.4 Kriteria HbA1c

| Kategori | Kadar HbA1c |
|-----------------|--------------------|
| Diabetes | $\geq 6,5\%$ |
| Pre-diabetes | 5,7-6,4% |
| Normal | $< 5,7\%$ |

Sumber: (Soelistijo, 2021)

c. Faktor Risiko yang Berpengaruh terhadap Kadar Gula Darah

1). Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik yang kurang dapat berkontribusi terhadap pengaturan kadar gula darah melalui metabolisme energi. Ketika aktivitas fisik kurang, asupan makanan tidak dikonversikan menjadi energi sehingga tertimbun dalam tubuh menjadi lemak dan gula. Jika insulin tidak mencukupi kebutuhan tubuh untuk menyerap glukosa, maka dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar gula darah (Imelda, 2019). Berbeda ketika tubuh berolahraga, glukosa dan lemak menjadi bahan bakar utama untuk metabolisme energi sehingga kadar glukosa darah akan menurun (Azitha, 2018).

2). Faktor Genetik/Riwayat Penyakit Keluarga

Faktor genetik memengaruhi kadar gula darah. Sinyal genetik dapat menyebabkan disregulasi perkembangan sel beta dan sekresi insulin. Selain itu, sinyal genetik dapat juga menyebabkan terjadi penurunan transkrip yang memberikan kode insulin pada sel beta yang ditunjukkan oleh sekuensing RNA sel tunggal (Ruze *et al.*, 2023). Seseorang dengan riwayat keluarga menderita diabetes berisiko 3,78 kali memiliki kadar gula darah di atas normal dibandingkan dengan orang yang tidak memiliki riwayat diabetes (Nuraisyah *et al.*, 2021).

3). Obesitas

Obesitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kadar gula darah (Triandhini *et al.*, 2022). Penumpukan lipid dan glukosa menginduksi glukolipotoksisitas yang secara bersamaan dapat memperburuk resistansi insulin dan menurunkan jumlah sel beta dengan peningkatan peradangan akibat peningkatan sekresi sitokin proinflamasi (Ruze *et al.*, 2023).

4). Riwayat Penyakit Kardiovaskular

Riwayat penyakit kardiovaskular, seperti hipertensi, penyakit jantung, dan stroke berperan dalam perkembangan resistansi insulin yang berpengaruh terhadap kadar gula darah. Sistem renin-angiotensin-aldosteron (RASS) yang tidak tepat dapat mengakibatkan penurunan respons persinyalan metabolik terhadap insulin. Selain itu, berkurangnya vasodilatasi akibat disfungsi endotel dapat menghambat penyerapan glukosa (Przezak *et al.*, 2022). Penebalan pembuluh darah arteri mengakibatkan penyempitan pembuluh darah arteri yang dapat menghambat proses pengangkutan glukosa dalam darah (Delfina *et al.*, 2021).

5). Usia

Usia produktif merupakan usia yang efektif dan efisien dalam melakukan pekerjaan dan aktivitas sehari-hari yang

berada di rentang 15-64 tahun (UNICEF, 2020). Usia produktif rentan mengalami masalah kesehatan dan gizi akibat perilaku dan gaya hidup yang buruk. Peningkatan usia berhubungan dengan peningkatan kejadian intoleransi glukosa, terutama pada kategori usia >45 tahun (Delfina *et al.*, 2021). Hal tersebut dipengaruhi oleh penurunan fungsi organ tubuh yang berdampak pada perubahan metabolisme tubuh, seperti terhambatnya pelepasan glukosa yang masuk ke dalam sel akibat penurunan sekresi insulin pada metabolisme karbohidrat (Rosita *et al.*, 2022).

2. Obesitas pada Usia Produktif

Prevalensi obesitas global meningkat tiga kali lipat dari 1975-2016. Pada 2016, sekitar 13% orang dewasa >18 tahun mengalami obesitas, lebih tinggi dibandingkan anak-anak dan remaja (5-19 tahun), yaitu <1% (WHO, 2021b). Di Indonesia, obesitas pada orang dewasa >18 tahun mencapai 21,8% dengan salah satu provinsi yang cukup tinggi adalah Jawa Barat, yaitu sekitar 23% (Kemenkes, 2018). Prevalensi obesitas lebih tinggi di daerah perkotaan dibandingkan di daerah pedesaan. Salah satunya, Kota Tasikmalaya yang memiliki prevalensi obesitas pada usia >18 tahun yang cukup tinggi, yaitu 39,7% dibandingkan dengan daerah pedesaan (Kabupaten Tasikmalaya), yaitu 35,4% (BPS, 2021).

a. Definisi Obesitas

Obesitas merupakan suatu kondisi penumpukan lemak tubuh yang lebih dari kebutuhan tubuh untuk fungsi tubuh secara normal (Mutia *et al.*, 2022). Obesitas dapat terjadi akibat penumpukan lemak yang disebabkan oleh ketidakseimbangan energi antara kalori yang dikonsumsi dengan kalori yang dikeluarkan (Lin dan Li, 2021). Berdasarkan Permenkes No. 41 tahun 2014 tentang Pedoman Gizi Seimbang dan Permenkes No. 2 tahun 2020 tentang Standar Antropometri, seseorang dikategorikan obesitas jika nilai IMT $> 27,0 \text{ kg/m}^2$ atau $\text{IMT/U} > +2 \text{ SD}$ (Peraturan Menteri Kesehatan, 2014, 2020).

b. Faktor Penyebab Obesitas

Menurut (Pratama, 2023), terdapat beberapa faktor penyebab obesitas, antara lain:

1). Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang memengaruhi obesitas meliputi faktor sosial budaya, status sosial ekonomi, pekerjaan, usia, tingkat pendidikan, dan jenis kelamin. Faktor sosial budaya memberikan peran penting dalam perbedaan gender. Jaringan sosial memengaruhi obesitas, lebih banyak pada laki-laki dibandingkan perempuan. Akan tetapi, aktivitas fisik publik lebih terbatas untuk wanita dan terdapat asumsi bahwa kelebihan berat badan sebagai tanda kesuburan pada wanita (Anekwe *et*

al., 2020). Selanjutnya, peningkatan usia berkaitan dengan fungsi organ yang menurun sehingga metabolisme menjadi kurang optimal dan rentan terhadap penyakit degeneratif, salah satunya obesitas (Urmy *et al.*, 2021).

Status sosial ekonomi dan pekerjaan berkaitan juga dengan pendidikan orang tua yang menjadi salah satu faktor risiko obesitas (Pratama, 2023). Menurut Saha *et al.* (2022), orang tua dengan tingkat pendidikan tinggi lebih cenderung untuk bekerja sehingga kurang memperhatikan kebutuhan keluarga yang berdampak terhadap peningkatan risiko obesitas. Sebaliknya, menurut Urmy *et al.* (2021), orang tua dengan tingkat pendidikan tinggi memiliki peluang mendapatkan pekerjaan dengan pendapatan yang lebih tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan keluarga. Selain itu, tingkat pendidikan yang lebih tinggi juga dapat meningkatkan pengetahuan terkait gizi dan makanan sehat sehingga dapat mengurangi risiko obesitas (Pratama, 2023).

2). Faktor Perilaku

Faktor perilaku merupakan faktor yang dapat memengaruhi derajat kesehatan seseorang, meliputi aktivitas fisik, asupan makan, pola makan, dan perilaku merokok. Aktivitas fisik yang kurang, baik kegiatan harian maupun latihan terstruktur cenderung meningkatkan risiko obesitas karena

meningkatkan penumpukan lemak dalam tubuh (Saraswati *et al.*, 2021). Asupan makan dan pola makan yang kurang baik juga dapat meningkatkan risiko obesitas, seperti sering mengonsumsi makanan padat kalori, tetapi rendah zat gizi (Banjarnahor *et al.*, 2022). Selain itu, perilaku merokok yang umum dilakukan oleh laki-laki, merupakan salah satu faktor risiko penyakit degeneratif seperti obesitas (Urmy *et al.*, 2021).

3). Faktor Genetik

Faktor genetik merupakan faktor keturunan yang telah ada dalam diri seseorang sejak lahir. Sekitar 50% kejadian obesitas dipengaruhi oleh faktor genetik. Faktor genetik menyebabkan penyakit genetik atau endokrin pada keturunannya sekitar <10% (Yusuf *et al.*, 2018). Risiko yang dialami oleh seorang anak dengan satu orang tua obesitas adalah tiga kali lipat berisiko terkena obesitas, sedangkan risiko dari kedua orang tua obesitas adalah 10 kali lipat mengalami obesitas (Lin dan Li, 2021).

c. Hubungan Obesitas dengan Kadar Gula Darah

Kadar gula darah dapat dipengaruhi oleh obesitas. Glukosa dan insulin diperlukan untuk produksi dan penyimpanan lemak dalam jaringan adiposa. Ketika simpanan lemak meningkat dan ukuran sel adiposit meningkat, sel reseptor menjadi kurang responsif terhadap insulin sehingga menghambat transportasi glukosa. Selain

itu, zat gizi berlebih menyebabkan stres oksidatif yang dapat menginaktivasi transporter glukosa GLUT4 yang diinduksi oleh oksidasi (Malone dan Hansen, 2019). Peningkatan kadar gula darah dapat ditandai dengan peningkatan jumlah sel imun bawaan, sitokin, dan kemokin yang disebabkan oleh obesitas (Rohm *et al.*, 2022). Penumpukan jaringan adiposa berlebih dapat menyebabkan peningkatan produksi sitokin inflamasi, memicu inflamasi sistemik dan gangguan fungsi seluler, berkontribusi pada gangguan sinyal insulin, terganggunya regulasi fisiologis dan metabolik, menurunnya fungsi sel beta, serta timbulnya hiperglikemia (Ruze *et al.*, 2023).

3. Aktivitas Fisik sebagai Faktor Pencegah

a. Definisi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik didefinisikan sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka yang membutuhkan pengeluaran energi. Aktivitas fisik meliputi semua gerakan, termasuk selama waktu luang, saat menuju dan dari suatu tempat, atau sebagai bagian dari pekerjaan seseorang (WHO, 2022). Aktivitas fisik merupakan salah satu cara pengendalian kadar gula darah dengan memperbaiki sensitivitas insulin dan menjaga kebugaran tubuh (Azitha *et al.*, 2018).

b. *Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ)*

Berdasarkan *Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) Analysis Guide*, GPAQ dikembangkan WHO untuk surveilans aktivitas fisik di berbagai negara. GPAQ terdiri dari 16 pertanyaan mengenai aktivitas fisik (P1-P16) yang dilakukan dalam 3 domain, yaitu aktivitas di tempat kerja, aktivitas perjalanan ke suatu tempat atau dari suatu tempat, serta aktivitas rekreasi/waktu luang. Domain aktivitas fisik tersebut dibagi menjadi 6 sub-domain, yaitu bekerja dengan giat (P1-P3), pekerjaan sedang (P4-P6), bepergian (P7-P9), rekreasi berat (P10-P12), rekreasi sedang (P13-P15), dan duduk (P16). Pengukuran aktivitas fisik menggunakan GPAQ diklasifikasikan berdasarkan MET (*Metabolic Equivalent*) (WHO, 2021a). Rasio laju metabolisme saat bekerja terhadap laju metabolisme saat istirahat disebut sebagai MET (*Metabolic Equivalent*) yang setara dengan konsumsi kalori sebesar 1 kkal/kg/jam. Hasil pengukuran aktivitas fisik digambarkan dengan satuan MET-menit/minggu (Adigüzel *et al.*, 2021).

Menurut WHO (2021a), perhitungan aktivitas fisik menggunakan GPAQ versi 2 dilakukan dengan menjumlahkan total waktu yang dihabiskan dalam melakukan aktivitas fisik selama 1 minggu. Aktivitas tersebut diklasifikasikan menjadi kategori ringan, sedang, dan berat, yaitu:

- 1). Ringan: Tidak ada aktivitas fisik atau tidak ada aktivitas fisik yang tergolong kategori sedang dan berat. Hasil perhitungan <math><600</math> MET-menit/minggu.
- 2). Sedang: ≥ 3 hari melakukan aktivitas fisik dengan kategori berat minimal 20 menit/hari; ≥ 5 hari melakukan aktivitas sedang/berjalan kaki minimal 30 menit/hari; atau ≥ 5 hari melakukan kombinasi aktivitas berjalan kaki, aktivitas intensitas sedang atau berat minimal 600 MET-menit/minggu.
- 3). Berat: Aktivitas berat minimal 3 hari yang mencapai minimal 1500 MET-menit/minggu; atau ≥ 7 hari melakukan kombinasi aktivitas berjalan kaki, aktivitas sedang atau berat yang mencapai minimal 3000 MET-menit/minggu.

Rumus perhitungan total aktivitas fisik MET-menit/minggu:

$$\text{Total aktivitas fisik (MET-menit/minggu)} = [(P2 \times P3 \times 8) + (P5 \times P6 \times 4) + (P8 \times P9 \times 4) + (P11 \times P12 \times 8) + (P14 \times P15 \times 4)]$$

Klasifikasi tingkat aktivitas fisik setelah hasil perhitungan, yaitu:

- 1). Aktivitas Fisik Rendah

Aktivitas fisik dikategorikan sebagai aktivitas fisik rendah jika aktivitas fisik tidak mencapai kriteria aktivitas fisik berat dan sedang.

- 2). Aktivitas Fisik Sedang

Aktivitas fisik dikategorikan sedang jika:

- a). Aktivitas fisik tidak mencapai kriteria aktivitas berat dan mencapai minimal satu dari kriteria aktivitas sedang;
- b). $(P2 + P11) \geq 3$ hari dan $[(P2 \times P3) + (P11 \times P12)] \geq 3 \times 20$ menit; atau
- c). $(P5 + P8 + P14) \geq 5$ hari dan $[(P5 \times P6) + (P8 \times P9)] + (P14 \times P15) \geq 150$ menit; atau
- d). $(P2 + P5 + P8 + P11 + P14) \geq 5$ hari dan jumlah aktivitas fisik ≥ 600 MET menit per minggu.

3). Aktivitas Fisik Berat

Aktivitas fisik dikategorikan berat jika:

- a). $(P2 + P11) \geq 3$ hari dan jumlah aktivitas fisik ≥ 1500 MET menit/minggu; atau
- b). $(P2 + P5 + P8 + P11 + P14) \geq 7$ hari dan jumlah aktivitas fisik ≥ 3000 MET menit/minggu.

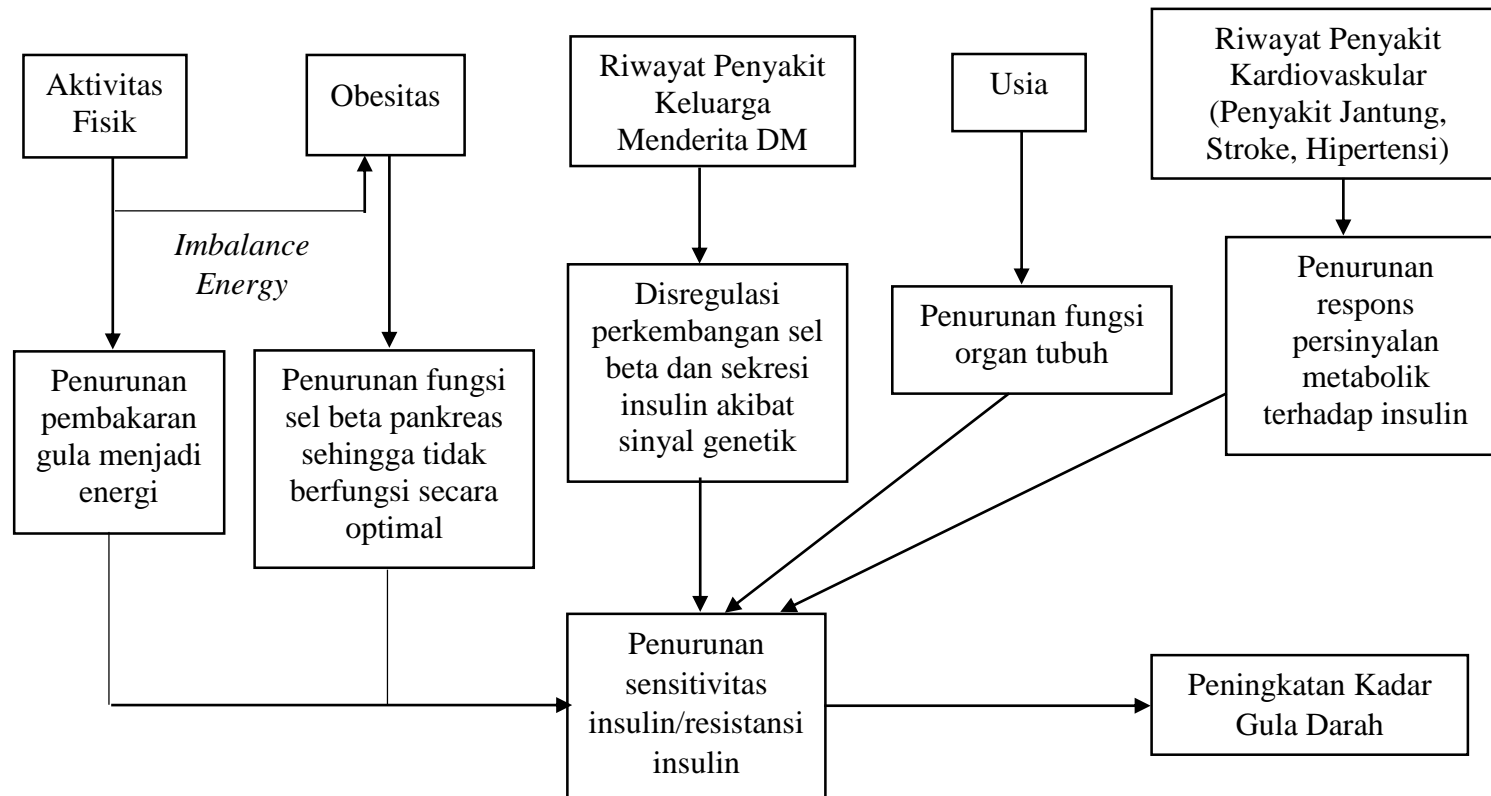
c. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah

Aktivitas fisik merupakan salah satu faktor risiko penyakit degeneratif yang dapat dimodifikasi/dicegah untuk melindungi dari penyakit kardiovaskular seperti Diabetes melitus tipe 2 (Adigüzel *et al.*, 2021). Saat tubuh beraktivitas, terjadi pembakaran gula untuk dijadikan energi. Kebutuhan insulin akan berkurang seiring dengan berkurangnya kadar gula darah sehingga mencegah resistansi insulin. Saat tubuh beristirahat, penggunaan glukosa dan lemak sebagai bahan bakar utama dalam metabolisme energi hanya sedikit.

Berbeda ketika berolahraga, glukosa dan lemak menjadi bahan bakar utama untuk metabolisme energi sehingga kadar glukosa darah akan menurun (Azitha *et al.*, 2018).

Aktivitas fisik dapat memperbaiki sensitivitas insulin, menjaga kebugaran tubuh, dan menurunkan berat badan sehingga dapat mengendalikan salah satu faktor risiko yang berpengaruh terhadap pengaturan kadar gula darah (Ramadhani *et al.*, 2022). Program latihan fisik yang dianjurkan untuk mengontrol kadar gula darah adalah melakukan aktivitas fisik selama 3-5 hari/minggu dengan waktu 30-45 menit atau 150 menit/minggu, jeda antar latihan tidak lebih dari 2 hari berturut-turut. Latihan fisik dapat bersifat aerobik dengan intensitas sedang, seperti jalan cepat, bersepeda santai, jogging, dan berenang (Soelistijo, 2021).

B. Kerangka Teori Penelitian



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi (Imelda, 2019; Ruze *et al.*, 2023; Soelistijo, 2021)