

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi

Diabetes Melitus (DM) dikategorikan sebagai salah satu bentuk patologi non-menular yang mencatatkan eskalasi prevalensi secara kontinu di tingkat global, termasuk di wilayah Indonesia. Secara klinis, DM dipahami sebagai anomali metabolik menahun yang diindikasikan oleh fenomena hiperglikemia (lonjakan kadar glukosa darah) akibat kegagalan sekresi insulin, penurunan sensitivitas fungsi insulin, ataupun dampak kombinasi dari kedua mekanisme tersebut. Manifestasi klinis penyakit ini tidak lagi terbatas pada populasi dewasa maupun geriatri, melainkan telah bergeser ke kelompok usia adolesens dan anak-anak yang dipicu oleh degradasi kualitas perilaku hidup, khususnya tingginya habituasi konsumsi produk pangan dengan kandungan glukosa tinggi.

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merepresentasikan varian diabetes yang dipicu oleh penurunan responsivitas jaringan perifer tubuh dalam mengutilisasi hormon insulin secara optimal. Pada kondisi ini, konsentrasi insulin yang bersirkulasi dalam tubuh dapat mengalami sedikit reduksi atau bahkan tetap bertahan pada ambang batas fisiologis normal. Mengingat organ pankreas masih memiliki kapasitas untuk mensintesis insulin, manifestasi klinis ini kerap didefinisikan sebagai *Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM). Secara patofisiologi, DMT2 merupakan disfungsi metabolik sistemik dengan karakteristik utama berupa hiperglikemia kronis,

yang berakar dari kombinasi antara defek sekresi insulin oleh sel beta pankreas serta penurunan efektivitas fungsional dari hormon itu sendiri atau resistensi insulin (Widiasari et al., 2021).

2. Patofisiologi

Destruksi sel-sel beta pankreas yang dimediasi oleh mekanisme autoimun menjadi penyebab utama kegagalan sintesis insulin pada diabetes tipe 1. Akibat ketiadaan hormon ini, glukosa yang berasal dari asupan makanan tidak dapat ditransformasikan menjadi glikogen di dalam hepar (hati), melainkan terus bersirkulasi dalam pembuluh darah hingga memicu kondisi hiperglikemia. Saat saturasi glukosa darah melewati ambang batas ginjal, organ filtrasi ini kehilangan kemampuan untuk mengabsorpsi kembali glukosa, yang berujung pada ekskresi gula melalui urine (glukosuria). Sebagai kompensasi atas defisit energi seluler, tubuh menginisiasi lipolisis (pemecahan jaringan lemak) yang memicu akumulasi senyawa keton dalam sirkulasi. Intervensi klinis berupa substitusi eksogen insulin, hidrasi cairan, serta koreksi elektrolit terbukti efektif merehabilitasi anomali metabolisme ini sekaligus mengatasi manifestasi ketoasidosis dan hiperglikemia. Selain itu, manajemen dietetik, aktivitas fisik terstruktur, dan monitoring berkala glukosa darah menjadi pilar krusial dalam keberhasilan terapi.

Mekanisme patofisiologis diabetes tipe 2 berakar dari perpaduan antara fenomena resistensi insulin dan disfungsi sekresi insulin. Secara fisiologis, insulin bertugas berikatan dengan reseptor spesifik pada membran sel untuk membuka jalur masuk bagi glukosa. Namun pada kasus tipe 2, sel-sel target

mengalami penurunan responsivitas (desensitisasi) terhadap insulin, sehingga menghambat internalisasi glukosa ke dalam kompartemen intraseluler. Pada fase awal gangguan toleransi glukosa, homeostasis gula darah sebenarnya masih dapat dipertahankan dalam batas normal melalui mekanisme kompensasi berupa hiperinsulinemia (peningkatan sekresi insulin oleh pankreas). Kendati demikian, apabila sel beta pankreas mengalami kelelahan kronis dan gagal memenuhi kebutuhan insulin yang terus melonjak, kadar gula darah akan meningkat signifikan dan memicu onset diabetes tipe 2.

Meskipun terjadi defek pada proses sekresi insulin, kuantitas hormon yang bersirkulasi pada penderita diabetes tipe 2 umumnya masih mencukupi untuk menghambat proses lipolisis dan mencegah pembentukan badan keton yang masif. Karakteristik ini menjelaskan mengapa ketoasidosis diabetik jarang dijumpai pada populasi tipe 2. Namun demikian, kegagalan kontrol glikemik dalam jangka panjang berisiko memicu komplikasi akut yang fatal, yaitu *Hyperosmolar Hyperglycemic State* (HHS) atau sindrom hiperglikemik hiperosmolar non-ketotik (HHNK). Mengingat penurunan toleransi glukosa berlangsung secara laten dan progresif selama bertahun-tahun, manifestasi klinis diabetes tipe 2 sering kali tidak disadari pada tahap awal. Ketika keluhan mulai muncul, gejalanya cenderung bersifat asimtomatik atau ringan, seperti letargi (kelelahan), emosi tidak stabil, poliuria (sering berkemih), polidipsia (rasa haus berlebih), perlambatan penyembuhan luka dermal, kandidiasis vagina, hingga gangguan visus/pandangan kabur akibat efek hiperglikemia ekstrem. Dalam perjalanan klinisnya, hiperglikemia kronis

yang tidak terkontrol akan merusak integritas berbagai sistem organ tubuh melalui proses patologis yang dikenal sebagai komplikasi diabetes. Berdasarkan diameter pembuluh darah yang mengalami kerusakan, komplikasi kronis ini dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu gangguan makrovaskular dan mikrovaskular. Kelompok komplikasi mikrovaskular secara spesifik meliputi degenerasi fungsional jaringan saraf (neuropati diabetik), kerusakan struktural pada unit filtrasi ginjal (nefropati diabetik), serta kerusakan pada pembuluh darah retina mata atau retinopati diabetik (Ricixa, 2023).

3. Tanda Dan Gejala

Aspek klinis diabetes melitus sering kali bersifat asimtomatik pada fase laten, sehingga eksistensinya kerap kali tidak disadari oleh individu yang bersangkutan. Indikator awal yang mencerminkan progresi penyakit ini diidentifikasi melalui eskalasi konsentrasi glukosa dalam sirkulasi darah. Ketika ambang batas ginjal terhadap glukosa (*renal threshold*) terlampaui, yakni saat kadar gula darah menyentuh angka 160–180 mg/dl, maka sistem filtrasi ginjal akan mengekskresikan kelebihan gula tersebut ke dalam urine, sebuah fenomena klinis yang dikenal sebagai glukosuria (Perkeni, 2021).

Kemunculan manifestasi akut pada penderita diabetes melitus sangat variatif dan subjektif. Sebagian pasien menunjukkan gejala klinis sejak tahap awal onset penyakit, sementara sebagian lainnya baru mengeluhkan gangguan kesehatan ketika patologi telah memasuki stadium lanjut. Secara umum, sindrom awal yang kerap bermanifestasi pada penderita meliputi:

1. Polifagia (Peningkatan Nafsu Makan yang Ekstrem)

Kondisi ini berakar dari gangguan fungsi maupun defisiensi insulin yang menghambat pemanfaatan glukosa oleh jaringan perifer. Akibat tidak adanya pasokan energi yang masuk ke dalam sel-sel tubuh, penderita akan mengalami letargi atau kelemahan fisik kronis. Sebagai kompensasi biologis untuk memenuhi kebutuhan energi, pusat regulasi di otak akan menstimulasi rasa lapar secara kontinu.

2. Polidipsia (Rasa Haus yang Intens)

Efek domino dari ekskresi urine yang masif memicu dehidrasi seluler dalam tubuh. Guna mengompensasi kehilangan cairan tersebut, mekanisme homeostasis tubuh akan mengaktifkan sinyal haus agar individu meningkatkan asupan cairan. Namun, kecenderungan penderita untuk mengonsumsi minuman berpemanis justru memperparah kondisi hiperglikemia yang ada

3. Poliuria (Peningkatan Volume dan Frekuensi Ekskresi Urine)

Ketika saturasi glukosa darah berada di atas ambang normal, ginjal akan berupaya membuang kelebihan gula melalui urine. Prinsip osmosis menyebabkan molekul air ikut tertarik bersama glukosa, yang berimplikasi pada lonjakan volume urine serta peningkatan frekuensi berkemih penderita.

Penegakan diagnosis klinis diabetes melitus dapat diindikasikan apabila pasien memenuhi sekurang-kurangnya dua dari kriteria diagnostik berikut:

- a. Manifestasi Trias Diabetik, yang mencakup gejala klasik berupa polidipsia

(banyak minum), poliuria (banyak kencing), disertai dengan penyusutan massa tubuh tanpa penyebab yang jelas.

- b. Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan kadar glukosa darah dalam kondisi puasa bertengger di angka lebih dari 120 mg/dl.
- c. Hasil uji klinis menunjukkan parameter kadar glukosa darah dua jam pasca-prandial (setelah makan) berada di atas 200 mg/dl.

Secara lebih terperinci, indikasi klinis serta tanda khas yang menyertai perjalanan penyakit diabetes melitus dijabarkan sebagai berikut:

4. Frekuensi buang air kecil yang meningkat

Ketidakmampuan seluler dalam mengutilisasi glukosa secara optimal memicu fenomena hiperglikemia. Ginjal merespons kondisi ini dengan meningkatkan ekskresi glukosa melalui urine. Proses filtrasi dan klirens ini menghasilkan volume urine yang melimpah. Gejala ini sering kali mengganggu pola istirahat pada malam hari karena penderita berkali-kali terbangun untuk berkemih (nokturia).

5. Sensasi haus berlebihan

Kehilangan cairan tubuh yang masif melalui urinasi memaksa tubuh mengaktifkan mekanisme pertahanan alami berupa rasa haus yang hebat. Fenomena polidipsia ini murni merupakan upaya fisiologis tubuh untuk memulihkan volume cairan intravaskular yang hilang.

6. Rasa lapar yang persisten

Pasien diabetes kerap kali didera rasa lapar yang tidak kunjung reda. Hal ini terjadi karena nutrien yang dikonsumsi gagal dikonversi menjadi

energi intraseluler akibat resistensi atau defek insulin, sehingga sel-sel tubuh senantiasa berada dalam kondisi "kelaparan".

7. Penyusutan Berat Badan Secara Progresif

Penurunan massa tubuh pada penderita diabetes disebabkan oleh anomali metabolisme karbohidrat. Ketika kompartemen seluler tidak lagi menerima glukosa sebagai bahan bakar energi, tubuh terpaksa menginisiasi jalur katabolisme alternatif dengan memecah cadangan jaringan adiposa (lemak) dan massa otot, sehingga berat badan menurun drastis.

8. Degradasi Kualitas Penglihatan (Pandangan Kabur)

Efek kronis dari hiperglikemia yang tidak terkontrol dalam jangka panjang berisiko merusak struktur vaskular pada organ penglihatan, yang berpotensi memicu kebutaan permanen. Hiperglikemia yang berlangsung menahun memperlemah dinding pembuluh darah kapiler di area retina, memicu kebocoran mikrovaskular, serta menstimulasi pelepasan makromolekul protein berbahaya atau eksudat.

B. Gula Darah Sewaktu

1. Definisi

Glukosa darah merepresentasikan senyawa sakarida yang bersirkulasi dalam sistem vaskular, yang disintesis sebagai produk akhir dari proses katabolisme karbohidrat. Fluktuasi konsentrasi gula darah memiliki korelasi linear yang sangat erat dengan patologi diabetes melitus (DM). Dalam sistem fisiologis, glukosa berperan sebagai substrat energi primer bagi metabolisme seluler, khususnya pada eritrosit (sel darah merah) dan jaringan serebral

(otak). Akumulasi glukosa yang melebihi kebutuhan metabolik segera akan dikonversi dan disimpan dalam bentuk glikogen pada jaringan hepar serta otot rangka. Regulasi homeostasis glukosa ini dikendalikan secara rigid oleh aktivitas antagonis dari hormon insulin dan glukagon yang disekresikan oleh organ pankreas. Secara garis besar, entitas DM dikelompokkan menjadi dua varian klinis utama, yakni DM tipe 1 dan DM tipe 2. Manifestasi patologis DM tipe 1 berakar dari destruksi struktural sel β pankreas, yang berimplikasi pada minimalnya atau hilangnya kapasitas sintesis insulin endogen secara total. Dampaknya, individu dengan DM tipe 1 mutlak mengandalkan substitusi insulin eksogen guna mempertahankan homeostasis metabolisme glukosa. Di sisi lain, karakteristik DM tipe 2 diindikasikan oleh fenomena hiperglikemia yang dominan dipicu oleh insufisiensi sekresi insulin oleh pankreas, sehingga mengacaukan mekanisme kontrol konsentrasi glukosa dalam sirkulasi darah. Berdasarkan standardisasi dari *American Diabetes Association* (ADA), konfirmasi diagnosis diabetes melitus dapat ditegakkan apabila hasil skrining glukosa darah sewaktu menunjukkan angka > 200 mg/dL atau jika kadar glukosa darah puasa menyentuh ambang > 126 mg/dL. Penegakan parameter klinis tersebut idealnya bermanifestasi bersamaan dengan kemunculan sindrom klasik diabetik, yang meliputi polifagia (peningkatan nafsu makan), polidipsia (rasa haus patologis), poliuria (diuresis dengan volume masif), serta penyusutan berat badan yang progresif tanpa etiologi yang jelas (Nurfajriah *et al.*, 2020). Skrining laboratorium terhadap profil glukosa darah serta kolesterol bertindak sebagai parameter terpercaya

untuk mengevaluasi status metabolisme sistemik tubuh. Adanya lonjakan nilai yang melewati ambang batas fisiologis normal berfungsi sebagai instrumen peringatan dini bagi individu untuk segera melakukan modifikasi perilaku dan gaya hidup. Intervensi preventif ini sangat krusial guna memitigasi onset komplikasi kronis akibat DM maupun hiperkolesterolemia. Terlebih lagi, sindrom penyakit degeneratif seperti diabetes dan hiperkolesterolemia dapat menginfeksi siapa saja tanpa memandang batasan kronologis usia, etnisitas, maupun aspek geografis tempat tinggal (Aini et al., 2021).

2. Pemeriksaan Kadar Gula Darah

1. Pemeriksaan Kadar Gula Darah Sewaktu

Aktivitas pengukuran gula darah sewaktu (GDS) merupakan salah satu instrumen klinis untuk mengevaluasi konsentrasi glukosa darah yang bersifat fleksibel, karena dapat diimplementasikan kapan saja tanpa harus mempertimbangkan durasi waktu dari konsumsi pangan terakhir pasien. Secara umum, hasil interpretasi klinis dengan angka di bawah 200 mg/dL mengindikasikan bahwa status glikemik pasien masih berada pada koridor normal. Sebaliknya, apabila capaian parameter GDS menyentuh atau melampaui angka 200 mg/dL, hal tersebut menjadi sinyal kuat adanya indikasi diabetes melitus, terlebih jika didukung oleh manifestasi klinis yang spesifik. Di samping fungsi skrining, fluktuasi nilai GDS juga dioptimalkan oleh praktisi medis sebagai pedoman dalam merumuskan strategi terapeutik jangka pendek. Capaian angka GDS menjadi fundamen

dalam melakukan titrasi atau penyesuaian dosis regimen farmakoterapi, baik untuk agen antidiabetes oral maupun insulin eksogen yang diperlukan oleh pasien. Kendati demikian, validitas hasil uji GDS ini sangat rentan dipengaruhi oleh variabel eksternal, terutama jenis karbohidrat dan volume makanan yang dikonsumsi sebelum pemeriksaan. Oleh karena sensitivitasnya yang relatif lebih rendah, metode GDS tidak diposisikan sebagai instrumen diagnostik primer, melainkan lebih direkomendasikan sebagai deteksi awal pada individu yang telah menunjukkan gejala klasik diabetik (Pamungkas *et al.*, 2021).

2. Pemeriksaan Kadar Gula Darah Puasa (GDP)

Pengukuran kadar glukosa darah puasa (GDP) lazimnya diposisikan sebagai instrumen evaluasi lanjutan pasca-skrining gula darah sewaktu. Prosedur penentuan GDP mengharuskan subjek untuk menjalani restriksi asupan kalori atau berpuasa selama kurun waktu minimal 8 jam, dengan pengecualian konsumsi air putih. Skrining GDP diakui memiliki tingkat validitas dan akurasi yang tinggi dalam membantu menegaskan konfirmasi diagnosis klinis diabetes melitus. Adapun stratifikasi interpretasi hasil berdasarkan nilai parameter GDP dikelompokkan ke dalam beberapa ketentuan berikut:

- a. Status Normal: < 100 mg/dL (setara dengan 5,6 mmol/L).
- b. Status Prediabetes: 100–125 mg/dL (setara dengan 5,6 hingga 6,9 mmol/L).
- c. Status Diabetes: ≥ 126 mg/dL (setara dengan ≥ 7 mmol/L)

Kondisi prediabetes mengindikasikan sebuah fase transisi di mana konsentrasi glukosa dalam sirkulasi darah telah melampaui batas fisiologis normal, namun belum mencapai kriteria diagnosis diabetes melitus. Pada tahapan kritis ini, modifikasi perilaku dan penataan gaya hidup sehat sangat direkomendasikan demi menekan risiko progresi patologis menjadi penyakit diabetes mellitus (Pamungkas *et al.*, 2021)

3. Pemeriksaan glukosa darah postprandial

Evaluasi glukosa darah postprandial diimplementasikan dengan mengukur kadar gula darah tepat dua jam setelah subjek mengonsumsi makanan, pasca-menjalani fase puasa sebelumnya. Penentuan interval waktu dua jam tersebut didasarkan pada mekanisme kronologis fisiologis tubuh, di mana aktivitas hormon insulin secara normal akan mendeprime kadar gula darah untuk kembali mendekati batas basal. Esensi dari pemeriksaan postprandial ini adalah untuk mengukur efektivitas dan kapasitas fungsional tubuh dalam mengendalikan lonjakan glukosa pasca-asupan nutrisi. Secara teknis, tahapan pengujian diawali dengan puasa pra-tes selama 8 hingga 12 jam, diikuti oleh konsumsi makanan sesuai dengan kebiasaan menu harian pasien. Setelah proses makan selesai hingga jendela waktu pengambilan sampel tiba, pasien diinstruksikan untuk tidak mengonsumsi makanan atau minuman kalori apa pun, guna memastikan bahwa hasil yang diperoleh murni merepresentasikan respons regulasi tubuh terhadap glukosa makanan. Akurasi dan validitas capaian parameter glukosa darah ini sangat dependen pada beragam variabel, dengan jenis

serta volume komposisi pangan yang dikonsumsi sebelum tes bertindak sebagai determinan utama. Oleh karena itu, tingkat kepatuhan pasien terhadap petunjuk persiapan pra-klinis memegang peranan krusial untuk menjamin hasil pengukuran yang valid, representatif, dan dapat diandalkan oleh tenaga medis (Pamungkas *et al.*, 2021). Adapun klasifikasi untuk kadar glukosa darah 2 jam postprandial meliputi:

Kategori Kadar Glukosa Darah 2 Jam Postprandial

- a. StatusNormal : < 140 mg/dL (setara dengan 7,8 mmol/L).
- b. StatusDiabetes : ≥ 180 mg/dL

4. Hemoglobin A1c (HbA1c)

Hemoglobin A1c (HbA1c) merupakan komponen fraksi minor dari hemoglobin yang mengalami reaksi glikasi, yaitu sebuah proses biokimia di mana molekul glukosa berikatan langsung secara kovalen dengan hemoglobin di dalam sel darah merah (eritrosit). Dalam terminologi medis, HbA1c juga kerap diidentifikasi sebagai hemoglobin terglikasi atau *glycohemoglobin*. Parameter laboratorium ini dioptimalkan untuk mengevaluasi stabilitas kontrol glukosa darah jangka panjang pada penderita DM, karena mampu merepresentasikan rata-rata konsentrasi gula darah selama kurun waktu 2 sampai 3 bulan ke belakang. Selain bertindak sebagai indikator monitoring glikemik, indeks HbA1c sangat adaptif digunakan dalam menilai efektivitas intervensi terapeutik, mencakup evaluasi kepatuhan diet, intensitas aktivitas fisik, hingga responsivitas terhadap obat antidiabetes. Hemoglobin itu sendiri merupakan

metaloprotein di dalam eritrosit yang bertanggung jawab dalam pemenuhan suplai oksigen ke seluruh jaringan somatik tubuh. Pada kondisi diabetes yang tidak teregulasi dengan baik, saturasi glukosa darah yang tinggi secara persisten akan mempercepat pembentukan senyawa hemoglobin terglukasi ini. Apabila hiperglikemia bertahan secara kontinu dalam beberapa minggu terakhir, maka agregasi nilai HbA1c yang terukur akan mencatatkan lonjakan yang linear. Pemeriksaan HbA1c pada populasi diabetes memberikan gambaran mengenai profil rata-rata glukosa darah kumulatif yang selaras dengan siklus hidup biologis sel darah merah (Pamungkas *et al.*, 2021)

C. Pola Konsumsi Makanan Minuman Manis

1. Makanan Manis

Asupan kudapan manis yang melewati ambang batas toleransi tubuh berisiko memicu manifestasi patologi kronis, salah satunya adalah diabetes melitus tipe 2. Berdasarkan maklumat Riskesdas 2018 oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, batas aman paparan gula harian direkomendasikan maksimal sebanyak 4 sendok makan atau ekuivalen dengan 50 gram per hari (Aisyah & Afrinis, 2025). Makanan manis dikategorikan ke dalam kelompok komoditas pangan berisiko tinggi karena karakteristik gizinya yang asimetris, yaitu padat kalori dan kaya sakarida terglukasi namun sangat minim zat gizi esensial. Akumulasi konsumsi produk ini secara berlebih menjadi stimulator utama lonjakan berat badan, obesitas, hingga memicu anomali metabolisme seperti prediabetes dan diabetes tipe 2,

khususnya pada populasi usia adolesens dengan tingkat kepatuhan gaya hidup yang buruk (Asriati, *et al.*, 2023). Komoditas jajanan seperti bakeri, permen, biskuit, serta cokelat memiliki andil signifikan terhadap eskalasi insidensi diabetes melitus, terutama jika asupannya masif dan tidak diimbangi dengan manajemen aktivitas fisik harian yang adekuat. Studi empiris oleh Veridiana dan Nurjana (2019) membuktikan bahwa individu dengan habituasi konsumsi biskuit manis yang intens memiliki peluang risiko hingga 1.198 kali lebih tinggi untuk menderita diabetes melitus dibandingkan dengan populasi non-konsumen. Kualitas pola diet ini kian terdegradasi akibat rendahnya pemenuhan kebutuhan serat pangan dan protein, sehingga mengakibatkan lonjakan glukosa darah pasca-prandial terjadi lebih fluktuatif dan cepat (Basiroh, *et al.*, 2025).

Kelompok mahasiswa merepresentasikan fase dewasa muda yang rentan mengalami pergeseran pola konsumsi pangan. Pergeseran tersebut dipicu oleh dinamika aktivitas akademik yang padat, asimilasi gaya hidup modern, serta kemudahan akses terhadap produk *fast food* maupun minuman berpemanis. Kultur sosiologis seperti kebiasaan berkumpul (*nongkrong*), aktivitas belajar hingga larut malam (*nocturnal lifestyle*), serta tingginya preferensi terhadap minuman tren kekinian menjadi variabel determinan yang mendongkrak akumulasi konsumsi makanan dan minuman tinggi gula di kalangan civitas akademika muda (Iqbal *et al.*, 2023).

2. Minuman Manis

1. Pengertian

Minuman kemasan didefinisikan sebagai produk olahan siap konsumsi, baik yang dipasarkan dalam bentuk cairan maupun bubuk rekonstitusi, bersifat non-alkohol, serta diintegrasikan dengan bahan tambahan pangan (BTP) alami maupun sintetik dalam wadah tertutup yang higienis. Varian produk ini sangat beragam, di mana minuman manis menjadi salah satu komoditas yang paling mendominasi pasar. Minuman berpemanis (*sugar-sweetened beverages*) mengacu pada sediaan cairan yang mengandung pemanis berkalori tinggi yang mampu mendongkrak densitas energi produk tanpa disertai nilai gizi mikro yang proporsional. Modernisasi zaman yang menuntut efisiensi waktu turut memicu ketergantungan manusia terhadap kepraktisan produk minuman instan ini (Anwar & Puspitasari, 2024).

Retensi gula sederhana dalam kuantitas tinggi yang disuplai oleh minuman manis terbukti mempercepat onset sindrom metabolik, termasuk diabetes tipe 2. Merujuk pada publikasi Riskesdas (2013), prevalensi konsumsi pangan atau minuman manis di populasi mencapai 53,1%, diikuti oleh makanan khusus sebesar 40,7%, dan produk pangan berpenyedap yang mendominasi hingga 77,3%. Terkait status hiperglikemia ekstrem dengan indikator gula darah >200 mg/dL, kondisi ini linier dengan asupan gula tambahan di atas 4 sendok makan pada masakan atau kebiasaan meminum cairan manis sebanyak 1–2 gelas per

hari. Sementara itu, status gula darah sedang pada rentang 90 mg/dL–199 mg/dL diidentifikasi pada 4 responden (15%), dan kadar gula darah normal berkorelasi dengan batas aman konsumsi gula maksimal 4 sendok makan (Arista *et al.*, 2018).

Kontributor utama surplus asupan gula pada kelompok anak dan remaja bersumber dari produk minuman dalam kemasan, khususnya minuman ringan (*soft drinks*), teh siap minum (*ready-to-drink tea*), serta minuman berenergi. Riset yang dipimpin oleh Malik menegaskan bahwa paparan rutin minuman manis secara signifikan menstimulasi obesitas, resistensi insulin, dan diabetes tipe 2. Dalam satu unit botol minuman kemasan komersial, konsentrasi gulanya dapat mencapai 25 hingga 35 gram, yang setara dengan akumulasi 5 hingga 7 sendok teh gula. Jika habituasi ini berlangsung kontinu tanpa kompensasi aktivitas fisik, gangguan homeostasis metabolisme tubuh akan berjalan secara progresif, terutama pada fase adolesens yang berada dalam masa pertumbuhan aktif. Rendahnya literasi gizi remaja mengenai cara menginterpretasikan label informasi nilai gizi pada kemasan produk menyebabkan mayoritas dari mereka tidak menyadari bahaya laten dari tingginya kadar gula tersebut. Kerentanan ini kian diperparah oleh penetrasi iklan dan strategi promosi media yang mengonstruksikan minuman kemasan sebagai simbol gaya hidup modern, dengan segmen pasar utama menyasar kalangan pelajar. Oleh karena itu, edukasi dan intervensi sejak dini pada generasi muda mutlak diperlukan guna membangun pemahaman tentang konsekuensi

kesehatan jangka panjang akibat pola makan yang tidak higienis (Lestari et al., 2025)

2. Jenis-Jenis Minuman Manis

Beberapa klasifikasi minuman manis berbasis karbohidrat atau *sugar-sweetened beverages* (SSB) yang kerap dianalisis dalam berbagai studi epidemiologi antara lain:

- 1) Minuman Ringan Berkarbonasi: Minuman berkarbonasi atau soda umumnya memiliki kadar glukosa yang sangat tinggi karena menggunakan sirup jagung tinggi fruktosa (high-fructose corn syrup) atau sukrosa dalam konsentrasi besar. Pada setiap 355 ml cairan soda, kandungan gulanya dapat mencapai 40 gram atau ekuivalen dengan 10 sendok teh gula, yang memicu surplus kalori dan meningkatkan risiko obesitas.
- 2) Minuman Energi dan Minuman Olahraga: Jenis produk ini sering dimanfaatkan untuk mendukung status hidrasi dan suplai energi instan saat melakukan aktivitas fisik. Kendati demikian, produk ini menyimpan densitas gula yang tinggi, berkisar antara 20 hingga 30 gram per botol, di mana penambahan gula tersebut secara nutrisi kurang diperlukan dan justru memperberat total asupan kalori harian.
- 3) Minuman Jus Buah dengan Tambahan Pemanis: Berbeda dengan ekstrak buah murni, jus buah komersial telah melalui proses pengolahan sekunder dengan penambahan gula pasir atau sirup eksternal. Penambahan pemanis ini menyumbang kadar gula ≥ 20 gram

per porsi, sebuah nilai konsentrasi yang setara dengan produk minuman ringan soda.

- 4) Teh Manis dan Kopi Siap Minum: Kopi dan teh siap minum dalam kemasan botol atau kaleng yang beredar di pasaran umumnya dibekali dengan kadar gula tinggi, berkisar antara 15 hingga 25 gram per kemasan, sehingga konsumsi yang tidak terkontrol berpotensi merusak sistem regulasi kesehatan tubuh.

Secara universal, rumpun komoditas SSB ini memiliki karakteristik kadar gula yang ekstrem. Habituasi konsumsi yang bersifat rutin atau berlebihan dipastikan akan mengganggu stabilitas kesehatan metabolik, mengeskalasi risiko onset diabetes tipe 2, obesitas, serta memicu komorbiditas kronis lainnya. Komposisi zat gizi dalam komoditas SSB sangat tidak seimbang sehingga tidak dapat diposisikan sebagai substitusi makanan utama. Berbeda dengan matriks pangan padat, gula cair dalam SSB menyuplai energi tambahan tanpa memberikan sinyal kenyang pada lambung secara optimal (*low satiety index*), disertai cita rasa manis yang lezat yang berpotensi menimbulkan efek adiksi bagi konsumennya (Larasati, et al., 2015).

3. Aktifitas Fisik

1. Definisi

Aktivitas fisik didefinisikan sebagai modalitas lokomosi atau gerakan anatomis tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka, yang berimplikasi pada eskalasi pengeluaran energi melebihi laju metabolisme basal. Selama pengerahan fisik berlangsung, jaringan otot mengabsorpsi

dan mengutilisasi glukosa dalam kuantitas yang lebih besar dari sirkulasi, sehingga intervensi ini berpengaruh langsung terhadap stabilitas profil gula darah individu. Durasi aktivitas fisik yang dianjurkan untuk memelihara homeostasis tubuh adalah minimal 30 menit per hari, dengan frekuensi berkisar antara 3 hingga 5 kali dalam seminggu. Sebaliknya, perilaku sedentari atau defisit gerak tubuh menjadi stimulator utama lonjakan glukosa darah, terutama bagi kelompok populasi yang memiliki kerentanan atau riwayat penyakit diabetes melitus (Aisyah & Afrinis, 2025).

Menurut ketentuan *World Health Organization* (WHO), ruang lingkup aktivitas fisik tidak melulu bersumber dari program olahraga yang terstruktur, melainkan mencakup mobilitas harian seperti berjalan kaki, bersepeda, menaiki anak tangga, rekreasi aktif, serta seluruh aktivitas domestik yang memicu metabolisme energi otot rangka. Kepatuhan terhadap olahraga atau gerak tubuh yang konsisten terbukti memberikan proteksi ganda terhadap derajat kesehatan somatik (fisik) maupun psikis (mental) seseorang. Di lingkungan perguruan tinggi, aktivitas fisik memegang peranan krusial sebagai pilar gaya hidup sehat mahasiswa. Kendati demikian, tingginya tekanan beban kurikulum akademik, dependensi terhadap teknologi digital (gadget), serta tingginya durasi duduk harian menyebabkan mayoritas mahasiswa terjebak dalam pola hidup tidak aktif. Kondisi penurunan kebugaran ini berpotensi meningkatkan kerentanan mereka terhadap paparan penyakit tidak menular

(PTM) di masa depan (Indah *et al.*, 2024).

2. Patofisiologi

Aktivitas fisik bertindak sebagai regulator esensial dalam tata kelola homeostasis dan metabolisme glukosa dalam tubuh. Pada saat tubuh melakukan pergerakan, kontraksi mekanis otot rangka secara otomatis memicu lonjakan kebutuhan energi, yang memaksa sel-sel otot mengutilisasi glukosa sirkulasi sebagai substrat bahan bakar utama. Stimulasi fisik yang dilaksanakan secara kontinu juga berperan penting dalam meningkatkan sensitivitas reseptor insulin. Optimalnya fungsi sensitivitas insulin ini merangsang kompartemen seluler tubuh untuk mengabsorpsi glukosa secara lebih efisien, sehingga membantu mempertahankan konsentrasi gula darah pada ambang batas fisiologis normal. Sebaliknya, minimnya olahraga dapat memicu desensitisasi reseptor atau resistensi insulin, suatu kondisi patologis yang mempercepat risiko timbulnya hiperglikemia, prediabetes, hingga onset diabetes melitus tipe 2 (Rahmawati, *et al.*, 2020).

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Fisik Mahasiswa

Variabilitas tingkat partisipasi mahasiswa dalam melakukan aktivitas fisik dipengaruhi oleh multidimensi faktor berikut:

a. Determinan Usia:

Progresi pertambahan umur seseorang umumnya berbanding terbalik dengan intensitas pergerakan fisik harian, di mana aktivitas cenderung mengalami penurunan secara bertahap.

b. Faktor Gender:

Populasi mahasiswa berjenis kelamin laki-laki secara epidemiologi mencatatkan tingkat pengeluaran energi dan frekuensi aktivitas fisik yang relatif lebih tinggi dibandingkan mahasiswa perempuan.

c. Karakteristik Status Gizi:

Individu yang tergolong dalam kategori berat badan berlebih atau obesitas memiliki kecenderungan psikologis dan fisik yang membatasi mereka untuk aktif bergerak.

d. Intensitas Beban Akademik:

Padatnya jadwal perkuliahan, praktikum, serta akumulasi tugas-tugas ilmiah menyita waktu luang mahasiswa, sehingga mereduksi kesempatan mereka untuk berolahraga.

e. Aspek Motivasi dan Literasi Kesehatan:

Tingkat pemahaman dan pengetahuan yang komprehensif mengenai urgensi dan benefit dari olahraga bertindak sebagai stimulan positif yang mendongkrak kesadaran mahasiswa untuk berpartisipasi aktif.

4. Manfaat Aktivitas Fisik

Pembiasaan aktivitas fisik yang terprogram secara periodik menyuplai proteksi kesehatan yang luas, meliputi:

- a. Meregulasi dan mempertahankan stabilitas berat badan pada rentang ideal.
- b. Meningkatkan kapasitas kardiorespirasi serta kebugaran jasmani individu.

- c. Mengoptimalkan sensitivitas fungsional hormon insulin pada jaringan perifer.
- d. Merestorasi dan menurunkan konsentrasi glukosa darah yang berlebih.
- e. Memitigasi risiko klinis munculnya diabetes melitus tipe 2 sejak usia muda.
- f. Menekan peluang terjadinya komplikasi patologi kardiovaskular (jantung dan pembuluh darah).
- g. Mereduksi gangguan psikologis seperti tingkat stres, sindrom kecemasan, hingga depresi.
- h. Memperbaiki arsitektur dan kualitas tidur harian menjadi lebih restoratif.
- i. Membantu meningkatkan kapasitas kognitif, daya konsentrasi, serta capaian prestasi akademik mahasiswa

4. Kuesioner Pola Konsumsi Makanan Minuman Manis

Kuesioner *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) merupakan instrumen evaluasi yang dirancang untuk menghimpun data terkait intensitas atau frekuensi konsumsi beragam jenis bahan pangan maupun makanan siap saji dalam jendela waktu spesifik, seperti skala harian, mingguan, bulanan, hingga tahunan. Melalui pemanfaatan kuesioner frekuensi pangan ini, peneliti dapat memperoleh deskripsi komprehensif mengenai pola konsumsi makanan secara kualitatif. Mengingat cakupan periode observasinya yang relatif panjang serta kapabilitasnya dalam mengklasifikasikan individu berdasarkan stratifikasi tingkat asupan zat gizi, metode FFQ menjadi instrumen yang

paling diunggulkan dalam studi epidemiologi gizi. Pada beberapa variasi kuesioner FFQ, instrumen ini bahkan turut mengintegrasikan poin pertanyaan mengenai teknik pengolahan makanan, pola penggunaan suplemen, hingga preferensi merek dagang produk pangan tertentu. Secara teknis, lembar evaluasi FFQ memuat instrumen penilaian frekuensi diet yang dikelompokkan ke dalam kategori >1x/hari, 1x/hari, 4–6x/minggu, 1–3x/minggu, 1–3x/bulan, serta tidak pernah; yang mencakup rumpun pangan pokok, lauk-pauk (seperti ikan, daging, unggas beserta produk turunannya), variasi sayuran, jenis minuman, hingga asupan suplemen (Isnaini Nur, 2018).

a. Kelebihan kuesioner *Food Frequency Questionare (FFQ)*

Ditinjau dari aspek tujuan aplikasinya, keunggulan utama dari metode FFQ adalah adaptabilitasnya untuk diimplementasikan pada kelompok populasi dengan tingkat literasi (kemampuan membaca dan menulis) yang rendah. Hal ini dimungkinkan karena teknik pengumpulan datanya berbasis pada metode wawancara tatap muka secara langsung (*direct interview*), bukan kuesioner mandiri. Selain itu, FFQ bersifat sangat terstruktur karena seluruh daftar jenis makanan dan minuman telah disusun secara definitif serta disesuaikan dengan pola makan riil responden. Karakteristik pertanyaan yang didominasi oleh bentuk pilihan tertutup (*closed-ended questions*) membuat estimasi waktu wawancara menjadi lebih homogen untuk setiap subjek. Jika dikomparasikan dengan instrumen Survei Konsumsi Pangan (SKP) lainnya, FFQ dinilai lebih representatif dalam menggambarkan habituasi diet jangka panjang seseorang; berbeda

dengan metode *food recall* 24 jam atau *food weighing* (penimbangan) yang hanya berfokus pada asupan aktual dalam satu hari. Apabila metode SKP tingkat individu dipaksakan untuk memetakan fluktuasi konsumsi mingguan atau bulanan guna mengetahui variasi antar-hari, maka pengambilan datanya wajib dilaksanakan secara sekuensial dan berulang. Sebaliknya pada FFQ, proses pengumpulan data cukup dilakukan satu kali tanpa repetisi. Keunggulan lain dari FFQ dibanding *recall* 24 jam adalah tidak memberikan beban kognitif berlebih bagi responden untuk mengingat kembali seluruh rincian asupan nutrisi yang dikonsumsi dalam kurun 24 jam terakhir.

b. Kekurangan Kuesioner Food Frequency Questionnaire (FFQ):

Disamping kelebihan, instrumen FFQ juga memiliki beberapa keterbatasan klinis, antara lain:

1. Menuntut tahapan persiapan instrumen yang relatif lebih rumit dan spesifik di awal studi.
2. Tidak kapabel untuk merefleksikan profil konsumsi aktual harian responden.
3. Mengalami bias dalam mengukur kuantitas atau volume riil makanan yang dihabiskan saat ini.
4. Tidak dapat difungsikan sebagai instrumen mutlak untuk mengukur pemenuhan kecukupan gizi individual secara presisi.

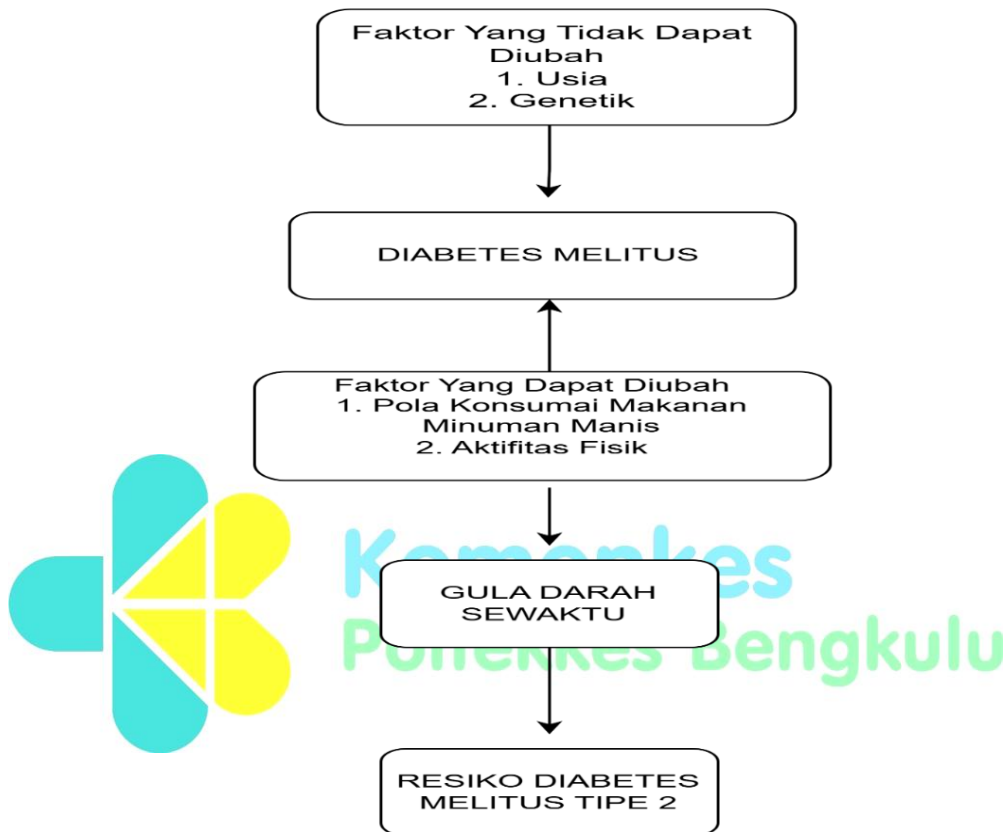
5. Kuesioner Aktifitas Fisik

Aktivitas fisik memegang peranan sebagai komponen determinan

utama dalam struktur *Total Energy Expenditure* (TEE) atau pengeluaran energi total yang sifatnya paling dinamis dan mudah dimodifikasi. Capaian *Physical Activity Level* (PAL) atau tingkat aktivitas fisik yang tinggi terbukti memiliki korelasi linear dengan penurunan risiko penambahan berat badan yang tidak terkontrol serta mereduksi insidensi obesitas pada populasi dewasa (Matthews et al., 2023). Menurut rilis resmi *World Health Organization* (WHO), ruang lingkup aktivitas fisik tidak melulu terbatas pada program olahraga yang terstruktur, melainkan mencakup mobilitas harian seperti berjalan kaki, bersepeda, menaiki anak tangga, rekreasi aktif, serta seluruh aktivitas fisik fungsional yang memicu kontraksi otot rangka hingga menghasilkan pengeluaran kalori. Kepatuhan terhadap aktivitas fisik yang dilakukan secara periodik dan teratur terbukti memberikan proteksi ganda terhadap derajat kesehatan somatik (fisik) maupun psikis (mental) seseorang. Di lingkungan perguruan tinggi, kebiasaan aktif bergerak bertindak sebagai pilar krusial dari gaya hidup sehat mahasiswa. Kendati demikian, tingginya tekanan kurikulum akademik, dependensi yang berlebihan terhadap perangkat teknologi digital, serta tingginya durasi perilaku duduk harian (*sedentary lifestyle*) menyebabkan mayoritas mahasiswa diklasifikasikan memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah. Fenomena penurunan kebugaran ini berpotensi mengekskresikan risiko komorbiditas berupa kerentanan terhadap paparan berbagai penyakit tidak menular (PTM) di masa depan (N Indah et al., 2024).

6. Kerangka Teori

Gambar 1. 1 Kerangka Teori



Sumber : (Perkeni, 2021), (Pamungkas, Adi Usman, Mayasari, 2021), (Ayu Tanzila, 2023), (Asriati, 2023).

7. Hipotesis Penelitian

Asumsi dasar atau dugaan sementara yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ha: Terdapat hubungan yang signifikan antara pola konsumsi makanan dan minuman manis serta tingkat aktivitas fisik dengan tingkat risiko kejadian diabetes melitus tipe 2 pada kalangan mahasiswa Poltekkes Kemenkes Bengkulu tahun 2026.

Ho: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara pola konsumsi makanan dan minuman manis serta tingkat aktivitas fisik dengan tingkat risiko kejadian diabetes melitus tipe 2 pada kalangan mahasiswa Poltekkes Kemenkes Bengkulu tahun 2026.

