

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit kronis progresif yang ditandai dengan ketidakmampuan tubuh untuk memetabolisme karbohidrat. Lemak dan protein yang menyebabkan hiperglikemia (gula darah tinggi). Diabetes mellitus (DM) kadang-kadang disebut sebagai “tinggi gula” oleh pasien dan penyedia layanan kesehatan. Gagasan tentang hubungan antara gula dan DM beralasan karena ekskresi urin manis dalam jumlah besar merupakan ciri khas DM yang tidak terkontrol. Meskipun hiperglikemia berperan penting dalam perkembangan komplikasi terkait DM, kadar hiperglikemia hanyalah salah satu komponen proses patologis dan manifestasi klinis yang terkait dengan DM. Proses patologis dan faktor risiko lainnya merupakan faktor penting dan terkadang independen. Diabetes dapat dikaitkan dengan komplikasi yang serius, namun penderita diabetes dapat mengambil tindakan pencegahan untuk mengurangi risiko terjadinya kejadian tersebut (Maria, 2021).

Penyebab diabetes bisa bermacam-macam, termasuk produksi insulin yang tidak mencukupi, yang seringkali disebabkan oleh kelainan bawaan saat lahir. Kondisi yang sering disebut dengan diabetes tipe 1 ini sangat bergantung pada bantuan luar untuk mengontrol gula darah (insulin) karena tidak tersedianya cukup insulin dalam tubuh. Alasan lainnya adalah jaringan tubuh kurang sensitif terhadap insulin. Hal ini berkaitan dengan gaya hidup seseorang atau sering disebut dengan diabetes tipe 2. Penderita diabetes tipe 2 masih dapat bertahan hidup jika mereka mengontrol kadar gula darah internal dan menerima bantuan eksternal yang sesuai seperti obat-obatan atau insulin. Ada pula bentuk diabetes lainnya, yakni diabetes gestasional yang terjadi pada ibu hamil. Diabetes gestasional biasanya sembuh dengan sendirinya setelah melahirkan. Klasifikasi diabetes terbaru yang direkomendasikan adalah Klasifikasi Etiologi ADA (American Diabetes Association) tahun 2005. ADA mengklasifikasikan diabetes berdasarkan pengetahuan terkini tentang patogenesis diabetes dan gangguan toleransi glukosa. Klasifikasi ini telah disetujui oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan digunakan di seluruh dunia. Ada empat klasifikasi klinis gangguan toleransi glukosa: diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, dan diabetes tipe lainnya. (Dewi, 2014).

2.1.1 Klasifikasi Diabetes Melitus

Menurut Tandra H (2017) Berdasarkan penyebabnya, diabetes digolongkan menjadi 4 jenis antara lain diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, dan diabetes jenis lainnya.

1. Diabetes tipe 1 terjadi ketika pankreas yang berperan sebagai pabrik insulin tidak dapat memproduksi insulin. Akibatnya, sekresi insulin dalam tubuh berkurang atau bahkan tidak ada sama sekali. Gula terakumulasi dalam sirkulasi karena tidak dapat diangkut ke sel.

2. Diabetes tipe 2 Pankreas dapat terus memproduksi insulin, namun kualitas insulin menurun. Insulin kurang berfungsi dan tidak dapat melakukan tugas utamanya yaitu mengantarkan gula ke dalam sel, sehingga menyebabkan peningkatan gula darah.

3. Diabetes gestasional, diabetes yang hanya terjadi pada masa kehamilan. Kondisi ini disebabkan oleh produksi beberapa hormon dalam tubuh ibu hamil yang dapat memicu resistensi insulin.

4. Diabetes lainnya adalah diabetes yang disebabkan oleh penyakit lain yang mempengaruhi produksi insulin. Penyebabnya antara lain radang pankreas (pankreatitis), penyakit adrenal atau hipofisis, mengonsumsi kortikosteroid, mengonsumsi berbagai obat antihipertensi atau antikolesterol, malnutrisi, dan infeksi.

2.1.2 Patofisiologi Diabetes Melitus

Menurut Riamah (2022), Penyebab utama semua jenis diabetes adalah hiperglikemia, atau gula darah tinggi, yang disebabkan oleh sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Defisiensi insulin dapat terjadi melalui tiga cara, yaitu:

1. Sel pankreas rusak. Kerusakan sel beta dapat disebabkan oleh faktor genetik, imunologi atau lingkungan seperti virus. Ciri-ciri ini umum terjadi pada diabetes tipe 1.

2. Menurunnya reseptor glukosa di pankreas.

3. Kerusakan reseptor insulin pada jaringan perifer.

Pada diabetes, defisiensi insulin menyebabkan peningkatan glukagon, yang menyebabkan pemecahan gula baru (glukoneogenesis), yang menyebabkan peningkatan metabolisme lemak, dan kemudian terjadi proses pembentukan keton (ketogenesis). Peningkatan keton plasma dapat menyebabkan ketonuria (keton urin), penurunan kadar natrium, dan penurunan pH serum, sehingga menyebabkan asidosis. Defisiensi insulin ini menyebabkan penurunan pemanfaatan glukosa oleh sel sehingga mengakibatkan peningkatan kadar gula darah plasma (hiperglikemia). Ketika hiperglikemia parah dan melebihi ambang ginjal, terjadi glikosuria. Glukosuria jenis ini

menyebabkan diuresis osmotik, yaitu meningkatkan keluaran urin (poliuria) dan rasa haus atau polidipsia.

2.1.3 Gejala Diabetes Melitus

Menurut Rusilanti (2008), Gejala penderita diabetes antara lain penurunan berat badan yang terjadi dalam waktu relatif singkat, serta sering merasa lemas dan lelah. Hal ini karena gula darah tidak dapat masuk ke dalam sel sehingga sel kekurangan darah. Kondisi ini menyebabkan sel kekurangan bahan bakar dan menarik energi dari cadangan lemak dan otot, sehingga mengakibatkan penipisan dan penurunan berat badan. Poliuria yaitu penderitanya sering merasa perlu buang air dalam jumlah besar. Polydipsia yaitu penderita merasakan rasa haus yang berlebihan.

Polifagia, yaitu penderita makan secara berlebihan. Kadar glukosa yang tidak bisa masuk ke dalam sel merangsang otak untuk mengirimkan pesan rasa lapar. Akibatnya mereka yang terkena makan lebih sering sehingga meningkatkan kadar gula darah, namun tubuh tidak dapat memanfaatkannya secara optimal untuk masuk ke dalam sel.

Semakin banyak air yang dikeluarkan tubuh melalui urin, maka tubuh semakin mengalami dehidrasi sehingga merangsang otak orang yang terkena dan menimbulkan rasa haus. Ini karena ketika gula darah melebihi ambang batas ginjal, kelebihan glukosa akan dikeluarkan melalui urin. Sejumlah besar air diperlukan untuk mengeluarkan glukosa melalui ginjal.

2.1.4 Faktor Risiko Diabetes Mellitus

Menurut Karota & Sitepu (2020), Ada beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan seseorang terkena penyakit diabetes melitus. Ada faktor yang tidak dapat diubah dan ada faktor yang dapat diubah. Ada beberapa faktor yang tidak dapat diubah yaitu ras dan suku, usia, jenis kelamin, riwayat keluarga mengidap diabetes, riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lebih dari 4000 gram, dan riwayat kelahiran dengan berat badan lahir rendah (kurang dari 2500 gram).

Faktor risiko yang dapat diubah antara lain, kelebihan berat badan, obesitas, kurang aktivitas fisik, tekanan darah tinggi (hipertensi), lipid darah tinggi (dislipidemia), kebiasaan makan yang tidak sehat atau tidak seimbang, riwayat gangguan toleransi glukosa atau gula darah puasa, dan merokok.

2.1.5 Komplikasi Diabetes Mellitus

Menurut Alfaqih *et al.*, (2021), Komplikasi pada penderita diabetes dapat disebabkan oleh berbagai faktor Misalnya, usia, durasi menderita diabetes, hipertensi, dislipidemia, merokok, dan minum alkohol dalam jumlah besar dapat menyebabkan komplikasi diabetes.

Komplikasi akibat penyakit diabetes melitus terbagi menjadi dua jenis, yaitu komplikasi akut dan komplikasi kronis. Ada beberapa istilah yang dikenal untuk komplikasi akut, yaitu hipoglikemia, yaitu kondisi seseorang dengan kadar gula darah di bawah normal (<60 mg/dL). Hiperglikemia, yaitu asupan kalori berlebihan oleh tubuh dan penghentian obat oral atau suntikan insulin. Ditandai dengan penglihatan kabur, rasa haus yang hebat, muntah-muntah, penurunan berat badan, kulit kering dan gatal, mengantuk dan gangguan kesadaran, disertai dehidrasi akibat banyaknya urin yang dikeluarkan. Ketoasidosis diabetik, suatu kondisi di mana tubuh mengalami kekurangan insulin yang parah akibat infeksi, melewatkan suntikan insulin, dan kebiasaan makan berlebihan dan terjadi secara tiba-tiba. Koma asidosis lakto, suatu kondisi di mana asam laktat tidak dapat diubah menjadi bikarbonat di dalam tubuh.

Komplikasi kronis dibagi menjadi dua kategori yaitu, komplikasi spesifik yang terjadi akibat kelainan pembuluh darah kecil atau mikroangiopati diabetik dan gangguan metabolisme pada jaringan. Jenis spesifik seperti komplikasi retinopati diabetik, nefropati diabetik, dan neuropati diabetik. Komplikasi non-spesifik, penyakit ini sama dengan non diabetes melitus, namun terjadi lebih awal. Penyakit dengan komplikasi nonspesifik antara lain penyakit pembuluh darah besar atau makroangiopati diabetik. Kondisi ini terdiri dari timbunan zat lemak di dalam dan di bawah pembuluh darah, katarak, dan infeksi seperti infeksi saluran kemih (Alfaqih *et al.*, 2021).

2.2 Escherichia coli

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif berbentuk basil yang hidup sendiri-sendiri atau sebagai monobacilli, ada yang hidup berpasangan atau sebagai diplobacilli, dan ada juga yang hidup berkoloni berbentuk rantai pendek atau streptobacteria. Bakteri ini tidak membentuk spora atau kapsul, berdiameter $\pm 1,1-1,5 \times 2,0-6,0 \mu\text{m}$, bergerak secara motil maupun nonmotil, bersifat peritrichous, aerobik, dan anaerobik fakultatif. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang terdapat di usus dan sering menyebabkan infeksi pada organisme.

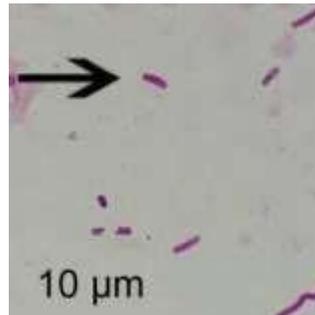
Bakteri *Escherichia coli* tahan terhadap perubahan suhu ekstrim sehingga dapat menyebar di berbagai tempat dan kondisi berbeda. Suhu optimal yang dapat mendukung pertumbuhan

bakteri ini adalah sekitar 8-46°C. Oleh karena itu, *Escherichia coli* mampu bertahan hidup di tubuh manusia dan vertebrata lainnya karena toleransi suhu yang sangat tinggi. Bakteri *Escherichia coli* menjadi patogen berbahaya bila hidup di luar usus, misalnya terjadi di saluran kemih, sehingga dapat menyebabkan radang selaput lendir atau infeksi kandung kemih (Yanuar, 2019).

2.2.1 Taksonomi *Escherichia coli*

Taksonomi *Escherichia coli* menurut Linawati dan Prayoga (2020) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Phylum	: <i>Proteobacteria</i>
Class	: <i>Gamma Proteobacteria</i>
Order	: <i>Enterobacteriales</i>
Family	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Eschericia</i>
Species	: <i>Eschericia coli</i>



Gambar 2.1 Bakteri *Escherichia coli* pada pewarnaan gram

Sumber: Wu & Yang, 2020

2.2.2 Morfologi *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri batang gram negatif. Selnnya bisa terdapat tunggal, berpasangan dan dalam rantai pendek, biasanya tanpa kapsul. *Escherichia coli* adalah penghuni usus normal. Namun, jumlah yang berlebihan seringkali dapat menyebabkan infeksi. *Escherichia coli* berukuran besar (2–3 mm), berbentuk lingkaran, cembung, dan tidak berpigmen pada nutrient dan media darah. *Escherichia coli* biasanya menunjukkan hasil positif pada uji fermentasi indol, lisin dekarboksilase dan manitol serta menghasilkan gas dari glukosa. Pada pewarnaan Gram bakteri *Escherichia coli* mempunyai ciri-ciri berwarna merah, berbentuk batang, menyebar dan bersifat gram negatif. Isolat urin dapat segera diidentifikasi sebagai *Escherichia*

coli dengan mengamati hemolisis pada agar darah, morfologi koloni yang khas dengan warna pelangi yang “berkilau” pada media diferensial seperti EMB, dan uji indole positif (Setiarto, 2020).

2.2.3 Patogenesis *Escherichia coli*

Escherichia coli dapat menyebabkan infeksi pada manusia ketika meninggalkan habitat aslinya atau daya tahan tubuh inangnya berkurang. *Escherichia coli* menjadi patogen ketika jumlah bakteri tersebut meningkat di saluran pencernaan. *Escherichia coli* menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan diare pada beberapa kasus. *Escherichia coli* dikaitkan dengan enteropatogen yang menghasilkan enterotoksin dalam sel epitel. Manifestasi klinis infeksi *Escherichia coli* bergantung pada tempat infeksi dan tidak dapat dibedakan dengan gejala infeksi bakteri lain. Jika pertahanan tubuh melemah atau tidak normal, *Escherichia coli* dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan sepsis (Mardiyantoro *et.al*, 2018).

2.2.4 Pemeriksaan Bakteri *Escherichia coli* Pada Urine

Menurut Prabowo dan Habib (2012), identifikasi bakteri dapat dilakukan melalui tiga metode, yaitu:

- a. Pemeriksaan makroskopis merupakan pengamatan visual hasil kultur bakteri, seperti pada kultur urine. Di sini, peneliti dapat mengamati karakteristik fisik seperti bentuk, warna, tekstur, dan pola pertumbuhan bakteri.
- b. Pemeriksaan mikroskopis, terdiri dari beberapa tahap, diantaranya adalah pengecatan gram. Dalam pengecatan gram, bakteri diwarnai dengan pewarnaan gram dan kemudian dilihat di bawah mikroskop. Bakteri tampak sebagai gram positif (mempertahankan warna ungu) atau gram negatif (berubah warna menjadi merah).
- c. Uji biokimia merupakan serangkaian uji laboratorium yang menguji aktivitas enzimatis atau respons metabolisme bakteri terhadap berbagai zat kimia. Uji ini termasuk uji untuk mendeteksi aktivitas enzim spesifik, produksi gas, fermentasi gula dan reaksi terhadap berbagai zat kimia lainnya. Hasil dari uji ini dapat membantu dalam mengidentifikasi spesies bakteri secara lebih spesifik.

Identifikasi bakteri secara semi otomatis menggunakan alat seperti Vitek 2 compact. Vitek 2 compact menggunakan kartu identifikasi, seperti kartu GP (gram positif) dan GN (gram negatif). Alat ini memiliki database yang digunakan untuk menganalisis identifikasi bakteri secara otomatis. Hasil identifikasi yang diperoleh dari Vitek 2 compact adalah presentase kebenaran

berdasarkan pengujian yang telah dicocokkan dengan database yang ada. Prosedur identifikasi bakteri dengan Vitek 2 compact dimulai dengan pembuatan suspensi bakteri menggunakan larutan 0,45% natrium klorida dan menyesuaikan kekeruhan suspensi dengan standar McFarland yang diukur menggunakan sistem densycheck (bioMerieux). Selanjutnya, kartu identifikasi digunakan untuk melakukan identifikasi bakteri secara otomatis (Wallet *et al.* 2005).