

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Konsep Diabetes Melitus

##### 2.1.1 Definisi Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah kumpulan gejala yang timbul karena peningkatan kadar glukosa darah di atas normal. Penyakit ini disebabkan oleh gangguan metabolisme glukosa yang disebabkan oleh rendahnya kadar insulin, baik secara absolut maupun relatif (ANRI, 2022). Diabetes melitus juga sering dikenal sebagai penyakit kencing manis, sebuah gangguan metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia (kadar glukosa darah yang tinggi) karena kekurangan insulin atau resistensi insulin. Insulin adalah hormone yang diproduksi oleh sel  $\beta$  pankreas untuk mengatur kadar glukosa darah melalui pengambilan dan penggunaan glukosa (Widiasari *et al.*, 2021). Dampak dari penyakit diabetes melitus termasuk komplikasi metabolik akut seperti hiperglikemia berat dan hiperglikemia kronis (Saswati *et al.*, 2020). Hiperglikemia berat dapat menunjukkan gejala seperti poliuria, polidipsia, polifagia, penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan, kelelahan dan penurunan kinerja, gangguan penglihatan, serta rentan terhadap infeksi ketoasidosis atau non-ketoasidosis (Widiasari *et al.*, 2021). Hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol pada penderita diabetes melitus dapat menyebabkan kerusakan jaringan tubuh seperti mata, pembuluh darah, saraf, jantung, dan ginjal (Umayya & Wardani, 2023).

##### 2.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

Diabetes Melitus dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis utama, yaitu:

a. Diabetes Melitus tipe-1

Diabetes melitus adalah gangguan sistematis yang disebabkan oleh gangguan metabolisme glukosa, terjadi karena kerusakan atau destruksi sel  $\beta$  pankreas baik oleh proses autoimun maupun idiopatik. Hal ini mengakibatkan hiperglikemia kronik karena produksi insulin yang berkurang atau terhenti. Diabetes melitus tipe-1 bersifat kronis dan belum dapat disembuhkan, namun pengendalian metabolik yang baik dapat mencegah komplikasi jangka pendek seperti hipoglikemia dan ketoasidosis diabetikum yang terjadi saat diagnosis awal atau akibat penggunaan insulin yang tidak tepat (Adelita *et al.*, 2020)

b. Diabetes Melitus tipe-2

Yaitu ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah karena berkurangnya sekresi insulin oleh sel  $\beta$  pancreas atau resistensi insulin. Resistensi insulin terjadi ketika sel-sel tubuh tidak mampu merespon insulin secara normal. Faktor resiko yang dialami pasien diabetes melitus tipe-2 meliputi obesitas, kurangnya aktivitas fisik, dan penuaan. Diabetes melitus tipe-2 tidak melibatkan destruksi autoimun pada sel-sel  $\beta$  pankreas, tetapi dapat menyebabkan peningkatan produksi glukosa heptik yang berlebihan. Definisi insulin pada diabetes melitus tipe-2 bersifat relative dan berkembang seiring dengan resistensi insulin yang meningkat (Adelita *et al.*, 2020)

c. Diabetes Melitus Gestasional

Diabetes melitus gestasional merupakan gangguan toleransi glukosa yang pertama kali terjadi pada wanita hamil. Diabetes melitus gestasional berkembang ketika kadar glukosa meningkat selama

kehamilan dan sering kali terkait dengan komplikasi seperti risiko kebutuhan seksio sesarea, ketonemia, preeklampsia, infeksi tractus urinaria, serta gangguan perinatal seperti makrosomia, hipoglikemia neonates, dan icterus neonatorum. Hormon plasenta meningkatkan resistensi insulin selama kehamilan. Wanita dengan kapasitas insulin yang memadai mungkin dapat mengatasi resistensi ini, sedangkan wanita dengan cadangan pancreas yang kurang mungkin mengalami intoleransi glukosa (Adli, 2021)

d. Diabetes Lainnya

Diabetes lainnya disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk defek genetik pada fungsi sel beta, kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, penggunaan obat-obatan tertentu, infeksi, faktor imunologi yang jarang, serta sindrom genetik lainnya yang terkait dengan diabetes melitus (Kurniawaty, 2014)

### **2.1.3 Etiologi Diabetes Melitus**

Diabetes melitus sering kali disebabkan oleh kombinasi faktor genetik dan gaya hidup individu. Faktor lingkungan social dan akses pelayanan kesehatan juga berperan dalam prevalensi dan kompleksitas penyakit diabetes beserta komplikasinya. Diabetes dapat berdampak pada berbagai sistem organ dalam tubuh manusia dalam jangka waktu tertentu, yang dikenal sebagai komplikasi. Selain itu, penyebab diabetes melitus gangguan sekresi insulin, abnormalitas metabolik yang mempengaruhi sekresi insulin, gangguan mitokondria, serta sejumlah kondisi lain yang mempengaruhi toleransi glukosa. Diabetes melitus juga dapat dipicu oleh penyakit eksokrin pankreas yang

mengakibatkan kerusakan mayoritas sel pankreas. Hormon yang bertindak antagonis insulin juga dapat menyebabkan diabetes (Lestari *et al.*, 2021).

#### 2.1.4 Patofisiologi Diabetes Melitus

Patofisiologi diabetes melitus terbagi menjadi dua yakni diabetes melitus tipe-1 dan diabetes melitus tipe-2. Keduanya merupakan keadaan dengan kadar gula darah yang tinggi dalam darah. Akan tetapi, patofisiologi antar keduanya berbeda, yaitu:

##### a. Diabetes Melitus tipe-1

Diabetes melitus tipe-1 disebabkan oleh kerusakan pada sel  $\beta$  pankreas, yang mengganggu produksi insulin, ini dapat disebabkan oleh reaksi autoimun tubuh terhadap  $\beta$  pankreas, yang menghasilkan peradangan dan pembentukan antibody terhadap sel-sel ini, yang dikenal sebagai *Islet Cell Antibody*. Hubungan antara antigen (sel  $\beta$ ) dan *Islet Cell Antibody* menyebabkan kerusakan atau kerusakan sel  $\beta$  pankreas.

##### b. Diabetes melitus tipe-2

Diabetes melitus terjadi karena kerusakan atau gangguan pada reseptor insulin, yang mengganggu fungsi insulin. Meskipun jumlah insulin yang dihasilkan oleh sel  $\beta$  pankreas normal atau bahkan meningkat, resistensi atau gangguan pada reseptor insulin dipermukaan sel-sel menghambat masuknya glukosa ke dalam sel. Sebagai hasilnya, glukosa tetap berada di dalam darah, menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah (Sagita *et al.*, 2020a).

#### 2.1.5 Manifestasi Diabetes Melitus

Manifestasi klinis yang sangat khas pada diabetes melitus, sebagai berikut:

##### a. Poliuria (peningkatan pengeluaran urine)

Poliuria terjadi Ketika kadar glukosa darah melebihi ambang batas ginjal untuk reabsorpsi glukosa, menyebabkan glucosuria. Ini meningkatkan diuresis osmotik yang klinisnya ditandai dengan poliuria.

b. Polidipsia (peningkatan rasa haus)

Polidipsia terjadi karena tingginya kadar glukosa darah yang menyebabkan dehidrasi seluruh tubuh. Hal ini disebabkan oleh kesulitan glukosa dalam berdifusi melalui membrane sel, yang mengarah pada kelelahan dan kelemahan otot karena katabolisme protein di otot. Aliran darah yang buruk pada pasien diabetes melitus kronis juga berperan dalam kelelahan.

c. Polifagia (peningkatan rasa lapar)

Polifagia terjadi karena penurunan aktivitas kenyang di *hipotalamus*, dimana glukosa hasil metabolisme karbohidrat tidak dapat masuk ke dalam sel, menyebabkan rasa lapar yang persisten (Rahmasari & Wahyuni, 2019).

### 2.1.6 Faktor Risiko Diabetes Melitus

Faktor risiko diabetes melitus yaitu:

a. Faktor risiko diabetes melitus yang tidak dapat dimodifikasi

Faktor yang tidak dapat dimodifikasi meliputi usia, jenis kelamin, dan faktor keturunan

b. Faktor risiko diabetes melitus yang dapat dimodifikasi

Faktor risiko yang dapat dimodifikasi termasuk pola makan, kebiasaan merokok, obesitas, hipertensi, stress, aktivitas fisik, konsumsi alkohol, dan lain-lain. Kaitan antara obesitas dan kadar glukosa darah

menunjukkan bahwa indeks massa tubuh yang lebih dari 23 dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah (Widiasari *et al.*, 2021).

### 2.1.7 Penatalaksanaan Diabetes Melitus

Menurut (Soelistijo, 2021) penatalaksanaan diabetes melitus memiliki 5 pilar, 5 pilar tersebut dapat mengendalikan kadar glukosa darah pada Diabetes Melitus. 5 pilar meliputi : edukasi, terapi nutrisi medis, latihan fisik, terapi farmakologi dan pemantauan glukosa darah sendiri.

#### a. Edukasi

Edukasi dengan tujuan promosi hidup sehat, perlu selalu dilakukan sebagai bagian dari upaya pencegahan dan merupakan bagian yang sangat penting dari pengelolaan diabetes melitus secara holistik.

Untuk mencapai keberhasilan perubahan perilaku, dibutuhkan kebutuhan edukasi yang komprehensif yang meliputi pemahaman tentang :

- 1) Penyakit diabetes mellitus
- 2) Makna dan perlunya pengendalian serta pemantauan diabetes mellitus
- 3) Penyulit diabetes mellitus
- 4) Intervensi farmakologis dan non-farmakologis
- 5) Masalah khusus yang dialami
- 6) Hipoglikemia
- 7) Cara mengembangkan system pendukung dan mengajarkan ketrampilan

Edukasi individual dan pendekatan berdasarkan penyelesaian masalah merupakan perubahan perilaku yang berhasil. Adapun perilaku yang diinginkan antara lain :

- 1) Mengikuti pola makan sehat
- 2) Meningkatkan kegiatan jasmani dan latihan jasmani yang teratur
- 3) Menggunakan obat diabetes melitus pada keadaan khusus secara aman dan teratur
- 4) Melakukan pemantauan glukosa darah mandiri dan memanfaatkan hasil pemantauan untuk menilai keberhasilan.

b. Terapi Nutrisi Medis

Terapi nutrisi medis pada penderita diabetes melitus ditekankan mengenai pentingnya keteraturan jadwal makan, jenis dan jumlah kandungan kalori, terutama bagi penderita diabetes melitus yang menggunakan obat yang meningkatkan sekresi insulin atau terapi insulin itu sendiri (Riskiyannah & Mochartini, 2024). Dengan komposisi yang dianjurkan (perkeni) :

- 1) Karbohidrat yang dianjurkan sebanyak 45 – 65% dari total asupan energi, terutama karbohidrat dengan serat yang tinggi
- 2) Lemak yang dianjurkan sebanyak 20 – 25%, tidak dianjurkan untuk mengonsumsi lemak jenuh dan lemak trans contohnya, daging berlemak dan susu fullcream serta anjuran konsumsi kolesterol <300 mg/hari.
- 3) Protein yang dianjurkan sebanyak 10 – 20% dari total energy, sumber protein yang baik yaitu seafood (ikan, udang, kerrang,

dan lain-lain), daging tanpa lemak, ayam tanpa kulit, produk susu rendah lemak, kacang-kacangan. diabetes melitus dengan neuropati perlu penurunan asupan protein menjadi 0,8 g/kg BB perhari atau 10% dari kebutuhan energi dan 65% hendaknya bernilai biologis tinggi.

- 4) Natrium pada diabetes melitus yang dianjurkan sama dengan masyarakat umum yang tidak dari 300 mg atau sama dengan 6-7 g (1 sendok teh) garam. Sumber natrium antara lain garam, vetsin, soda, dan bahan pengawet seperti natrium benzoate dan natrium nitrit.
- 5) Serat yang dianjurkan untuk diabetes melitus sama dengan masyarakat umum. Serat yang baik dikonsumsi bersumber dari buah, sayur dan kacang-kacangan yang memiliki nilai indeks glikemik yang rendah. Anjuran konsumsi serat yaitu 25 g/1000 Kkal/hari atau konsumsi sayur dan buah sebanyak 400-600 g/hari.
- 6) Pemanis alternatif yang baik untuk diabetes melitus yaitu pemanis yang berasal dari (*Accepted Daily Intake*) selama tidak melebihi batas. Fruktosa tidak dianjurkan pada diabetes melitus karena dapat meningkatkan kadar *low-density lipoprotein*, namun tidak ada alasan menghindari makanan seperti buah dan sayuran yang mengandung fruktosa alami.

Ada beberapa perhitungan cara untuk menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan pasien diabetes melitus, antara lain dengan memperhitungkan kebutuhan kalori basal yang besarnya 25 – 30

kkal/kg berat badan ideal. Jumlah kebutuhan tersebut ditambah atau dikurangi bergantung pada beberapa faktor yaitu : jenis kelamin, umur, aktivitas, berat badan dan lain-lain.

Perhitungan berat badan ideal (BBI) menggunakan rumus Broca yang dimodifikasi: Berat badan ideal =  $90\% \times (TB \text{ dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$ .

Bagi pria dengan tinggi badan di bawah 160 cm dan wanita di bawah 150 cm, rumus dimodifikasi menjadi: Berat badan ideal (BBI) =  $(TB \text{ dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$ .

BB Normal:  $BB \text{ ideal} \pm 10\%$  Kurus: kurang dari  $BBI - 10\%$  Gemuk: lebih dari  $BBI + 10\%$  Perhitungan berat badan

ideal menurut Indek Massa Tubuh (IMT). Indeks massa tubuh dapat dihitung dengan rumus:  $IMT = BB(kg)/TB(m^2)$  Klasifikasi IMT BB

Kurang  $<18,5$  BB Normal  $18,5-22,9$  BB Lebih  $\geq 23,0$  Dengan risiko  $23,0-24,9$  Obes I  $25,0-29,9$  Obes II  $\geq 30$

#### c. Latihan Fisik

Latihan fisik merupakan salah satu pilar pengelolaan diabetes melitus.

Latihan fisik merupakan suatu gerakan yang dilakukan oleh otot tubuh dan anggota gerak tubuh lainnya yang memerlukan energi disebut

dengan latihan fisik. Latihan fisik yang dilakukan setiap hari dan teratur

(3-4 kali seminggu selama kurang lebih 30-45 menit). Latihan fisik

sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kesegaran fisik.

#### d. Terapi Farmakologi

Terapi farmakologis diberikan Bersama dengan pengaturan makan dan

Latihan jasmani (gaya hidup sehat). Terapi farmakologis terdiri obat

oral dan bentuk suntikan. Berdasarkan cara kerjanya, Obat

Hipoglikemik Oral dibagi menjadi 5 yaitu :

- 1) Pemicu sekresi insulin (insulin secretagogue) : sulfonurea dan glinid
  - 2) Penambah sensitivitas terhadap insulin : metformin dan tiazolidindon
  - 3) Penghambat absorbs glukosa di saluran pencernaan : penghambat glukosidase alfa.
  - 4) Penghambat DPP-IV (Dipeptidyl Peptidase-IV)
  - 5) Penghambat SGLT-2 (Sodium Glucose Co-transporter 2)
- e. Pemantauan Glukosa Darah Mandiri

Pemantauan glukosa darah mandiri merupakan pemeriksaan glukosa darah secara berkala yang dapat dilakukan oleh kasus diabetes melitus yang telah mendapatkan edukasi dari tenaga kesehatan terlatih.

Pemantauan glukosa darah mandiri dapat memberikan informasi tentang variabilitas glukosa darah harian seperti glukosa darah setiap sebelum makan, satu atau dua jam setelah makan, atau sewaktu-waktu pada kondisi tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa pemantauan glukosa darah mandiri mampu memperbaiki pencapaian kendali glukosa darah, menurunkan morbiditas, mortalitas serta menghemat biaya kesehatan jangka panjang yang terkait dengan komplikasi akut maupun kronik.

## **2.2 Konsep Aktivitas Fisik**

### **2.2.1 Definisi Aktifitas Fisik**

Aktivitas fisik adalah segala gerakan tubuh yang meningkatkan pengeluaran tenaga dan energi (pembakaran kalori) (Darwin, 2019). Menurut (Suwandaru & Hidayat, 2021) Aktivitas fisik melibatkan kontraksi otot yang

meningkatkan kebutuhan energi diatas laju metabolisme istirahat, ditandai dengan modalitas, frekuensi, intensitas, durasi, dan konteks praktiknya. Dalam kehidupan sehari-hari, aktivitas fisik dapat dibagi menjadi pekerjaan, olahraga, aktivitas dirumah, atau kegiatan lainnya. (Ariyanto *et al.*, 2020). Kurangnya aktivitas fisik dan pola makan berlebihan dapat meningkatkan kadar glukosa darah dalam tubuh (Astutisari *et al.*, 2022). Pada penderita diabetes melitus, aktivitas fisik memiliki peran penting dalam mengontrol kadar gula darah. Saat melakukan aktivitas fisik, otot yang aktif menggunakan glukosa secara intensif, yang dapat langsung mengurangi kadar glukosa darah (Alza *et al.*, 2020). Aktivitas fisik sangat bermanfaat bagi manusia karena setiap gerakannya mendukung keberlangsungan hidup (Elzas, 2021).

### **2.2.2 Klasifikasi Aktivitas Fisik**

Menurut (International Diabetes Federation, 2021) pada pasien diabetes melitus, disarankan untuk melakukan aktivitas fisik selama 30-60 menit minimal dua kali seminggu. Aktivitas fisik diklasifikasikan berdasarkan intensitas dan jumlah kalori yang digunakan menjadi tiga kategori, yaitu:

#### **a. Aktivitas Ringan**

Aktivitas ringan tidak memerlukan banyak tenaga dan tidak menyebabkan perubahan dalam system pernapasan. Energi yang dikeluarkan kurang dari 3,5 kkal per-menit. Contoh aktivitas fisik ringan yg termasuk seperti menyetir, memasak, berbelanja, membersihkan rumah, mencuci, duduk sambil membaca, menonton TV, bersantai, serta latihan peregangan atau pemanasan dengan gerakan lambat.

#### **b. Aktivitas Sedang**

Aktivitas sedang membutuhkan kerja fisik yang sedang dengan sedikit peningkatan denyut jantung atau pernapasan. Tubuh mengeluarkan energi antara 3,5 hingga 7 kkal per-menit. Contoh aktivitas fisik sedang meliputi perjalanan pulang-pergi dari tempat kerja atau pasar, memindahkan perabotan ringan, berkebun, membersihkan rumput dengan mesin pemotong rumput, mencuci kendaraan, serta pekerjaan tukang kayu seperti membawa dan menyusun balok kayu.

c. Aktivitas Berat

Aktivitas fisik berat ditandai dengan peningkatan keringat, denyut jantung, dan frekuensi pernapasan yang signifikan sehingga terengah-engah. Tubuh mengeluarkan lebih dari 7 kkal per-menit. Contoh aktivitas fisik berat termasuk pekerjaan yang melibatkan pembangunan rumah, seperti menyekop pasir, memindahkan batu bata, menggali selokan, atau mencangkul (Sumartini Ni putu, 2019).

### 2.2.3 Jenis Aktivitas Fisik

Menurut (Kusumo, 2020) secara umum, jenis aktivitas fisik dibagi menjadi dua kategori utama :

a. Aktivitas fisik Harian

Aktivitas ini mencakup kegiatan sehari-hari yang sering dilakukan, seperti berjalan kaki, berkebun, bekerja di taman, mencuci pakaian, mencuci mobil, mengepel lantai, dan naik turun tangga. Aktivitas ini merupakan bagian dari rutinitas harian yang dapat membantu dalam mempertahankan kebugaran fisik.

b. Latihan fisik olahraga

Jenis aktivitas fisik ini dilakukan secara terstruktur dan terencana untuk meningkatkan kebugaran fisik dan kesehatan secara keseluruhan. Contoh latihan fisik olahraga meliputi push-up, lari ringan, bermain bola, berenang, senam, bermain tenis, yoga, fitness, dan angkat beban. Aktivitas ini biasanya dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan, fleksibilitas, atau keseimbangan tubuh.

#### **2.2.4 Manfaat Aktivitas Fisik**

Aktivitas fisik mencakup semua gerakan yang meningkatkan penggunaan energi dengan berbagai manfaat, antara lain:

- a. Mengendalikan tekanan darah.
- b. Memperbaiki postur tubuh.
- c. Meningkatkan kelenturan sendi dan otot.
- d. Meningkatkan kebugaran fisik dan mengontrol glukosa darah.
- e. Mengurangi factor risiko kardiovaskular.
- f. Berkontribusi pada penurunan berat badan dan meningkatkan Kesehatan.
- g. Mengendalikan stress.
- h. Mencegah diabetes melitus (Dewi *et al.*, 2022).

#### **2.2.5 Hubungan aktivitas fisik dengan Diabetes Melitus**

Aktivitas fisik adalah setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka yang memerlukan energi. Kurangnya aktivitas fisik merupakan faktor risiko independen untuk penyakit kronis dan secara keseluruhan diperkirakan menyebabkan kematian secara global. Pengaruh aktivitas fisik atau olahraga secara langsung berhubungan dengan peningkatan kecepatan pemulihan glukosa otot (seberapa banyak otot mengambil glukosa dari aliran darah). Pada

diabetes melitus tipe II olahraga berperan dalam pengaturan kadar glukosa darah. Masalah utama pada diabetes melitus tipe II adalah kurangnya respon terhadap insulin (resistensi insulin) sehingga glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel. Permeabilitas membran terhadap glukosa meningkat saat otot berkontraksi karena kontraksi otot memiliki sifat seperti insulin. Maka dari itu, pada saat beraktivitas fisik seperti berolahraga, resistensi insulin berkurang. Aktivitas fisik berupa olahraga berguna sebagai kedali gula darah dan penurunan berat badan pada diabetes melitus tipe II. Aktivitas fisik merupakan kunci dalam pengelolaan diabetes melitus terutama sebagai pengontrol gula darah dan memperbaiki faktor risiko kardiovaskuler seperti menurunkan hiperinsulinemia, meningkatkan sensitifitas insulin, menurunkan lemak tubuh, serta menurunkan tekanan darah. Aktivitas fisik sedang yang teratur berhubungan dengan penurunan angka w mortalitas sekitar 45 – 70 % pada populasi diabetes melitus tipe II serta menurunkan kadar HbA1c ke level yang bisa mencegah terjadinya komplikasi (Sari & Purnama, 2019).

### **2.3 Konsep *Basal Metabolisme Rate***

#### **2.3.1 Definisi *Basal Metabolisme Rate***

*Basal metabolisme rate* atau angka metabolisme basal adalah energi minimal yang diperlukan untuk menjalankan proses vital tubuh. Ini mencakup mempertahankan tonus otot, system peredaran darah, pernapasan, metabolisme sel, dan menjaga suhu tubuh (Munawaroh, 2021). Metabolisme adalah aspek fundamental kehidupan di mana tubuh manusia menggunakan nutrisi dari makanan untuk menghasilkan energi yang diperlukan untuk fungsi fisiologis normal. Perubahan berat badan dapat terjadi ketika ada ketidakseimbangan antara asupan total energi dan pengeluaran energi. *Basal metabolisme rate*

berkontribusi sekitar 70% dari total pengeluaran energi harian dan mencerminkan tingkat metabolisme dasar tubuh (Li *et al.*, 2023). Tingkat *basal metabolisme rate* dapat berbeda antara individu, dengan laki-laki umumnya memiliki basal metabolisme rate lebih tinggi daripada wanita. Selain itu usia juga mempengaruhi *basal metabolisme rate* dimana orang yang lebih muda memiliki *basal metabolisme rate* yang lebih tinggi daripada yang lebih tua (Darwin, 2019). Pengeluaran kalori harian untuk mempertahankan fungsi tubuh juga dipengaruhi oleh aktivitas fisik. Orang dengan gangguan metabolisme, seperti diabetes melitus tipe-2, dapat memiliki gangguan metabolisme tersebut. Hal ini bisa menjadi factor dalam manajemen dan perawatan pasien dengan kondisi tersebut (Ng & Schooling, 2023)

### 2.3.2 Faktor yang mempengaruhi *Basal Metabolisme Rate*

Menurut (Darwin, 2019) beberapa factor yang mempengaruhi *basal metabolisme rate*, yaitu:

a. Besar dan Luas Bidang Permukaan Tubuh

Individu dengan tubuh yang lebih besar memiliki bidang permukaan tubuh yang lebih luas. Hal ini menyebabkan mereka memiliki potensi untuk memiliki *basal metabolisme rate* yang lebih tinggi karena memiliki lebih banyak jaringan aktif, seperti otot, yang memerlukan energi.

b. Komposisi tubuh

Komposisi tubuh seseorang mempengaruhi *basal metabolisme rate*.

Individu yang lebih berotot cenderung memiliki *basal metabolisme rate* yang lebih tinggi dibandingkan dengan individu yang lebih banyak mengandung lemak. Otot merupakan jaringan aktif yang memerlukan lebih banyak energi untuk mempertahankan.

c. Jaringan Aktif

Otot dan kelenjar adalah contoh jaringan aktif dalam tubuh yang membutuhkan lebih banyak energi untuk fungsi mereka dibandingkan dengan jaringan yang tidak aktif seperti tulang dan lemak.

d. Jenis Kelamin

Secara umum, laki-laki memiliki *basal metabolisme rate* yang lebih tinggi daripada perempuan dengan berat badan yang sama. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi tubuh dan presentase otot yang lebih tinggi pada laki-laki.

e. Perbedaan Usia

*Basal metabolisme rate* cenderung menurun seiring bertambahnya usia, meskipun aktivitas fisik yang teratur dapat membantu mempertahankan *basal metabolisme rate* yang lebih tinggi pada usia yang lebih tua.

f. Aktivitas fisik

Latihan dan aktivitas fisik yang teratur dapat meningkatkan *basal metabolisme rate* melalui peningkatan konsumsi oksigen maksimal. Latihan daya tahan sistematis dapat meningkatkan *basal metabolisme rate* sekitar 5% hingga 25% dari tingkat normal.

### 2.3.3 Pengukuran *Basal Metabolisme Rate*

Prosedur yang paling akurat untuk mengukur *basal metabolisme rate* adalah menggunakan kalorimetri tidak langsung (Indirect Calorimetry/IC). Metode ini mengukur jumlah oksigen yang dikonsumsi dan karbon dioksida yang dihasilkan oleh tubuh saat beristirahat untuk menghitung tingkat laju metabolisme. Meskipun IC merupakan metode yang paling akurat,

penggunaannya terbatas karena memerlukan peralatan khusus dan biaya yang relatif tinggi. Selain IC, terdapat aplikasi dan kalkulator online yang dapat digunakan untuk memperkirakan *basal metabolisme rate* dengan baik. Kalkulator *basal metabolisme rate* ini biasanya didasarkan pada persamaan empiris yang diakui secara ilmiah, seperti Harris-Benedict Equation, Mifflin-St Jeor Equation, atau Katch-McArdle Equation. Tingkat akurasi kalkulator ini dapat bervariasi tergantung pada kualitas dan keakuratan persamaan yang digunakan. Kalkulator *basal metabolisme rate* dapat ditemukan dalam bentuk aplikasi web atau aplikasi seluler yang memudahkan pengguna untuk memperkirakan kebutuhan kalori dasar mereka berdasarkan factor-faktor seperti usia, berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan tingkat aktivitas fisik (Steemburgo *et al.*, 2019).

