

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus Tipe 2

2.1.1 Definisi

Diabetes melitus merupakan gangguan metabolik kronis yang ditandai dengan kondisi hiperglikemia. Penyakit menahun ini cenderung mengalami perburukan seiring berjalannya waktu, yang mengakibatkan tubuh kehilangan kemampuan optimal dalam mengolah zat gizi makro seperti karbohidrat, protein, dan lemak (Maria, 2021). Tingginya konsentrasi glukosa dalam sirkulasi darah menjadi indikator utama dari sindrom ini, yang umumnya dipicu oleh kegagalan kelenjar pankreas dalam memproduksi insulin secara memadai atau adanya penurunan sensitivitas sel terhadap hormon tersebut.

Secara spesifik, Diabetes Melitus Tipe 2 atau DMT2 merupakan penyakit menahun yang terjadi karena ketidakmampuan sel-sel tubuh dalam merespons dan memanfaatkan insulin yang ada, atau karena kegagalan organ pankreas dalam memproduksi jumlah insulin yang adekuat untuk kebutuhan metabolisme (Ilyas, 2011). Seseorang secara klinis didiagnosis mengidap penyakit diabetes apabila hasil pengukuran kadar gula darah puasa berada pada angka > 126 mg/dL, atau pada pengujian gula darah sewaktu menunjukkan angka > 200 mg/dL. Kelainan metabolik ini juga kerap diistilahkan

sebagai *Non Insulin Dependent Diabetes Melitus* (NIDDM) yang secara epidemiologi lebih sering menyerang kelompok usia dewasa, meskipun saat ini mulai ditemukan pada semua rentang usia. Mayoritas penderita diabetes jenis ini memiliki masalah kelebihan berat badan atau obesitas, menunjukkan adanya kecenderungan faktor risiko genetik dalam keluarga, serta berpotensi memerlukan terapi insulin eksentrik eksternal ketika berada dalam kondisi stres fisik maupun psikologis yang memicu hiperglikemia akut (Ilyas, 2011).

Berdasarkan regulasi resmi dari *American Diabetes Association* (ADA), kelompok faktor risiko yang melatarbelakangi manifestasi penyakit DMT2 dipisahkan menjadi dua kelompok utama, yaitu faktor risiko yang tidak dapat diubah serta faktor risiko yang dapat diubah. Faktor risiko yang tidak dapat diintervensi meliputi pertambahan usia di atas 45 tahun, latar belakang etnisitas, riwayat diabetes dalam garis keturunan keluarga, riwayat melahirkan bayi dengan berat badan makrosomia atau > 4000 gram, riwayat lahir dengan berat badan rendah atau < 2500 gram, serta riwayat mengalami diabetes gestasional pada masa kehamilan. Di sisi lain, faktor risiko yang dapat dimodifikasi atau diubah mencakup kondisi medis hipertensi, dislipidemia, pola hidup menetap atau kurang melakukan pergerakan fisik, obesitas yang ditandai dengan nilai IMT $> 25 \text{ kg/m}^2$ atau ukuran lingkar perut > 80 cm bagi perempuan dan > 90 cm bagi laki-laki, serta kebiasaan menerapkan pola makan yang

tidak sehat dalam kehidupan sehari-hari (Lasmawati dkk., 2023).

2.1.2 Klasifikasi DM (Diabetes Melitus).

Berdasarkan panduan klinis dari PERKENI (2024), penyakit diabetes melitus dikelompokkan ke dalam empat kategori utama, yaitu:

1. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes Mellitus Tipe I yaitu organ pankreas kehilangan kemampuan untuk memproduksi hormon insulin dalam jumlah yang cukup, atau bahkan tidak menghasilkan insulin sama sekali, sehingga memicu penurunan drastis kadar insulin dalam sirkulasi darah. Kondisi ini menyebabkan glukosa gagal ditranspor ke dalam sel-sel jaringan dan akhirnya menumpuk di dalam aliran darah. Proses destruksi autoimun yang merusak sel beta pankreas ini sering kali memicu tingkat resistensi insulin yang dipengaruhi oleh variabilitas faktor genetik, seperti kepemilikan gen HLA-DR3 dan DR4. Selain faktor internal, paparan lingkungan eksternal juga ikut berkontribusi memicu kondisi ini, termasuk serangan infeksi virus seperti virus coxsackie, enterovirus, retrovirus, dan virus gonden, kekurangan asupan vitamin D, pencemaran lingkungan, kerentanan jangka panjang terhadap agen infeksi, serta kontak dini dengan kompleks protein asing. Akibat dari interaksi faktor-faktor tersebut, pasien yang terdiagnosis menderita diabetes tipe 1 secara konsisten menunjukkan kadar insulin darah yang sangat rendah.

2. Diabetes Mellitus Tipe 2

kelenjar pankreas sebenarnya masih mempertahankan fungsi produksinya untuk menghasilkan insulin, namun kualitas hormon yang dihasilkan tergolong rendah dan organ tidak mampu menjalankan peran regulasi secara normal sehingga memicu lonjakan gula darah. Masalah utama yang mendasari patogenesis diabetes tipe 2 ini diduga berasal dari resistensi insulin pada tingkat jaringan perifer, abnormalitas sekresi hormon insulin, serta peningkatan proses glukoneogenesis di organ hati. Selain itu, perkembangan dan keparahan penyakit DMT2 ini juga berkaitan erat dengan kontribusi faktor eksternal lainnya, seperti masalah obesitas, pemilihan gaya hidup yang tidak sehat, serta kebiasaan mengonsumsi makanan yang tinggi karbohidrat sederhana.

3. Diabetes Melitus Gestasional

Diabetes gestasional yaitu suatu kondisi resistensi insulin yang memicu perkembangan penyakit diabetes pada wanita hamil akibat pengaruh produksi hormon kehamilan tertentu. Kondisi klinis ini menjadi indikator utama untuk mengidentifikasi apakah seorang wanita hamil mengalami gangguan toleransi glukosa atau terdiagnosis mengidap diabetes untuk pertama kalinya selama masa mengandung. Gangguan metabolik akibat kehamilan ini umumnya memengaruhi sekitar 2% sampai 5% dari total populasi wanita hamil, namun gejalanya akan mereda dan hilang secara mandiri

setelah proses persalinan selesai. Salah satu indikator fisik pasca-persalinan yang menandakan adanya pengaruh diabetes gestasional ini adalah lahirnya bayi dengan berat badan yang melebihi 4 kilogram.

4. Diabetes Melitus Tipe Lainnya

Diabetes tipe lain ,yang mencakup varian diabetes yang dipicu oleh konsumsi obat-obatan tertentu yang mengakibatkan kerusakan genetik pada fungsi sel beta pankreas, seperti pada kasus penyakit eksokrin pankreas contohnya *Cystic Fibrosis*. Kondisi resistensi insulin pada tipe ini juga dapat distimulasi oleh sekresi berlebih dari berbagai macam hormon tubuh, termasuk hormon pertumbuhan (*growth hormone*), kortisol, glukagon, dan epinefrin, serta induksi zat kimia spesifik seperti glukokortikoid dan tiazid. Secara umum, komunitas medis di seluruh dunia menyepakati empat pembagian utama ini sebagai basis penegakan diagnosis, yang terdiri atas diabetes tipe 1 (tergantung insulin), diabetes tipe 2 (tidak tergantung insulin), diabetes gestasional, dan varian diabetes sekunder lainnya (Murdiyanti, 2022).

2.2 Konsumsi Buah, Sayur

Para pakar kesehatan terus menguji dampak dari variasi jenis makanan terhadap fluktuasi gula darah, di mana setiap jenis bahan pangan memiliki pengaruh yang berbeda-beda dalam memicu respons glikemik tubuh. Bahan makanan yang memicu kenaikan gula darah secara cepat dikelompokkan

sebagai pangan dengan Indeks Glikemik (IG) tinggi, sedangkan jenis pangan yang dicerna secara lambat dan menaikkan gula darah secara bertahap dikategorikan memiliki Indeks Glikemik rendah. Kategori tingkat makanan ini dibagi menjadi tiga rentang nilai, yaitu kelompok pangan dengan nilai IG rendah apabila memiliki skor kurang dari 55, kelompok pangan dengan nilai IG sedang atau intermediate pada rentang skor 55 sampai 70, serta kelompok pangan dengan nilai IG tinggi jika skornya melebihi angka 70 (Rimbawan & Siagian, 2004).

Tabel 2.1 Tingkat Kategori Makanan Menurut Indeks Glikemik

Kategori	Rentang Indeks Glikemik
IG Rendah	< 55
IG Sedang (<i>Intermediate</i>)	55-70
IG Tinggi	>70

Sumber: Rimbawan, Siagian, 2004)

Salah satu strategi strategis dalam meregulasi kadar glukosa darah adalah dengan meningkatkan intensitas konsumsi buah serta sayuran (Ahmad et al., 2017; Aryani et al., 2016). Berdasarkan rekomendasi Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), asupan variasi buah dan sayur dalam jumlah lebih dari 400 gram per hari terbukti efektif menekan risiko kejadian diabetes. Perbedaan jenis dan porsi serat yang dikonsumsi juga memberikan efek perlindungan glikemik yang bervariasi bagi tubuh. Sebagai contoh, penerapan diet Mediterania yang mendominasi konsumsi kelompok sayuran dan buah segar diketahui mampu menurunkan risiko perkembangan diabetes gestasional secara nyata. Jika disandingkan dengan pola makan tinggi daging merah, pola makan yang berfokus pada sayur dan buah justru berkaitan erat dengan

penurunan kejadian gangguan gula darah puasa, di mana mengonsumsi sayuran berdaun hijau atau buah-buahan segar memiliki kontribusi positif dalam menekan risiko ketidakstabilan glukosa.

Manfaat sayuran adalah melancarkan BAB, bagi tubuh, mencegah kanker, mencegah kegemukan, meningkatkan sistem imun dan meningkatkan kesehatan syaraf dan mata (Altahira dkk, 2022). Pola makan yang dianjurkan untuk penderita Diabetes Melitus Tipe 2 salah satunya adalah fokus pada konsumsi sayursayura, buah-buahan (PERKENI, 2024).

Konsumsi sayuran memberikan banyak kegunaan fungsional, seperti melancarkan fungsi buang air besar (BAB), menangkal radikal bebas pemicu kanker, mengontrol berat badan agar terhindar dari kegemukan, meningkatkan sistem imunitas, serta menjaga fungsi sistem saraf dan kesehatan organ mata (Altahira dkk, 2022). Oleh karena itu, pola makan yang sangat dianjurkan bagi penderita Diabetes Melitus Tipe 2 salah satunya adalah memprioritaskan makanan kaya serat seperti buah-buahan dan kelompok sayur-sayuran (PERKENI, 2024). Kedisiplinan dalam menjalankan diet menjadi faktor penentu dalam membangun kebiasaan sehat sekaligus mengaplikasikan anjuran dari praktisi kesehatan. Komitmen diet ini mencakup tiga aspek utama, yaitu ketepatan jumlah porsi makan, ketepatan jenis bahan pangan yang dipilih, serta ketepatan jadwal makan harian yang semuanya memegang peran krusial dalam menjaga stabilitas kadar glukosa di dalam sirkulasi darah (Khasanah et al., 2021).

Pemanfaatan lima porsi buah dan sayuran dalam sehari dengan target

minimal 400 gram per hari sangat dianjurkan sebagai bagian dari pemenuhan gizi seimbang demi mengontrol diabetes. Kemampuan buah dan sayuran dalam mengendalikan kadar gula darah didukung oleh komponen antioksidan, struktur serat alami, serta pasokan magnesium di dalamnya. Zat antioksidan bekerja aktif menangkal efek buruk dari senyawa oksigen reaktif yang memicu patogenesis kerusakan sel tubuh pada penderita diabetes. Di sisi lain, serat dari buah dan sayur yang masuk ke usus akan mengalami proses fermentasi alami sehingga mendukung peningkatan keberagaman mikrobiota usus yang merangsang tubuh dalam memproduksi insulin, sementara mineral magnesium bertindak sebagai kofaktor penting dalam sistem metabolisme tubuh untuk meregulasi kadar gula darah (Carter et al., 2013; Mao et al., 2021).

Secara umum, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mengampanyekan gerakan hidup sehat dengan anjuran konsumsi serat sebanyak 400 gram per orang setiap harinya. Porsi tersebut dibagi menjadi 250 gram kelompok sayuran, yang setara dengan dua porsi atau dua gelas sayur matang setelah ditiriskan, dan 150 gram kelompok buah-buahan harian, atau setara dengan konsumsi 3 sampai 4 porsi sayur serta 2 sampai 3 porsi buah per hari (Permenkes, 2014). Minimnya asupan makanan berserat tinggi seperti buah dan sayur cenderung mendorong seseorang untuk beralih mengonsumsi makanan alternatif yang kurang sehat, seperti makanan tinggi gula sederhana, karbohidrat olahan, tinggi lemak jenuh, dan tinggi garam. Kekeliruan dalam menyusun pola makan harian ini menjadi salah satu pemicu

utama manifestasi Diabetes Melitus Tipe 2, sebuah kesimpulan yang sejalan dengan berbagai hasil studi dari para peneliti terdahulu (Nur dkk., 2016; Silalahi, 2019; Kuwanti dkk., 2023).

Serat pangan secara ilmiah diartikan sebagai bagian dari komponen tanaman yang resisten terhadap degradasi enzim pencernaan manusia, sehingga tidak dapat diserap saat melintasi organ lambung maupun usus halus (Trowell dkk, 1976; Rimbawan & Siagian, 2002). Berbagai macam komponen tumbuhan yang tergolong dalam serat ini umumnya dikelompokkan ke dalam kategori serat larut air, serat tidak larut air, serta serat yang dapat difermentasi maupun yang tidak dapat difermentasi (Robert dkk, 2002; Rimbawan & Siagian, 2004). Secara fisiologis, konsumsi serat memberikan dampak signifikan terhadap mekanisme pengaturan energi di dalam tubuh, di mana makanan berdensitas serat tinggi mampu meningkatkan distensi atau pelebaran dinding lambung yang memicu rasa kenyang lebih lama. Selain itu, serat yang difermentasikan di dalam usus juga efektif merangsang pelepasan hormon usus yang berkaitan dengan regulasi sinyal rasa lapar, sekaligus membantu menurunkan penyerapan total senyawa lemak dan protein (Howard dkk, 2001; Rimbawan & Siagian, 2004).

Kontribusi serat dalam memengaruhi nilai Indeks Glikemik suatu pangan sangat bergantung pada karakteristik dan jenis serat itu sendiri. Ketika struktur serat masih berada dalam kondisi utuh, serat akan bertindak sebagai penghambat fisik pada proses pencernaan sehingga makanan tersebut cenderung memiliki nilai Indeks Glikemik yang lebih rendah (Miller dkk,

1996). Serat kasar ini bekerja dengan cara meningkatkan viskositas atau mempertebal kerapatan campuran makanan di dalam saluran pencernaan. Fenomena tersebut secara otomatis memperlambat waktu transit makanan dan menghambat pergerakan enzim pencernaan, yang pada akhirnya membuat proses pencernaan berjalan lambat dan menghasilkan respons gula darah yang jauh lebih rendah (Rimbawan & Siagian, 2004).

Bagi para penyandang diabetes, pemenuhan asupan serat harian yang dianjurkan berkisar antara 20 sampai 35 gram per hari, dengan standar rata-rata kecukupan sebesar 25 gram per hari (Perkeni, 2018). Kepatuhan dalam mencukupi kebutuhan serat harian ini menjadi faktor krusial karena serat larut air memiliki kemampuan menyerap banyak cairan di dalam lambung dan mengubah konsistensi makanan menjadi gel yang kental. Hambatan mekanis dari makanan yang lebih viskos ini membuat proses pencernaan berjalan lambat, sehingga proses penyerapan zat gizi seperti glukosa berlangsung secara bertahap (Mahan & Escott, 2008). Melalui mekanisme penyerapan glukosa yang lambat dan terkendali inilah, fluktuasi glukosa darah harian dapat ditekan secara signifikan (Chandalia dkk, 2000).

Tabel 2.2 Tingkat Kategori Konsumsi Buah, Sayur

Variabel	Jumlah	Kriteria
Buah, sayur	< 4 Porsi	Kurang
Buah, sayur	≥ 4 Porsi	Cukup

Sumber: Permenkes, 2014

Tabel 2.3. Daftar Buah Yang Dianjurkan Untuk Penderita Diabetes Melitus

N0.	Nama Buah	Keterangan/ Saran konsumsi	Indeks Glikemik
-----	-----------	----------------------------	-----------------

1.	Apel	Aman, tinggi serat (pektin)	36-
2.	Pir	Menstabilkan gula darah	36-40
3.	Stroberi	Sangat baik, antioksidan tinggi	33-47
4.	Blueberry	Konsumsi secukupnya	33-47
5.	Alpukat	Sangat baik, lemak sehat	15
6.	Jeruk bali (grapefruit)	Pilihan aman untuk DM	40
7.	Kiwi	Baik untuk pencernaan	50
9.	Ceri	Aman, kaya antioksidan	33-47
1.	Lemon / Limau	Aman, rendah gula	40

Sumber: Rimbawan, Siagian,A, 2004

Tabel 2.4. Daftar Buah Yang Dibatasi Untuk Penderita Diabetes Melitus

N0.	Nama Buah	Keterangan/ Saran konsumsi	Indeks Glikemik
1.	Semangka	Indeks Glikemik tinggi meski gula tidak banyak	59-85
2.	Nanas	Batasi konsumsi	51-67
3.	Pisang matang	Naikkan gula darah cepat	51
4.	Leci	Sebaiknya dihindari	50
5.	Sawo	Hindari, gula sangat tinggi	55
6.	Rambutan	Batasi sangat ketat	59
7.	Durian	Sebaiknya dihindari	55-60
8.	Anggur	Batasi 5–6 butir per porsi	
9.	Mangga	Batasi konsumsi	56
10.	Pepaya Matang	Batasi konsumsi	59

Sumber: Rimbawan, Siagian,A, 2004

Tabel 2.5 Daftar Sayuran Yang Dianjurkan Untuk Penderita Diabetes Melitus

N0.	Nama Buah	Keterangan/ Saran konsumsi	Indeks Glikemik
1.	Brokoli	Rendah Indeks Glikemik, tinggi serat dan kromium (membantu metabolisme glukosa).	10
2.	Bayam	Rendah kalori, kaya magnesium.	15
3.	Buncis	Serat tinggi, membantu kontrol gula darah.	15
4.	Kol,	Aman, Indeks Glikemik sangat rendah.	10
5.	Timun	Kandungan gula sangat rendah.	15
6.	Terong	Kandungan gula sangat rendah.	20
7.	Daun kelor	Mengandung senyawa yang membantu menurunkan kadar glukosa.	15
	Kacang panjang	Serat tinggi, membantu kontrol	30

N0.	Nama Buah	Keterangan/ Saran konsumsi	Indeks Glikemik
8.		gula darah.).	
9.	Tomat	Kandungan gula sangat rendah dapat membantu menurunkan gula darah (efek hipoglikemik alami).	15 20
10.	Pare		
11.	Kangkung	Aman, Indeks Glikemik sangat rendah	15
12.	Sawi	Aman, Indeks Glikemik sangat rendah	15
13.	Daun Singkong	Aman	15
14.	Dan Pepaya	Aman	10-15

Sumber: Rimbawan, Siagian,A, 2004

Tabel 2.6 Daftar Sayuran Yang Tidak Dianjurkan Untuk Penderita Diabetes Melitus

N0.	Nama Buah	Keterangan/ Saran konsumsi	Indeks Glikemik
1.	Jagung muda	Mengandung gula alami (sukrosa), Indeks Glikemik sedang	52-60
2.	Wortel matang (terlalu lama direbus)	Indeks Glikemik meningkat setelah dimasak lama	49-60
3.	Labu kuning	Indeks Glikemik sedang bila dikonsumsi banyak.	67-75
4.	Kacang polong kalengan	Sering mengandung tambahan gula/garam.	48
5.	Bit merah	Mengandung gula alami tinggi	61
6.	Sayur olahan (acar, sayur kaleng, sup instan)	Banyak mengandung gula, natrium, atau bahan pengawet.	40-65

Sumber: Rimbawan, Siagian,A, 2004

Secara empiris, penelitian terdahulu oleh Nurohmi (2017) memperlihatkan hasil bahwa pola konsumsi sayur dan buah memiliki hubungan yang bermakna terhadap tingkat fluktuasi kadar gula darah, dengan capaian nilai p sebesar 0,037 yang lebih kecil dari batas alfa 0,05. Hasil positif ini didukung oleh fakta bahwa konsumsi serat yang terkandung di dalam sayuran secara efektif mampu

menurunkan tingkat resistensi insulin di dalam tubuh. Ketika seseorang membiasakan diri mengonsumsi makanan yang kaya akan kandungan serat, komponen tersebut akan memberikan efek distensi lambung yang membuat penderita merasa kenyang lebih lama, menunda munculnya rasa lapar, serta secara mekanis mampu memperlambat proses penyerapan atau uptake glukosa ke dalam sirkulasi darah.

2.3 Aktivitas Fisik

2.3.1 Definisi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik didefinisikan sebagai setiap bentuk pergerakan motorik tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka dan secara langsung memerlukan stimulasi pengeHasil energi. Cakupan pergerakan ini meliputi segala bentuk mobilitas yang dilakukan individu saat menyelesaikan pekerjaan profesi, bermain, menuntaskan urusan rumah tangga, melakukan perjalanan, hingga aktivitas rekreatif di waktu luang (Kusumo, 2020). Struktur aktivitas fisik seseorang secara umum terbagi ke dalam rutinitas harian, olahraga, serta latihan fisik terprogram. Bentuk pergerakan sederhana seperti berjalan kaki, apabila dipraktikkan secara repetitif dalam durasi yang panjang, tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kebugaran jasmani, melainkan juga efektif dalam mempercepat laju sirkulasi darah, mengembalikan kebugaran pasca-lelah secara instan, serta meminimalisasi risiko stres maupun depresi (Azis dkk, 2022). Berdasarkan pedoman dari Kementerian Kesehatan RI, regulasi frekuensi gerak fisik ideal harian

disarankan mencapai durasi minimal 30 menit setiap hari dengan intensitas tiga kali dalam seminggu. Pembiasaan gerak secara konsisten dan teratur ini terbukti mampu mengoptimalkan mekanisme kontrol metabolisme glukosa di dalam tubuh menjadi jauh lebih baik (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Sementara itu, batasan rekomendasi yang dirilis oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengisyaratkan bahwa kelompok usia anak hingga dewasa disarankan untuk mengalokasikan waktu aktivitas fisik sekurang-kurangnya 60 menit sehari dengan kombinasi intensitas sedang hingga tinggi yang dipraktikkan secara berkala. Jenis latihan fisik yang sangat direkomendasikan adalah model olahraga aerobik dengan frekuensi pengerjaan minimal tiga kali dalam seminggu. Target Hasil klinis yang optimal pada kebugaran tubuh akan tercapai secara maksimal apabila durasi pergerakan fisik tersebut ditingkatkan melebihi ambang batas minimal 60 menit per hari (Gondhowiardjo, 2019). Bagi kelompok populasi lanjut usia (lansia), aplikasi pergerakan fisik secara konstan dengan durasi 30 menit per hari dan frekuensi tiga kali seminggu tetap menjadi intervensi utama. Target utama dari manajemen aktivitas pada lansia ini ditujukan untuk memelihara fungsi keseimbangan motorik sekaligus memitigasi risiko lonjakan gula darah di dalam tubuh (Gondhowiardjo, 2019).

2.3.2. Kategori aktivitas fisik

Penggolongan derajat aktivitas fisik individu menurut formulasi Kusumo (2020) dipisahkan menjadi tiga tingkatan utama yang didasarkan pada perhitungan besaran jumlah energi atau kalori yang dilepaskan oleh tubuh, yaitu:

a. Aktivitas Fisik Ringan

yang mencakup segala bentuk pergerakan tubuh dengan kebutuhan tenaga minimal dan umumnya tidak memicu fluktuasi pada ritme pernapasan individu. Indikator penghasil energi pada kategori ringan ini berada pada ambang batas kurang dari 3.5 kcal per menit, yang aplikasinya di kehidupan sehari-hari tecermin melalui kegiatan berjalan santai di sekitar area rumah, membaca buku, menulis, mencuci peralatan dapur, menyetrika pakaian, memasak makanan, serta menyapu dan mengepel lantai (Kusumo, 2020).

b. Aktivitas Fisik Sedang

Saat tubuh melakukan pergerakan akan merangsang penghasil keringat dalam jumlah sedikit, disertai dengan peningkatan kecepatan denyut nadi serta frekuensi napas yang agak lebih cepat dari kondisi normal. Parameter penghasil energi untuk kategori sedang berkisar antara 3.5 sampai 7 kcal per menit, dengan contoh aktivitas harian berupa memindahkan posisi perabotan rumah tangga berbobot ringan, melakukan kegiatan berkebun, menanam tanaman, serta mencuci kendaraan roda empat

(Kusumo, 2020).

c. Aktivitas Fisik Berat

Selama proses pergerakan berlangsung, tubuh akan memproduksi keringat dalam jumlah banyak, diikuti lonjakan denyut jantung secara drastis serta peningkatan frekuensi napas hingga individu merasa terengah-engah. Batasan energi yang dikeluarkan pada aktivitas berat ini melebihi angka 7 kkal per menit, dengan bentuk latihan fisik berupa berjalan mendaki area perbukitan, berjalan kaki sembari menggendong beban berat di punggung, mendaki gunung, melakukan olahraga jogging dengan kecepatan minimal 8 km per jam, hingga aktivitas berlari cepat (Kusumo, 2020).

2.3.3. Instrumen Penelitian

Tingkat capaian aktivitas fisik responden dalam sebuah riset ilmiah dapat diukur secara akurat melalui pengisian kuesioner *Baecke Physical Activity Questionnaire* atau BPAQ. Instrumen kuesioner Baecke ini dirancang secara khusus untuk mengevaluasi sekaligus memisahkan dimensi aktivitas fisik seseorang ke dalam tiga fokus utama, yaitu indeks aktivitas kerja, indeks aktivitas olahraga, serta indeks aktivitas waktu senggang. Setelah data jawaban responden terkumpul melalui instrumen ini, setiap butir pernyataan dinilai menggunakan skala Likert yang bergerak dari pilihan respons Tidak Pernah, Jarang, Kadang-kadang, Sering, hingga Selalu. Hasil akumulasi skor total akhir kemudian

diklasifikasikan menjadi tiga tingkatan, yaitu kategori aktivitas fisik ringan untuk perolehan skor kurang dari 5.6, kategori aktivitas fisik sedang untuk perolehan skor antara 5.6 sampai kurang dari 7.9, serta kategori aktivitas fisik berat apabila skor total mencapai sama dengan atau lebih dari 7.9 (Rahayuningsih, 2022).

Rumus penghitungan Kuesioner:

a. Rumus Indeks Aktivitas Kerja

$$\frac{(6 - x_2) + (x_1 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)}{8}$$

b. Rumus Indeks Aktivitas Olahraga = (Hitung Skor Olahraga terlebih dahulu)

$$x_{12a} + x_{12b} + x_{12c} = \dots\dots\dots \text{Skor Olahraga}$$

$$\frac{x_9 + x_{10} + x_{11} + \text{Skor Olahraga}}{4}$$

c. Rumus Indeks Aktivitas Waktu Senggang

$$\frac{(6 - x_{13}) + (x_{14} + x_{15} + x_{16})}{4}$$

Keterangan x adalah nomer kuesioner

Rumus Aktivitas Fisik:

$$\text{Indeks Aktivitas Kerja} + \text{Indeks olahraga} + \text{Aktivitas Waktu Senggang}$$

Sumber: *Baecke Physical Activity Questionnaire (BPAQ)*

a. Indeks aktivitas kerja

1) Aktifitas ringan meliputi : Mengemudi, menjaga toko mengajar,

mahasiswa, mengerjakan pekerjaan rumah

2) Aktivitas sedang meliputi: bekerja di pabrik, pertanian

3) Aktivitas berat meliputi: pekerjaan konstruksi, pekerjaan dermaga, dan olahraga professional

b. Indeks Aktivitas Olahraga

Intensitas olah raga dibagi menjadi 3 tingkatan:

1) Intensitas rendah: membut prakarya, bermain video game, melukis, dan bermain musik

2) Intensitas medium: bulutangkis, senam, bersepeda, menari, berenang, tenis.

3) Intensitas berat: bermain basket, sepak bola, jogging

c) Indeks Aktivitas Waktu Senggang

2.4. Kadar Gula darah

Glukosa darah didefinisikan sebagai senyawa gula yang bersirkulasi di dalam sistem peredaran darah, di mana pembentukannya berasal dari hasil metabolisme karbohidrat makanan dan disimpan sementara di dalam organ hati serta jaringan otot rangka dalam bentuk glikogen. Menurut pedoman PERKENI (2024), metode evaluasi atau pemeriksaan klinis untuk mengukur konsentrasi gula darah dipisahkan menjadi beberapa jenis:

1. Gula Darah Sewaktu (GDS)

Metode pengujian konsentrasi glukosa darah yang dapat dipraktikkan kapan saja secara fleksibel, tanpa kewajiban bagi pasien untuk membatasi asupan atau memperhatikan waktu makan terakhir.

2. Gula Darah Puasa (GDP)

Prosedur diagnosis glukosa darah yang diaplikasikan pada pasien setelah menjalani pembatasan asupan makanan atau berpuasa sekurang-kurangnya selama 8 jam.

3. Gula Darah 2 Jam Postprandial (GD2PP)

Pengukuran kadar gula darah yang dilakukan tepat 2 jam setelah dihitung dari waktu pasien menyelesaikan aktivitas makannya.

4. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Uji diagnostik yang diawali dengan puasa semalaman, diikuti dengan konsumsi larutan glukosa pekat sebanyak 75 gram, dan pemeriksaan sampel darah dilakukan 2 jam pasca-minum larutan tersebut.

5. Pemeriksaan Haemoglobin A1c (HbA1c)

Metode evaluasi laboratorium untuk memetakan capaian rata-rata konsentrasi gula darah individu dalam rentang waktu 2 hingga 3 bulan ke belakang.

Pengelompokan status glukosa dalam tubuh manusia didasarkan pada parameter penyaring klinis yang berbeda-beda. Berdasarkan ketentuan PERKENI (2024), klasifikasi hasil kadar gula darah tersebut dipetakan sebagai berikut.

Tabel 2.7 Nilai Kadar Gula Darah

	Normal	Prediabetes	Diabetes
Gula Darah	80-139	140-199	≥ 200

Sewaktu (mg/dl)			
Gula Darah uasa (mg/dl)	70-99	100-125	≥ 126
Gula Darah 2 jam setelah makan (mg/dl)	70-139	145-199	≥ 200
HbA1c (%)	$<5,7$	5,7-6,4	$\geq 6,5$

Sumber: Perkeni, 2024

Upaya pengendalian parameter glukosa darah pada kelompok penyandang diabetes menuntut adanya integrasi kerja sama multisektor secara komprehensif, mulai dari komitmen personal individu penderita, pendampingan keluarga, optimalisasi fasilitas pelayanan kesehatan, hingga regulasi dari pemerintah (Hartmann-Boyce et al., 2020). Kelainan metabolik ini apabila tidak mendapatkan tata laksana intervensi secara cepat dan tepat dapat berprogresi ke arah kedaruratan yang parah serta memicu berbagai bentuk komplikasi organ. Beberapa dampak komplikasi kronis yang sering terjadi meliputi kerusakan jaringan saraf (neuropati), kegagalan fungsi ginjal (nefropati), kerusakan retina mata (retinopati), manifestasi penyakit jantung koroner, stroke, disfungsi ereksi atau impotensi, hingga komplikasi hipertensi (Maulana, 2009 dalam Ana, 2017). Bahkan, data epidemiologi dunia menunjukkan besarnya dampak buruk penyakit ini, di mana setiap durasi 19 menit terdapat satu individu yang terserang stroke, satu jiwa mengalami kebutaan permanen, serta satu orang harus menjalani tindakan amputasi ekstremitas akibat dampak komplikasi diabetes yang tidak terkontrol.

Oleh sebab itu, penderita diabetes sangat diwajibkan untuk

mengontrol kuantitas asupan zat gizi harian yang mencakup keseimbangan porsi karbohidrat, protein, lipid, serta pemenuhan serat guna mengontrol kestabilan glukosa darah. Kendati demikian, fakta empiris di lapangan menunjukkan bahwa sebagian penderita diabetes yang mengklaim telah menjalankan program diet mandiri masih sering menemui kegagalan dalam mengendalikan kadar gula darah harian mereka tetap berada dalam batas aman (Hidayati, 2017). Di samping aspek komposisi zat gizi, pengaturan ketepatan jadwal makan juga memegang peranan yang tidak kalah penting dalam memelihara homeostatis glukosa. Dalam kajian eksperimental, pemberian ekstrak buah tertentu dilaporkan memiliki kemampuan dalam menekan konsentrasi gula darah pada hewan coba tikus yang dikondisikan diabetes, di mana efektivitas penurunan paling signifikan berturut-turut ditunjukkan oleh intervensi obat glibenklamid, kelompok ABS 2, dan disusul oleh kelompok ABS 1 (Afifah, 2015).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Murti (2016) mengungkapkan temuan klinis bahwa individu yang memiliki kebiasaan mengonsumsi kelompok makanan berporsi glukosa tinggi dihadapkan pada risiko menderita kelainan diabetes sebesar 3.9 kali lebih besar dibandingkan dengan kelompok individu yang memprioritaskan asupan makanan rendah gula. Pemenuhan konsumsi makanan yang mempertahankan densitas serat alami tinggi, seperti yang terkandung secara melimpah di dalam kelompok sayuran dan

buah-buahan segar, terbukti memberikan dampak positif yang nyata dalam memitigasi fluktuasi kadar gula darah penderita (Fahrian, 2018).

2.5. Survey Konsumsi Makanan

Evaluasi asupan zat gizi dalam penelitian ini diaplikasikan melalui metode SQ-FFQ (*Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire*). Di dalam ranah riset gizi masyarakat, terdapat beragam instrumen penilaian asupan yang dapat diandalkan, salah satunya adalah metode *Food Frequency Questionnaire* (FFQ). Pendekatan frekuensi pangan ini secara umum dimanfaatkan untuk memetakan sekaligus mengukur kuantitas konsumsi makanan responden secara terukur (Supariasa, 2014). Instrumen FFQ bekerja dengan cara mengidentifikasi seberapa sering suatu jenis bahan pangan dikonsumsi oleh individu dalam rentang periode waktu tertentu.

Dalam perkembangannya, instrumen penilaian konsumsi ini dimodifikasi secara dinamis dengan mengintegrasikan estimasi Takaran Rumah Tangga (URT) dan konversi berat riil bahan pangan ke dalam satuan gram. Struktur berat makanan yang dicantumkan di dalam formulir biasanya mengacu pada ukuran porsi sedang, di samping daftar frekuensi makan yang telah tersedia secara baku. Guna memfasilitasi pencatatan variasi makanan yang dikonsumsi responden di luar ukuran standar, kuesioner ini menyediakan kolom pilihan porsi yang adaptif, mulai dari kategori porsi kecil, sedang, hingga besar. Hasil pengecekan terhadap estimasi URT dan bobot makanan tersebut kemudian diinput secara sistematis ke dalam

lembar penilaian, sehingga instrumen frekuensi makanan ini bertransformasi menjadi bentuk semi-kuantitatif (Suryani dkk., 2023).

Metode Semi-FFQ disukai dalam riset klinis dan lapangan karena karakteristik formatnya yang sederhana, aplikatif, serta mudah diimplementasikan oleh berbagai kelompok pengguna. Nilai kepraktisan dari kuesioner ini tecermin dari penyusunan daftar inventaris bahan makanan yang disajikan secara terperinci dan jelas. Beberapa keunggulan spesifik dari pemanfaatan instrumen Semi-FFQ meliputi:

- a. **Efisien dan Ekonomis:** Proses pengambilan data dapat berjalan secara cepat, praktis, serta tidak membebani responden dari segi biaya maupun waktu pengisian.
- b. **Representatif:** Mampu memberikan visualisasi atau gambaran menyeluruh mengenai akumulasi asupan zat gizi spesifik penderita dalam kurun waktu tertentu.
- c. **Skalabilitas Tinggi:** Tahapan pengolahan data hasil wawancara dapat dituntaskan dengan mudah, sehingga metode ini sangat ideal untuk diaplikasikan pada subjek populasi dalam skala besar.

Kekurangan Semi FFQ :

Meskipun memiliki berbagai kelebihan, penerapan metode Semi-FFQ di lapangan masih dihadapkan pada beberapa keterbatasan teknis, antara lain:

- a. **Bias Estimasi Porsi:** Subjek penelitian sering kali menemui hambatan

dalam menentukan secara tepat volume atau porsi makanan yang mereka konsumsi dalam durasi frekuensi tertentu.

- b. **Cakupan Zat Gizi Terbatas:** Instrumen ini tidak dirancang untuk mengalkulasi akumulasi seluruh jenis zat gizi secara menyeluruh, melainkan hanya difokuskan pada pemetaan zat gizi spesifik yang menjadi target amatan riset.
- c. **Tingkat Akurasi Relatif:** Jika disandingkan dengan pendekatan penilaian asupan makanan (*dietary assessment*) lainnya, tingkat ketepatan atau validitas data dari metode ini cenderung lebih rendah.
- d. **Ketergantungan pada Memori Responden:** Kualitas dari hasil keHasil data SQ-FFQ sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman, kejujuran, serta kapasitas daya ingat subjek dalam memanggil kembali memori terkait pola makan masa lalu.

Langkah-langkah /prosedur Semi FFQ:

Tahapan operasional dalam mengimplementasikan instrumen Semi-FFQ di lapangan meliputi beberapa langkah sistematis berikut:

- **Penyusunan Inventaris Bahan Pangan:** Peneliti menyusun klasifikasi jenis hidangan makanan serta minuman berdasarkan klaster pangan tertentu, yang kemudian dilengkapi dengan matriks pilihan kekerapan konsumsi mulai dari intensitas harian hingga akumulasi tahunan, termasuk pencatatan konsumsi suplemen kesehatan.

- **Standardisasi Ukuran Porsi:** Estimasi berat riil dalam satuan gram maupun Takaran Rumah Tangga (URT) dikalibrasi dengan mengacu pada porsi ukuran sedang. Oleh sebab itu, tahapan verifikasi kesesuaian antara URT, volume pangan, dan porsi acuan wajib dituntaskan secara cermat sebelum draf pertanyaan dimasukkan ke dalam lembar kuesioner.
- **Kuantifikasi Data Asupan:** Proses konversi kuantitatif dilakukan untuk mengubah data kualitatif frekuensi menjadi nilai berat riil yang terukur.
- **Perhitungan Berat Konsumsi Harian:** Nilai rata-rata frekuensi makan harian dikalikan secara sistematis dengan standar berat porsi serta URT yang telah divalidasi, sehingga diperoleh estimasi total berat bersih makanan yang dikonsumsi subjek setiap harinya.
- **Analisis Kandungan Nilai Gizi:** Langkah terakhir ditutup dengan mengonversi berat makanan yang dikonsumsi menjadi angka kecukupan gizi menggunakan bantuan Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) atau memanfaatkan program perangkat lunak analisis gizi seperti *Nutrisurvey* maupun *Nutrisoft*.

2.6. Hubungan Konsumsi Buah, Sayur, Aktifitas Fisik dengan Kadar Gula darah

Pendekatan terapi non-farmakologis bagi pasien diabetes dapat diimplementasikan lewat rekonstruksi gaya hidup harian. Hal ini mencakup tata kelola diet, kalkulasi kebutuhan energi, pelaksanaan aktivitas fisik maupun latihan teratur, serta manajemen stres untuk mencegah kondisi

depresi (Marín-Peñalver et al., 2016). Keterlibatan dalam aktivitas fisik berkontribusi positif bagi penderita dalam meraih berbagai target klinis, seperti mengoptimalkan kebugaran kardiorespirasi, memperbaiki kontrol parameter glikemik, menekan tingkat resistensi insulin, mengontrol tekanan darah, serta mempertahankan stabilitas berat badan (Sigal et al., 2013).

Aktivitas fisik dan pola makan merupakan salah satu solusi untuk menurunkan kadar gula darah. Aktivitas fisik yang dapat dilakukan adalah aktivitas fisik ringan hingga sedang seperti berjalan kaki di sekitar rumah, jogging dan mengatur pola makan dengan menerapkan diet 3j (jumlah, jenis dan jadwal makan). Diabetes mellitus disebabkan karena kadar gula tidak terkontrol dan kurangnya aktivitas serta kurangnya control makanan yang berdampak negatif pada kualitas hidup karena sulit untuk mengikuti diet yang seimbang (Dayan Hisni, 2017).

Kombinasi antara pergerakan fisik dan pengaturan pola makan bertindak sebagai solusi efektif untuk menurunkan konsentrasi gula darah. Pasien dapat menerapkan bentuk aktivitas fisik berskala ringan hingga sedang, seperti berjalan kaki di lingkungan rumah atau jogging, yang disinergikan dengan manajemen diet melalui kepatuhan prinsip 3J yaitu ketepatan jumlah porsi, variasi jenis bahan makanan, dan kedisiplinan jadwal makan. Manifestasi penyakit diabetes melitus sering kali berakar dari ambang gula darah yang tidak terkontrol, minimnya pergerakan tubuh, serta lemahnya kontrol terhadap asupan makanan, di mana kondisi tersebut berdampak buruk pada penurunan kualitas hidup akibat hambatan

dalam menjalankan diet seimbang (Dayan Hisni, 2017).

Aktivitas fisik bersama dengan pengaturan pola makan menempati posisi sebagai dua dari lima pilar utama dalam pengendalian diabetes melitus. Argumen ini diperkuat oleh temuan penelitian Mahmudiono et al. (2021) yang menunjukkan bahwa subjek yang aktif bergerak mengalami penurunan kadar gula darah harian. Fenomena ini terjadi karena mobilisasi fisik memicu penyerapan dan pemanfaatan glukosa oleh jaringan otot tanpa memerlukan bantuan hormon insulin sebagai perantara masuknya gula ke dalam sel otot, sehingga konsentrasi gula di aliran darah secara otomatis berkurang.

Senada dengan hal tersebut, Amelia (2018) menegaskan bahwa pembiasaan gerak fisik secara konstan mampu menurunkan parameter gula darah, di mana latihan fisik berupa jalan kaki sangat direkomendasikan sebagai salah satu pilar manajemen diabetes. Di samping faktor keaktifan fisik, manajemen diet juga masuk ke dalam struktur lima pilar tersebut. Pola makan menjadi komponen krusial dalam tata laksana diabetes melitus, sehingga regulasi menu makanan dengan pasokan kalori yang proporsional sangat dibutuhkan oleh setiap penyandang diabetes (Perkeni, 2021).

Aktivitas berjalan kaki merupakan opsi olahraga yang paling praktis serta ekonomis untuk dipraktikkan, meskipun penderita tetap diwajibkan menggunakan alas kaki atau sepatu yang aman dan sesuai.

Bagi kelompok pasien Diabetes Melitus Tipe 2, aktivitas jalan kaki menjadi bentuk intervensi gerak yang paling rutin disarankan oleh praktisi medis. Jenis olahraga ini dapat dimodifikasi menjadi jalan cepat pada ritme tertentu guna memacu frekuensi denyut jantung, yang sekaligus dikategorikan sebagai salah satu varian latihan aerobik. Hingga saat ini, telah banyak studi ilmiah yang memvalidasi adanya dampak positif dari rutinitas pergerakan fisik ini terhadap perbaikan kondisi kesehatan para penyandang diabetes (Safira, 2018).

Pasca-pelaksanaan olahraga, jaringan otot tubuh akan mengalami peningkatan sensitivitas terhadap hormon insulin yang bertahan dalam rentang waktu 24 hingga 72 jam. Dampaknya, performa insulin menjadi jauh lebih efisien dalam menyalurkan glukosa ke dalam sel, tingkat stabilitas gula darah menjadi lebih terjaga, dan risiko terjadinya resistensi insulin dapat diminimalkan (ADA, 2023). Di sisi lain, aktivitas fisik juga berperan penting dalam mereduksi timbunan lemak tubuh. Akumulasi lemak visceral yang berlebihan diketahui menjadi pemicu utama resistensi insulin. Melalui aktivitas fisik yang teratur, simpanan lemak tubuh dapat dikurangi, status inflamasi atau peradangan dapat ditekan, profil metabolik diperbaiki, serta kadar gula darah baik pada kondisi puasa maupun pascamakan (post-prandial) dapat diturunkan (Guyton & Hall, 2021). Selain itu, pergerakan fisik yang konsisten mampu menahan laju produksi glukosa yang berlebih di dalam tubuh serta meningkatkan pembakaran energi, yang menstimulasi organ hati untuk membatasi pelepasan glukosa ke

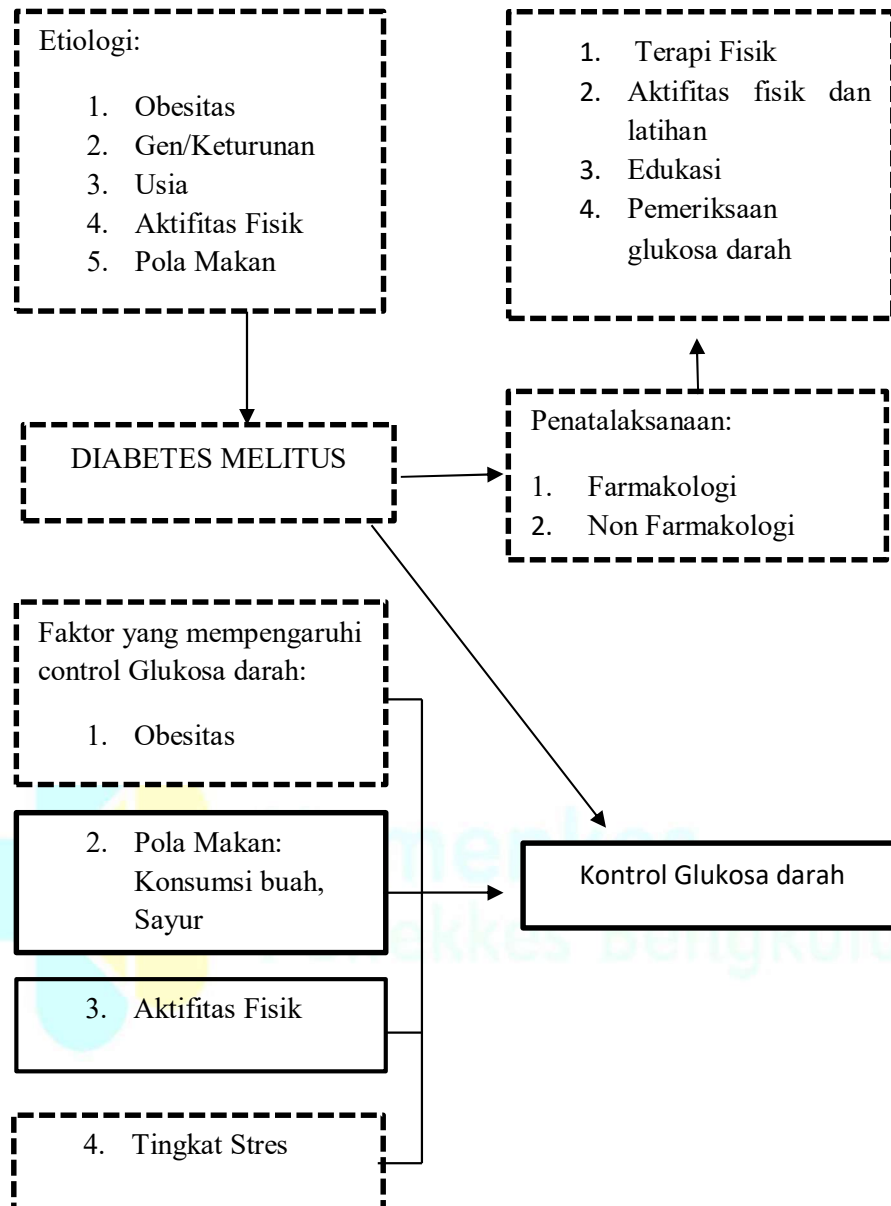
sirkulasi darah (Guyton & Hall, 2021).

Meskipun demikian, beberapa studi empiris menunjukkan hasil yang bervariasi terkait determinan ini. Hasil penelitian Widardo dan Rahayu (2021) mengindikasikan bahwa tidak terdapat hubungan yang nyata antara tingkat kekerapan konsumsi buah, rutinitas makan sayur, maupun keaktifan dalam program Prolanis terhadap fluktuasi kadar gula darah pasien. Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Ali (2019) menyimpulkan adanya keterkaitan signifikan antara kuantitas asupan sayuran dengan parameter gula darah penderita Diabetes Melitus Tipe 2, namun tidak mendeteksi adanya hubungan antara tingkat konsumsi buah dengan kadar gula darah pasien di wilayah kerja Puskesmas Kalumata, Kota Ternate.

Di sisi lain, merujuk pada laporan riset Ariyani (2022), ditemukan hubungan yang signifikan antara tingkat aktivitas fisik serta derajat depresi terhadap fluktuasi kadar glukosa darah (dengan capaian nilai $p < 0.05$), di mana korelasi antara kedua variabel tersebut menunjukkan tingkat keeratan yang kuat. Pemanfaatan glukosa oleh tubuh akan mengalami peningkatan apabila penderita melakukan aktivitas fisik secara terjadwal. Selain itu, kondisi tekanan psikologis atau depresi sangat disarankan untuk dihindari oleh penderita diabetes, karena masalah depresi dapat menstimulasi pelepasan berbagai hormon stres yang memicu lonjakan produksi gula darah dan memperburuk status hiperglikemia kronis.

2.7. Kerangka Teori

Gambar 2.1. Kerangka Teori



Sumber: Modifikasi Brunner & Sudarth Edisi ke 14 Tahun 2018

2.8. Hipotesis Penelitian

Ha : Ada hubungan konsumsi Buah dengan kadar gula darah pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

Ho : Tidak ada hubungan konsumsi Buah dengan kadar gula darah pada pasien Diabetes melitus Tipe 2.

Ha : Ada hubungan konsumsi sayur dengan kadar gula darah pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

Ho : Tidak ada hubungan konsumsi sayur dengan kadar gula darah pada pasien Diabetes melitus Tipe 2.

Ha : Ada hubungan aktifitas fisik dengan kadar gula darah pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

Ho : Tidak ada hubungan aktifitas fisik dengan kadar gula darah pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

