

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aktivitas Fisik

1. Definisi

Aktivitas fisik adalah setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka yang memerlukan pengeluaran energi di atas tingkat istirahat (*World Health Organization*, 2020). Aktivitas fisik mencakup seluruh aktivitas yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari, baik pada saat bekerja, belajar, bermain, melakukan pekerjaan rumah tangga, perjalanan (transportasi), maupun kegiatan rekreasi dan olahraga. Aktivitas fisik tidak hanya terbatas pada olahraga terstruktur, tetapi juga meliputi berbagai aktivitas yang melibatkan pergerakan tubuh sehingga meningkatkan pengeluaran energi.

World Health Organization (2020) merekomendasikan agar anak dan remaja usia 5–17 tahun melakukan aktivitas fisik intensitas sedang hingga berat (*moderate-to-vigorous physical activity*) selama rata-rata minimal 60 menit setiap hari. Aktivitas tersebut didominasi oleh aktivitas aerobik, disertai aktivitas yang memperkuat otot dan tulang setidaknya tiga kali dalam seminggu. Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur terbukti memberikan manfaat terhadap kesehatan kardiovaskular, metabolik, muskuloskeletal, kesehatan mental, serta membantu mempertahankan berat badan yang sehat.

Menurut *American College of Sports Medicine* (2022), aktivitas fisik merupakan seluruh gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka sehingga meningkatkan pengeluaran energi di atas kondisi basal. Aktivitas fisik

dibedakan menjadi aktivitas ringan, sedang, dan berat berdasarkan besarnya kebutuhan energi atau *Metabolic Equivalent of Task* (MET).

2. Fisiologi Gerak

Aktivitas fisik memengaruhi berbagai sistem fisiologis tubuh, terutama sistem muskuloskeletal, kardiovaskular, respirasi, dan metabolisme. Ketika seseorang melakukan aktivitas fisik, otot rangka berkontraksi sehingga meningkatkan kebutuhan energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP). Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, tubuh memanfaatkan glukosa dan asam lemak sebagai sumber energi utama melalui proses metabolisme aerob maupun anaerob, tergantung pada intensitas dan durasi aktivitas yang dilakukan (Hall *and* Hall, 2021).

Selama aktivitas fisik, kebutuhan oksigen jaringan meningkat sehingga frekuensi denyut jantung, curah jantung, dan ventilasi paru ikut meningkat. Peningkatan aliran darah menuju otot aktif menyebabkan distribusi oksigen dan zat gizi menjadi lebih optimal. Selain itu, kontraksi otot akan merangsang translokasi protein *glucose transporter type 4* (GLUT-4) ke membran sel otot sehingga pengambilan glukosa dari sirkulasi darah meningkat tanpa sepenuhnya bergantung pada kerja insulin. Mekanisme tersebut menyebabkan kadar glukosa darah cenderung menurun selama dan setelah aktivitas fisik (Sherwood, 2022).

Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur juga meningkatkan sensitivitas insulin, memperbaiki fungsi sel β pankreas, meningkatkan kapasitas oksidatif otot, serta mengurangi penumpukan jaringan lemak, khususnya lemak visceral. Adaptasi fisiologis tersebut berkontribusi dalam menjaga homeostasis glukosa dan menurunkan risiko terjadinya resistensi insulin maupun diabetes melitus tipe 2

(Colberg, Kanaley *and* Corcoran, 2022). Sebaliknya, kurangnya aktivitas fisik menyebabkan penggunaan glukosa oleh otot menurun, pengeluaran energi berkurang, dan dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko gangguan metabolisme glukosa serta berbagai penyakit tidak menular.

3. Jenis Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik gerakan, tujuan, sistem energi yang digunakan, maupun intensitas aktivitas. Pada kelompok remaja, aktivitas fisik tidak hanya diperoleh melalui kegiatan olahraga, tetapi juga melalui aktivitas belajar, kegiatan ekstrakurikuler, permainan, pekerjaan rumah tangga, dan aktivitas sosial yang melibatkan gerakan tubuh.

Berdasarkan tujuan pelaksanaannya, aktivitas fisik dibedakan menjadi aktivitas fisik sehari-hari (*daily physical activity*) dan olahraga (*exercise*). Aktivitas fisik sehari-hari merupakan seluruh aktivitas yang dilakukan sebagai bagian dari rutinitas, seperti berjalan menuju sekolah, menaiki tangga, membersihkan rumah, berkebun, atau membantu pekerjaan orang tua. Sementara itu, olahraga merupakan aktivitas fisik yang dilakukan secara terencana, terstruktur, berulang, dan memiliki tujuan untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran jasmani (Caspersen, Powell *and* Cristenson, 2020). Dengan demikian, olahraga merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik, tetapi aktivitas fisik tidak selalu berupa olahraga.

Menurut *American College of Sports Medicine* (2022), berdasarkan mekanisme kerja otot dan penggunaan energi, aktivitas fisik dapat dibedakan menjadi aktivitas aerobik, aktivitas anaerobik, aktivitas penguatan otot (*muscle strengthening*), aktivitas penguatan tulang (*bone strengthening*), dan aktivitas peregangan (*flexibility exercise*).

a. Aktivitas Aerobik (*Aerobic Physical Activity*)

Aktivitas aerobik merupakan aktivitas yang melibatkan kelompok otot besar secara berulang dan dilakukan dalam waktu yang relatif lama dengan menggunakan oksigen sebagai sumber utama metabolisme energi. Aktivitas ini meningkatkan denyut jantung, frekuensi pernapasan, dan konsumsi oksigen sehingga sangat bermanfaat untuk meningkatkan kebugaran kardiorespirasi. Contoh aktivitas aerobik antara lain berjalan cepat, jogging, berlari, bersepeda, berenang, bermain sepak bola, bulu tangkis, bola basket, dan menari (*World Health Organization*, 2020).

Pada remaja, aktivitas aerobik menjadi komponen utama yang direkomendasikan WHO karena mampu meningkatkan fungsi jantung dan paru, mengontrol berat badan, memperbaiki metabolisme glukosa, meningkatkan sensitivitas insulin, serta menurunkan risiko penyakit tidak menular pada masa dewasa (Bull *et al.*, 2020).

b. Aktivitas Anaerobik (*Anaerobic Physical Activity*)

Aktivitas anaerobik merupakan aktivitas yang dilakukan dalam waktu singkat dengan intensitas tinggi sehingga kebutuhan energi lebih cepat daripada kemampuan tubuh menyediakan oksigen. Energi diperoleh melalui metabolisme anaerob, terutama dari pemecahan glikogen di dalam otot. Aktivitas ini bertujuan meningkatkan kekuatan, daya ledak (*power*), dan kecepatan gerakan. Contohnya meliputi sprint, lompat jauh, lompat tinggi, angkat beban, dan latihan interval intensitas tinggi (*high-intensity interval training/HIIT*) (Hall and Hall, 2021).

Meskipun durasinya relatif singkat, aktivitas anaerobik tetap memberikan manfaat metabolik, antara lain meningkatkan massa otot, memperbaiki sensitivitas insulin, serta meningkatkan kapasitas penyimpanan glikogen pada jaringan otot.

c. Aktivitas Penguatan Otot (*Muscle-Strengthening Activity*)

Aktivitas penguatan otot merupakan aktivitas yang bertujuan meningkatkan kekuatan, daya tahan, dan fungsi otot rangka melalui pemberian beban atau tahanan terhadap kontraksi otot. Aktivitas ini dapat dilakukan menggunakan berat badan sendiri (*body weight exercise*), alat latihan, maupun beban tambahan. Contohnya meliputi push-up, sit-up, squat, pull-up, latihan menggunakan resistance band, dan latihan beban (*American College of Sports Medicine, 2022*).

WHO merekomendasikan agar anak dan remaja melakukan aktivitas penguatan otot setidaknya tiga kali dalam seminggu sebagai bagian dari aktivitas fisik rutin. Latihan penguatan otot membantu meningkatkan massa otot, kepadatan mineral tulang, koordinasi gerak, serta memperbaiki metabolisme glukosa.

d. Aktivitas Penguatan Tulang (*Bone-Strengthening Activity*)

Aktivitas penguatan tulang merupakan aktivitas yang memberikan tekanan mekanis pada jaringan tulang sehingga merangsang pembentukan dan peningkatan kepadatan tulang. Aktivitas ini sangat penting pada masa remaja karena sekitar 90% massa tulang puncak terbentuk sebelum usia dewasa. Contoh aktivitas penguatan tulang meliputi melompat, skipping, bermain basket, voli, sepak bola, lari, dan senam (*World Health Organization, 2020*)

Aktivitas tersebut membantu meningkatkan kekuatan tulang, menurunkan risiko osteoporosis pada usia lanjut, serta mendukung pertumbuhan dan perkembangan sistem muskuloskeletal.

e. Aktivitas Peregangan (*Flexibility Exercise*)

Aktivitas peregangan merupakan latihan yang bertujuan meningkatkan fleksibilitas sendi dan elastisitas otot sehingga ruang gerak sendi menjadi lebih optimal. Peregangan dapat dilakukan sebelum maupun setelah aktivitas fisik sebagai bagian dari pemanasan (*warming up*) dan pendinginan (*cooling down*). Contoh latihan peregangan meliputi peregangan statis, peregangan dinamis, yoga, dan pilates (*American College of Sports Medicine, 2022*).

Latihan fleksibilitas berperan dalam mengurangi kekakuan otot, meningkatkan postur tubuh, memperbaiki keseimbangan, serta menurunkan risiko cedera selama melakukan aktivitas fisik.

4. Klasifikasi

Menurut Ekelund *et al.* (2024) aktivitas fisik diklasifikasikan berdasarkan intensitas metaboliknya menggunakan satuan *Metabolic Equivalent of Task* (MET), yaitu Aktivitas ringan memiliki intensitas <3 METs, aktivitas sedang berkisar 3–5,9 METs, sedangkan aktivitas berat memiliki intensitas ≥ 6 METs. Klasifikasi ini penting karena masing-masing intensitas memberikan dampak fisiologis yang berbeda terhadap sistem kardiovaskular dan metabolisme glukosa.

a. Aktivitas Intensitas Ringan (*Light Physical Activity*)

Aktivitas fisik ringan merupakan aktivitas yang memerlukan pengeluaran energi rendah, yaitu sekitar <3 METs (*Metabolic Equivalent of Task*). Aktivitas ini hanya menyebabkan sedikit peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernapasan sehingga seseorang masih dapat berbicara dengan nyaman tanpa merasa lelah. Contohnya adalah berjalan santai atau melakukan pekerjaan rumah ringan. Meskipun dampaknya relatif kecil, aktivitas ringan tetap berperan dalam

mengurangi waktu sedentari, yang diketahui berkaitan dengan peningkatan risiko penyakit metabolik.

b. Aktivitas Intensitas Sedang (*Moderate Physical Activity*)

Aktivitas fisik sedang merupakan aktivitas dengan intensitas sekitar 3–5,9 METs yang menyebabkan peningkatan denyut jantung, frekuensi napas, dan tubuh mulai berkeringat, namun seseorang masih dapat berbicara selama melakukan aktivitas. WHO merekomendasikan agar remaja melakukan aktivitas fisik intensitas sedang 150-300 menit per minggu atau sekitar 30-60 menit sehari untuk memperoleh manfaat kesehatan yang optimal. Aktivitas tersebut berperan dalam meningkatkan kebugaran jasmani, memperbaiki sensitivitas insulin, serta membantu menjaga kadar glukosa darah tetap normal. Contoh aktivitas ini meliputi berjalan cepat dan bersepeda santai.

c. Aktivitas Intensitas Berat (*Vigorous Physical Activity*)

Aktivitas fisik berat merupakan aktivitas dengan intensitas ≥ 6 METs yang menyebabkan peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernapasan secara nyata sehingga seseorang sulit berbicara panjang saat melakukan aktivitas. WHO menganjurkan agar aktivitas berat yang bersifat aerobik maupun aktivitas penguatan otot dan tulang dilakukan sebagai bagian dari aktivitas fisik mingguan, minimal tiga hari dalam satu minggu, dengan durasi 75-150 menit per minggu atau sekitar 15-30 menit sehari.. Contohnya termasuk lari cepat atau olahraga kompetitif. Aktivitas ini berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas kardiorespirasi dan perbaikan regulasi metabolik, termasuk peningkatan sensitivitas insulin.

5. Pengukuran Aktivitas Fisik

Pada penelitian ini, tingkat aktivitas fisik responden diukur menggunakan *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* (PAQ-A). *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* (PAQ-A) adalah instrumen yang dirancang khusus oleh Kowalski, Crocker, dan Donen pada tahun 2004 di University of Saskatchewan, Kanada untuk menilai tingkat aktivitas fisik umum pada remaja usia 14–19 tahun dalam tujuh hari terakhir. Instrumen ini banyak digunakan dalam penelitian pada populasi sekolah karena sesuai dengan karakteristik aktivitas remaja dan mampu menggambarkan pola aktivitas fisik secara umum. PAQ-A terdiri dari sembilan butir pertanyaan, delapan pertanyaan utama untuk menentukan skor akhir. Sedangkan satu pertanyaan tambahan digunakan untuk mengidentifikasi hambatan aktivitas seperti sakit atau cedera selama satu minggu terakhir.

Skor PAQ-A diperoleh dengan menghitung rata-rata skor dari sembilan butir pertanyaan sehingga menghasilkan nilai antara 1,00 sampai 5,00. Adapun rincian perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Item 1 menilai daftar aktivitas olahraga di waktu luang, skor akhirnya diambil dari rata-rata seluruh jenis aktivitas yang dipilih.
- b. Item 2 sampai 7 menilai aktivitas fisik selama jam sekolah, istirahat, sepulang sekolah, dan akhir pekan. Skor diambil langsung dari pilihan jawaban responden (1-5).
- c. Item 8 menilai frekuensi aktivitas setiap hari selama seminggu. Skor item ini didapat dari rata-rata nilai aktivitas selama 7 hari tersebut.

Mengacu pada penelitian Pradana dan Winarno (2025), skor PAQ-A diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu rendah (1,00-2,33), sedang (2,34-3,66),

dan tinggi (3,67-5,00). Semakin tinggi skor menunjukkan Tingkat aktivitas yang semakin tinggi.

B. Kadar Glukosa Darah

1. Definisi

Glukosa merupakan monosakarida yang menjadi sumber energi utama bagi hampir seluruh sel tubuh, terutama otak, sistem saraf pusat, dan eritrosit. Glukosa diperoleh dari hasil pencernaan karbohidrat dalam makanan, kemudian diserap melalui usus halus dan diedarkan ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Kadar glukosa darah adalah konsentrasi glukosa yang terdapat dalam darah pada waktu tertentu sebagai hasil keseimbangan antara proses penyerapan glukosa, produksi glukosa oleh hati, penggunaan glukosa oleh jaringan tubuh, serta regulasi hormon, terutama insulin dan glukagon (Hall *and* Hall, 2021).

Menurut Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI), kadar glukosa darah merupakan parameter penting yang digunakan untuk menilai status metabolisme glukosa seseorang. Kadar glukosa darah dipertahankan dalam batas normal melalui mekanisme homeostasis yang melibatkan kerja hormon insulin dan hormon kontraregulasi lainnya. Gangguan pada mekanisme tersebut dapat menyebabkan peningkatan maupun penurunan kadar glukosa darah yang berisiko menimbulkan berbagai komplikasi metabolik (Perkeni, 2021).

American Diabetes Association (ADA, 2025) menyatakan bahwa kadar glukosa darah dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain asupan makanan, aktivitas fisik, fungsi pankreas, sensitivitas insulin, hormon kontraregulasi, kondisi kesehatan, penggunaan obat-obatan, dan tingkat stres. Oleh karena itu, pengukuran kadar glukosa darah menjadi salah satu indikator penting dalam menilai

metabolisme glukosa dan mendeteksi gangguan toleransi glukosa maupun diabetes melitus.

Pada remaja, kadar glukosa darah umumnya berada dalam rentang normal karena mekanisme regulasi glukosa masih bekerja dengan baik. Namun, perubahan gaya hidup seperti rendahnya aktivitas fisik, meningkatnya perilaku sedentari, konsumsi makanan tinggi gula dan lemak, serta meningkatnya prevalensi obesitas dapat menyebabkan gangguan metabolisme glukosa sejak usia remaja. Oleh karena itu, pemantauan kadar glukosa darah menjadi penting sebagai salah satu indikator status kesehatan metabolik pada kelompok usia remaja.

2. Fisiologi Kadar Glukosa Darah

Glukosa merupakan sumber energi utama bagi tubuh yang berasal dari hasil pencernaan karbohidrat. Setelah makanan dikonsumsi, karbohidrat akan dipecah menjadi glukosa di saluran pencernaan, kemudian diserap melalui usus halus dan masuk ke dalam aliran darah. Peningkatan kadar glukosa darah setelah makan akan merangsang sel β (beta) pankreas untuk mensekresikan hormon insulin. Insulin berfungsi meningkatkan pengambilan glukosa oleh sel otot dan jaringan lemak melalui translokasi *glucose transporter type 4* (GLUT-4) ke membran sel, sehingga kadar glukosa darah kembali ke kisaran normal. Selain itu, insulin juga merangsang pembentukan glikogen (glikogenesis) di hati dan otot serta menghambat pembentukan glukosa baru (glukoneogenesis) dan pemecahan glikogen (glikogenolisis) (Hall *and* Hall, 2021).

Sebaliknya, ketika kadar glukosa darah menurun, sel α (alfa) pankreas akan melepaskan hormon glukagon. Glukagon bekerja dengan merangsang hati untuk memecah cadangan glikogen menjadi glukosa (glikogenolisis) serta meningkatkan

pembentukan glukosa dari asam amino dan gliserol (glukoneogenesis). Mekanisme ini bertujuan mempertahankan kadar glukosa darah agar tetap berada dalam kisaran normal sehingga kebutuhan energi tubuh tetap terpenuhi, terutama bagi otak yang sangat bergantung pada glukosa sebagai sumber energi utama (Hall *and* Hall, 2021).

Selain insulin dan glukagon, homeostasis glukosa darah juga dipengaruhi oleh hormon kontraregulasi lainnya, yaitu epinefrin, kortisol, hormon pertumbuhan (*growth hormone*), dan hormon tiroid. Hormon-hormon tersebut meningkatkan kadar glukosa darah melalui peningkatan glukoneogenesis, glikogenolisis, dan penurunan sensitivitas insulin, terutama pada kondisi stres, infeksi, trauma, maupun aktivitas fisik berat (Perkeni, 2021).

Menurut *American Diabetes Association* (ADA, 2025), kadar glukosa darah dipertahankan melalui keseimbangan antara produksi glukosa oleh hati, penyerapan glukosa dari saluran cerna, sekresi insulin oleh pankreas, serta penggunaan glukosa oleh jaringan tubuh. Gangguan pada salah satu mekanisme tersebut dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia) maupun penurunan kadar glukosa darah (hipoglikemia).

Pada individu sehat, aktivitas fisik berperan penting dalam menjaga homeostasis glukosa darah. Kontraksi otot selama aktivitas fisik meningkatkan pengambilan glukosa oleh otot melalui mekanisme yang tidak sepenuhnya bergantung pada insulin. Setelah aktivitas fisik selesai, sensitivitas insulin akan meningkat sehingga glukosa lebih mudah masuk ke dalam sel untuk digunakan sebagai sumber energi maupun disimpan dalam bentuk glikogen. Oleh karena itu, aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat membantu mempertahankan

kadar glukosa darah dalam batas normal dan menurunkan risiko terjadinya gangguan metabolisme glukosa (ADA, 2025; Perkeni, 2021).

3. Nilai Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah dipertahankan dalam kisaran normal melalui mekanisme homeostasis yang melibatkan hormon insulin dan glukagon. Nilai kadar glukosa darah dapat berbeda bergantung pada jenis pemeriksaan yang dilakukan, seperti glukosa darah puasa (GDP), glukosa darah dua jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTGO), glukosa darah sewaktu (GDS), dan hemoglobin terglikasi (HbA1c). Oleh karena itu, interpretasi hasil pemeriksaan harus disesuaikan dengan metode pemeriksaan yang digunakan. Pemeriksaan kadar glukosa darah merupakan salah satu pemeriksaan laboratorium yang digunakan untuk menilai metabolisme glukosa dan membantu menegaskan diagnosis diabetes melitus maupun prediabetes. Interpretasi hasil pemeriksaan mengacu pada jenis pemeriksaan yang dilakukan sehingga setiap metode memiliki nilai rujukan yang berbeda (Perkeni, 2021).

American Diabetes Association (ADA, 2025) juga menyatakan bahwa diagnosis diabetes dapat ditegakkan berdasarkan kadar glukosa darah puasa, kadar glukosa darah dua jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTGO), kadar glukosa darah sewaktu yang disertai gejala klasik hiperglikemia, atau pemeriksaan HbA1c. Oleh karena itu, pemilihan jenis pemeriksaan harus disesuaikan dengan tujuan pemeriksaan, baik untuk skrining, diagnosis, maupun pemantauan pengendalian glikemik.

Menurut Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI), nilai rujukan kadar glukosa darah adalah sebagai berikut.

Tabel 1
Nilai Rujukan Kadar Glukosa Darah

Jenis Pemeriksaan	Normal	Prediabetes	Diabetes
Glukosa Darah Puasa (GDP)	<100 mg/dL	100–125 mg/dL	≥126 mg/d
Glukosa Darah 2 Jam TTGO	<140 mg/dL	140–199 mg/dL	≥200 mg/dL
HbA1c	<5,7%	5,7–6,4%	≥6,5%
Glukosa Darah Sewaktu (dengan gejala klasik hiperglikemia)	-	-	≥200 mg/dL

Sumber : (Perkeni, 2021)

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi Kadar Glukosa Darah

Menurut pedoman *Standards of Care in Diabetes—2024* dari *American Diabetes Association* (ADA, 2024), regulasi glukosa postprandial dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, baik faktor biologis maupun perilaku.

a. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kadar glukosa darah. Selama aktivitas fisik, kontraksi otot meningkatkan pengambilan glukosa melalui translokasi GLUT-4 ke membran sel, bahkan tanpa memerlukan peningkatan sekresi insulin. Selain itu, aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat meningkatkan sensitivitas insulin, sehingga glukosa lebih mudah masuk ke dalam sel untuk digunakan sebagai sumber energi. Sebaliknya, kurangnya aktivitas fisik menyebabkan penurunan sensitivitas insulin yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah.

b. Asupan makanan

Asupan makanan, khususnya karbohidrat, berpengaruh langsung terhadap kadar glukosa darah. Setelah makanan dikonsumsi, karbohidrat dipecah menjadi glukosa yang kemudian diserap melalui usus halus ke dalam aliran darah. Besarnya peningkatan kadar glukosa darah dipengaruhi oleh jumlah karbohidrat, jenis karbohidrat, indeks glikemik, kandungan serat, dan komposisi makanan secara keseluruhan. Pengaturan pola makan yang seimbang menjadi salah satu komponen utama dalam menjaga kadar glukosa darah tetap normal.

c. Sekresi dan sensitivitas insulin

Insulin merupakan hormon yang diproduksi oleh sel β pankreas dan berfungsi mengatur penggunaan glukosa oleh jaringan tubuh. Setelah kadar glukosa darah meningkat, pankreas akan meningkatkan sekresi insulin sehingga glukosa dapat masuk ke dalam sel otot dan jaringan lemak. Sebaliknya, apabila sekresi insulin berkurang atau terjadi resistensi insulin, glukosa akan tetap berada di dalam sirkulasi darah sehingga menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah.

d. Status Gizi

Status gizi, terutama kelebihan berat badan dan obesitas, berhubungan erat dengan peningkatan kadar glukosa darah. Penumpukan jaringan lemak, khususnya lemak visceral, dapat menyebabkan resistensi insulin melalui peningkatan mediator inflamasi sehingga pengambilan glukosa oleh sel menjadi berkurang. Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya hiperglikemia dan diabetes melitus tipe 2.

e. Stress

Stres fisik maupun psikologis menyebabkan peningkatan sekresi hormon kortisol dan katekolamin yang dapat meningkatkan produksi glukosa oleh hati serta

menurunkan sensitivitas insulin. Oleh karena itu, kondisi stres berkepanjangan dapat meningkatkan kadar glukosa darah, bahkan pada individu tanpa diabetes melitus.

f. Obat-obatan

Beberapa obat dapat memengaruhi kadar glukosa darah. Kortikosteroid, diuretik tiazid, antipsikotik atipikal, dan beberapa obat hormonal diketahui dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Sebaliknya, obat antidiabetes bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti meningkatkan sekresi insulin, meningkatkan sensitivitas insulin, menghambat absorpsi glukosa, atau menurunkan produksi glukosa oleh hati.

C. Remaja

1. Definisi

Menurut *World Health Organization* (2023), remaja (*adolescents*) adalah individu yang berada pada rentang usia 10–19 tahun. WHO membedakan antara *adolescents* (10–19 tahun), *youth* (15–24 tahun), dan *young people* (10–24 tahun). Masa remaja merupakan periode transisi dari anak menuju dewasa yang ditandai dengan perubahan biologis, psikologis, dan sosial yang signifikan.

Secara biologis, masa ini diawali dengan pubertas yang melibatkan perubahan hormonal, termasuk peningkatan hormon pertumbuhan dan hormon seks, yang dapat memengaruhi metabolisme tubuh, komposisi lemak, serta sensitivitas insulin. Dari sisi psikososial, remaja mengalami perkembangan identitas diri, kemandirian, serta perubahan pola perilaku, termasuk kebiasaan makan dan aktivitas fisik. Oleh karena itu, WHO menekankan bahwa remaja merupakan kelompok usia yang rentan terhadap perilaku berisiko yang dapat

berdampak pada kesehatan jangka panjang, termasuk penyakit tidak menular seperti diabetes melitus.

Dari sudut pandang kesehatan masyarakat, Baird *et al.* (2022) menjelaskan bahwa remaja merupakan periode kritis pembentukan perilaku gaya hidup, termasuk aktivitas fisik dan pola makan, yang akan berpengaruh terhadap risiko penyakit kronis di masa dewasa. Pada fase ini terjadi perubahan sensitivitas insulin sementara akibat pubertas, sehingga remaja dengan obesitas atau gaya hidup sedentari memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan toleransi glukosa.

Dengan demikian, secara ilmiah remaja tidak hanya didefinisikan berdasarkan usia kronologis, tetapi juga berdasarkan karakteristik perkembangan biologis dan psikososial yang unik.

2. Batasan Usia

Secara konseptual, para peneliti perkembangan membagi masa remaja menjadi beberapa tahap. Menurut Steinberg (2022), remaja merupakan fase perkembangan yang dimulai dengan pubertas dan berakhir ketika individu mencapai kemandirian sosial dan emosional. Steinberg membagi remaja menjadi tiga tahap:

- a. Remaja awal (10–13 tahun) ditandai dengan perubahan fisik cepat akibat pubertas.
- b. Remaja pertengahan (14–17 tahun) perkembangan identitas dan peningkatan pengaruh teman sebaya.
- c. Remaja akhir (18–19 tahun) pematangan kognitif dan emosional menuju dewasa muda.

D. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Glukosa Darah pada Remaja

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam pengaturan kadar glukosa darah. Secara fisiologis, aktivitas fisik dapat meningkatkan sensitivitas insulin pada jaringan perifer, terutama otot rangka. Peningkatan sensitivitas insulin ini memungkinkan sel otot menyerap glukosa lebih efektif dari aliran darah setelah konsumsi makanan. Selain melalui mekanisme yang bergantung pada insulin, kontraksi otot yang terjadi selama aktivitas fisik juga memicu perpindahan transporter glukosa tipe 4 (GLUT-4) ke permukaan membran sel secara independen dari insulin, sehingga glukosa dapat masuk ke dalam sel tanpa memerlukan stimulasi insulin secara langsung. Proses ini berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah dan membantu mempertahankan keseimbangan metabolisme glukosa (Febrianty *et al.*, 2022).

Selain itu, aktivitas fisik berperan dalam meningkatkan penggunaan glukosa sebagai sumber energi oleh jaringan otot. Saat aktivitas fisik dilakukan secara teratur, tubuh mengalami adaptasi metabolik berupa peningkatan kapasitas oksidasi glukosa dan penurunan resistensi insulin. Kondisi ini berdampak pada perbaikan kontrol glikemik, baik pada individu sehat maupun pada kelompok yang memiliki risiko gangguan metabolik, termasuk remaja dengan faktor risiko diabetes melitus. Dengan demikian, aktivitas fisik tidak hanya berfungsi sebagai sarana pembakaran energi, tetapi juga sebagai mekanisme biologis yang berperan langsung dalam pengendalian kadar glukosa darah (Dring *et al.*, 2020).

Temuan empiris mendukung hubungan tersebut. Penelitian oleh Yao *et al.* (2024) menunjukkan bahwa aktivitas fisik dengan intensitas sedang mampu menurunkan kadar glukosa darah secara bermakna. Hasil penelitian ini

mengindikasikan bahwa keterlibatan otot dalam aktivitas fisik dapat meningkatkan pemanfaatan glukosa oleh jaringan sehingga mengurangi lonjakan glukosa darah. Penurunan kadar glukosa darah ini mencerminkan perbaikan respons metabolik tubuh terhadap asupan karbohidrat dan memperlihatkan peran penting aktivitas fisik sebagai bagian dari pengendalian glukosa darah.

Hasil serupa juga ditemukan pada konteks populasi remaja di Indonesia. Penelitian Akbar & Giyaningtyas (2023) melaporkan adanya hubungan yang bermakna secara statistik antara tingkat aktivitas fisik dan kadar glukosa darah pada remaja ($p < 0,05$). Remaja dengan tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah cenderung memiliki kadar glukosa darah yang lebih tinggi dibandingkan remaja yang melakukan aktivitas fisik secara cukup. Temuan ini menunjukkan bahwa pola aktivitas fisik pada usia remaja memiliki implikasi penting terhadap regulasi glukosa darah dan potensi risiko gangguan metabolik di kemudian hari.

Lebih dari 80 % remaja global tidak mencapai target aktivitas fisik harian yang direkomendasikan, meningkatkan risiko obesitas dan gangguan metabolik termasuk gangguan toleransi glukosa (Goyal *and* Rakhra, 2024). Pentingnya aktivitas fisik dalam pengendalian glukosa darah juga ditegaskan oleh *World Health Organization* (2023) dan *American Diabetes Association* (2024). Kedua lembaga tersebut menyatakan bahwa aktivitas fisik merupakan salah satu strategi utama dalam pencegahan diabetes melitus dan pengendalian kadar glukosa darah, termasuk sejak usia muda. Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat membantu mencegah terjadinya resistensi insulin serta memperlambat perkembangan gangguan toleransi glukosa menjadi diabetes melitus.

Berdasarkan mekanisme fisiologis dan hasil penelitian tersebut, dapat dipahami bahwa aktivitas fisik berhubungan erat dengan kadar glukosa darah. Aktivitas fisik berperan dalam meningkatkan pengambilan glukosa oleh jaringan otot, memperbaiki sensitivitas insulin, serta mengurangi peningkatan glukosa darah. Oleh karena itu, aktivitas fisik memiliki peran strategis dalam upaya pencegahan gangguan metabolik, khususnya pada kelompok remaja yang berada pada fase transisi menuju dewasa dan rentan terhadap perubahan pola hidup yang kurang sehat.