

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Glukosa Darah

1. Definisi glukosa darah

Glukosa adalah sumber energi utama bagi tubuh. Hormon yang mempengaruhi kadar glukosa adalah insulin dan glukagon yang berasal dari pankreas. Insulin dibutuhkan untuk permeabilitas membran sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel. Glukosa merupakan salah satu karbohidrat yang sangat penting dan dibutuhkan sebagai sumber energi dan merupakan bahan bakar utama bagi otak dan sel darah merah. Glukosa dapat diperoleh dari makanan yang mengandung karbohidrat (Dewi, 2023).

2. Kadar glukosa darah

Kadar glukosa darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Konsentrasi glukosa darah, atau tingkat glukosa serum, diatur dengan ketat di dalam tubuh. Kadar glukosa dalam tubuh dapat meningkat apabila pankreas mengalami gangguan dalam memproduksi insulin sehingga mengganggu kerja dari sistem pankreas tersebut. Kadar glukosa darah dikatakan abnormal apabila terjadi peningkatan ataupun penurunan dari nilai rujukan kadar glukosa. Nilai rujukan kadar glukosa darah dalam serum atau plasma adalah 70 - 110 mg/dL (Joyce, 2013).

Keadaan kadar glukosa darah abnormal ditandai dengan peningkatan ataupun penurunan kadar glukosa darah di dalam tubuh. Peningkatan kadar glukosa darah disebut hiperglikemia sedangkan penurunan kadar glukosa darah disebut dengan hipoglikemia.

a. Hiperglikemia.

Hiperglikemia adalah keadaan dimana kadar gula darah melonjak atau berlebihan, yang akhirnya akan menjadi penyakit yang disebut DM yaitu suatu kelainan yang terjadi akibat tubuh kekurangan hormon insulin, akibatnya glukosa tetap beredar di dalam aliran darah dan sukar menembus dinding sel. Keadaan ini biasanya disebabkan oleh stress, infeksi, dan konsumsi obat- obatan tertentu. Hiperglikemia ditandai dengan poliuria, polidipsi, dan poliphagia, serta kelelahan yang parah dan pandangan yang kabur (Dewi, 2023).

b. Hipoglikemia

Hipoglikemia atau penurunan kadar gula darah merupakan keadaan dimana kadar glukosa darah berada di bawah normal, yang dapat terjadi karena ketidak seimbangan antara makanan yang dimakan, aktivitas fisik dan obat- obatan yang digunakan. Sindrom hipoglikemia ditandai dengan gejala klinis antara lain penderita merasa pusing, lemas, gemetar, pandangan menjadi kabur dan gelap, berkeringat dingin, detak jantung meningkat dan terkadang sampai hilang kesadaran (syok hipoglikemia) (Dewi, 2023).

3. Metabolisme glukosa darah

Karbohidrat yang berada dalam makanan berupa polimer heksana yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa masuk melalui dinding usus halus kedalam aliran darah, kemudian fruktosa dan galaktosa akan diubah di dalam tubuh menjadi glukosa. Glukosa tersebut merupakan hasil akhir dari pencernaan dan diabsorbsi secara keseluruhan menjadi karbohidrat. Kadar glukosa yang terdapat di dalam darah bervariasi tergantung dari daya penyerapan. Glukosa disimpan sebagai glikogen di dalam hati oleh insulin yang merupakan suatu hormon yang

disekresikan oleh pankreas. Apabila hormon insulin yang tersedia kurang dari kebutuhan maka gula darah akan menumpuk pada sirkulasi darah sehingga glukosa pada darah akan meningkat. Peningkatan kadar glukosa terjadi setelah makan dan penurunan kadar glukosa terjadi jika tidak ada makanan yang masuk selama beberapa jam (Safitri, 2017).

a. Kadar glukosa darah saat makan

Glukosa merupakan kunci pengendali sekresi hormon insulin oleh sel beta pankreas. Kadar glukosa darah mencapai puncak dalam 1 jam setelah makan. Saat kadar glukosa dalam darah meningkat, maka glukosa akan masuk kedalam sel beta pankreas melalui protein transporter GLUT 2. Akibat meningkatnya glukosa yang masuk kedalam sel beta pankreas akan memicu peningkatan sekresi hormon insulin. Diketahui bahwa kadar glukosa darah lebih dari 70 mg/dL dapat memicu peningkatan sintesis hormon insulin melalui peningkatan transkripsi dan translasi gen insulin (Firani, 2017).

b. Kadar glukosa darah saat puasa

Keadaan puasa dimulai saat 2-4 jam setelah makan, ketika kadar glukosa darah turun ke kadar basal. Bila puasa berlanjut, maka untuk mempertahankan kadar glukosa darah, hati memproduksi glukosa melalui reaksi pemecahan glikogen hati atau glikogenolisis serta melalui reaksi pembentukan glukosa atau glukoneogenesis. Sumber utama karbon untuk glukoneogenesis adalah laktat, gliserol, dan asam amino yang bersifat glukogenik. Saat puasa, kadar glukosa darah yang turun akan menurunkan sekresi hormon insulin oleh sel beta pankreas, sebaliknya terjadi sekresi hormon glukagon oleh sel alfa pankreas untuk meningkatkan kadar glukosa darah (Firani, 2017).

4. Pengendalian kadar glukosa darah

Glukosa merupakan sumber energi utama untuk sel-sel tubuh dalam melaksanakan fungsinya secara fisiologis. Sel otak atau neuron dan sel darah merah merupakan sel yang sangat tergantung pada glukosa. Maka kadar glukosa darah harus dipertahankan dalam keadaan normal. Apabila kadar glukosa darah sangat tinggi, maka tubuh akan merespon dengan menurunkan kadar glukosa darah, demikian juga sebaliknya bila kadar glukosa darah turun maka tubuh memiliki mekanisme untuk meningkatkan kadar glukosa darah (Firani, 2017).

Mekanisme regulasi kadar glukosa darah utamanya diperankan oleh sistem hormonal. Hormon-hormon yang dapat mempengaruhi kadar glukosa dalam darah diantaranya adalah :

a. Hormon insulin

Hormon insulin diproduksi di dalam pankreas oleh sel beta pulau langerhans, dimana hormon ini dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan penyimpanan glukosa sebagai glikogen atau perubahan menjadi asam lemak serta meningkatkan masuknya glukosa ke dalam sel. Insulin berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, lemak dan protein (Agustiana, 2014). Sekresi insulin pada orang sehat dapat menyeimbangi jumlah asupan makanan, tetapi sebaliknya orang yang menderita DM tidak mampu mensekresi insulin dalam jumlah yang cukup untuk mempertahankan tubuh, akibatnya kadar glukosa darah meningkat sebagai respon terhadap makanan (Sacher, 2012).

b. Hormon tiroid

Hormon tiroid merupakan hormon yang mempengaruhi glukosa darah. Bukti eksperimental bahwa tiroksin mempunyai kerja diabetogenik dan bahwa tindakan tiroidektomi menghambat perkembangan DM (Agustiana, 2014).

c. Hormon glukagon

Hormon glukagon diproduksi di dalam pankreas oleh sel-sel alfa pulau langerhans, dimana hormon ini dapat meningkatkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan pembebasan glukosa dari glikogen (Dewi, 2023).

d. Hormon epinefrin

Hormon epinefrin disekresikan oleh medula adrenal akibat rangsangan yang menimbulkan stres dan menyebabkan glikogenesis di hati dan otot, dimana hormon ini dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Hormon ini mempunyai efek mengubah glikogen menjadi gula yang terutama ada di dalam hati (Agustiana, 2014).

e. Hormon somatostatin

Hormon ini diproduksi di dalam sel D pankreas dimana hormon somatostatin ini dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Dewi, 2023).

f. Hormon kortisol

Hormon kortisol disekresikan oleh korteks adrenal, dan dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah dengan mensintesis glukosa dari asam amino (Dewi, 2023).

g. Hormon ACTH

Hormon ini terbentuk di hipofisis anterior yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Sacher, 2012).

5. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah terdiri dari:

a. Pola makan

Pola makan merupakan suatu metode dan upaya untuk mengatur jenis serta jumlah makanan yang dikonsumsi dengan tujuan untuk menjaga kesehatan, memastikan kecukupan asupan nutrisi, dan mencegah timbulnya penyakit. Pola makan vegetarian lebih berfokus pada makanan tumbuh-tumbuhan. Mereka mengonsumsi makanan yang berasal dari nabati. Jika pola makan vegetarian ini dikonsumsi dengan tepat, maka akan memberikan manfaat dan nutrisi yang berkualitas tinggi bagi konsumennya. Pemeriksaan glukosa darah dipengaruhi langsung oleh makanan dan minuman kecuali minuman air putih yang tidak mempengaruhi kadar glukosa. Makanan yang banyak mengandung karbohidrat, protein dan lemak sangat berpengaruh dalam peningkatan kadar glukosa. Maka dari itu pemeriksaan glukosa disarankan untuk berpuasa terlebih dahulu (Permenkes RI, 2013).

b. Usia

Usia merupakan faktor risiko utama diabetes. Usia atau umur merupakan salah satu faktor mandiri terhadap peningkatan glukosa darah, terlihat dari prevalensi diabetes yang meningkat bersama dengan pertambahan umur. Hal ini didasari bahwa usia dapat meningkatkan kejadian diabetes melitus tipe 2 karena penuaan dapat menurunkan sensitivitas insulin sehingga dapat memengaruhi kadar glukosa dalam darah. Umumnya manusia mengalami penurunan fisiologis yang secara cepat pada usia setelah 40 tahun, salah satunya berdampak pada organ pancreas (Komarilah, 2020).

c. Alkohol

Mengonsumsi alkohol dapat berpengaruh secara cepat sekitar 2-3 jam setelah mengonsumsi alkohol terhadap peningkatan kadar glukosa darah (Permenkes RI, 2013).

d. Obat-obatan

Obat-obatan yang diberikan secara oral atau cara lain akan berpengaruh terhadap respon tubuh. Misalnya obat yang berpengaruh terhadap pemeriksaan glukosa yaitu Thiazid (Permenkes RI, 2013).

e. Aktivitas fisik

Aktifitas fisik merupakan suatu gerakan tubuh yang dihasilkan otot rangka dan membutuhkan energi, termasuk aktivitas yang dilakukan saat bekerja, bermain, melakukan pekerjaan rumah tangga, bepergian dan kegiatan rekreasi. Jenis jenis aktivitas fisik dibagi menjadi 2 yaitu, kegiatan sehari-hari dan olahraga. Kegiatan sehari-hari seperti berjalan kaki, berkebun, kerja di taman, mencuci pakaian, mencuci mobil, mengepel lantai dan naik turun tangga, memindahkan perabot, menggendong anak, dan membersihkan rumput dengan mesin pemotong rumput. Sedangkan olahraga seperti push-up, lari ringan, bermain bola, berenang, senam, bermain tenis, yoga, fitness dan angkat beban. Aktivitas fisik dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan intensitas dan besaran kalori yang digunakan, yaitu: aktivitas fisik ringan, aktivitas fisik sedang dan aktivitas fisik berat.

Aktifitas fisik ringan: kegiatan yang hanya memerlukan sedikit tenaga dan biasanya tidak menyebabkan perubahan dalam pernapasan. Energi yang dikeluarkan $<3,5$ kcal/menit. Aktivitas fisik ringan dapat dilakukan selama kurang dari 150 menit per minggu. Berbagai bentuk aktivitas yang bisa dilakukan meliputi

mencuci piring, memasak, memancing, berjalan santai, memancing, bermain bilyard dan lain sebagainya (Kusumo, 2020).

Aktivitas fisik sedang: saat melakukan aktivitas fisik sedang tubuh sedikit berkeingat, denyut jantung dan frekuensi nafas menjadi lebih cepat. Energi yang dikeluarkan: 3,5 – 7 Kcal/menit. Aktivitas fisik sedang dapat dilakukan sekitar 150 menit setiap minggunya. Bentuk aktivitas yang dapat dilakukan seperti naik turun tangga, bersepeda, berkebun, bermain buktangkis, dan lain sebagainya (Kusumo, 2020).

Aktivitas fisik berat: selama beraktivitas, tubuh mengeluarkan banyak keringat, denyut jantung dan frekuensi nafas meningkat sampai terengah-engah. Energi yang dikeluarkan >7 Kcal/menit. Jenis aktivitas fisik ini dapat dilakukan lebih dari 300 menit per minggu. Beberapa bentuk aktivitas yang dapat dilakukan meliputi sepak bola, bermain basket, mencangkul, naik gunung, berenang, berlari cepat, bersepeda lebih dari 15 km/jam dengan lintasan mendaki, dan lainnya (Kusumo, 2020).

f. Merokok

Merokok dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Rokok mengandung banyak radikal bebas, kelebihan radikal bebas akan bereaksi dengan protein, lemak dan asam nukleat seluler sehingga terjadi kerusakan dan disfungsi organ tertentu termasuk pankreas. Proses tersebut akan berlanjut pada gangguan sensitivitas insulin dan mengakibatkan DM tipe 2 (Lutumahina dkk., 2011).

6. Pemeriksaan glukosa darah

Beberapa jenis pemeriksaan yang dilakukan untuk pemeriksaan glukosa darah, diantaranya adalah :

a. Glukosa darah sewaktu (GDS)

Pemeriksaan glukosa darah yang dilakukan tanpa puasa terlebih dahulu, tidak memperhatikan makan terakhir yang dimakan terhadap kondisi tubuh seseorang mengakibatkan kadar glukosa darah sewaktu lebih tinggi dibanding kadar glukosa darah puasa (Safitri, 2017).

b. Glukosa darah puasa (GDP)

Pada pemeriksaan glukosa darah puasa, penderita dipuasakan 8-10 jam sebelum tes dengan menghentikan semua obat yang digunakan, bila ada obat yang harus diberikan perlu ditulis dalam formulir. Interpretasi pemeriksaan glukosa darah puasa sebagai berikut: kadar glukosa plasma puasa <110 mg/dL dinyatakan normal, ≥ 126 mg/dL dinyatakan DM (Safitri, 2017).

c. Glukosa 2 jam post prandial (GD2PP)

Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan setelah pasien diminta untuk melakukan puasa selama 8-10 jam, sedangkan pemeriksaan 2 jam post prandial merupakan pemeriksaan glukosa darah yang dilakukan setelah 2 jam dihitung dari waktu pertama setelah makan (Safitri, 2017).

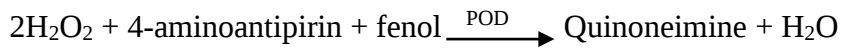
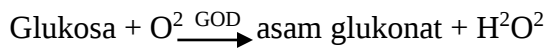
7. Metode pemeriksaan glukosa darah

a. Metode enzimatik

1) Metode Glukosa Oksidase (GOD-PAP)

Prinsip: Oksidasi glukosa oleh glukooksidase (GOD) menjadi asam glukonat dan H_2O_2 . H_2O_2 kemudian direaksikan dengan 4- aminoantipirin dan fenol menghasilkan *quinoneimine* yang berwarna kemerahan dan H_2O , reaksi ini dikatalisis oleh enzim peroksidase (POD). *Quinoneimine* yang terbentuk ekuivalen

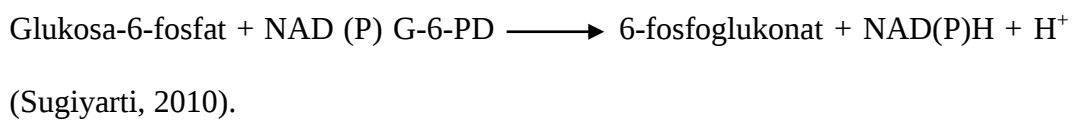
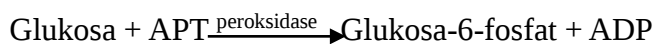
dengan glukosa sehingga warna yang terukur pada produk *quinoneimine* akan sebanding dengan kadar glukosa.



Pengukuran kadarnya dilakukan dengan mencampur serum atau plasma darah dengan reagen, kemudian warna yang terbentuk dibaca dengan kolorimeter pada panjang gelombang 500-546 nm (Sugiyarti, 2010).

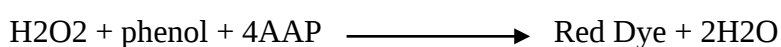
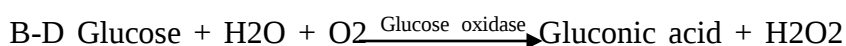
2) Metode Heksokinase

Prinsip : Heksokinase akan mengkatalis reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP membentuk glukosa 6-fosfat dan ADP. Enzim kedua yaitu glukosa 6-fosfat dehidrogenase akan mengkatalis oksidasi glukosa 6-fosfat dengan nikotinamide adnine dinukleotida phosphate (NADP+)



3) Metode Trinder

Glukosa dalam sampel dioksidasi untuk menghasilkan asam glukonat dan hidrogen peroksida di hadapan Glukosa oksidase. Enzim peroksidase mengkatalisis kopling oksidatif 4-aminoantipirin dengan fenol untuk menghasilkan kompleks kuinonemin berwarna, dengan absorbansi sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam sampel.



4) Metode *Point of Care Testing* (POCT)

Point of Care Testing (POCT) atau disebut juga *Bedside Test* didefinisikan sebagai pemeriksaan kesehatan yang dilakukan di dekat atau di samping tempat tidur pasien. POCT merupakan pemeriksaan sederhana dengan menggunakan sampel dalam jumlah sedikit dan dapat dilakukan disamping tempat tidur pasien. POCT bukanlah pengganti layanan laboratorium konvensional, melainkan layanan tambahan untuk sebuah laboratorium klinik. Dalam operasinya, layanan ini dilaksanakan di dekat pasien, namun pertanggungjawaban dan operasinya tetap dilakukan oleh petugas yang berwenang dari Laboratorium Klinik. Hal ini selain untuk tetap menjamin kualitas dari hasil yang diberikan, juga untuk menjamin bahwa hasil yang didapat tetap tercatat dalam Sistem Informasi Laboratorium (SIL), karena alat-alat POCT saat ini umumnya belum terkoneksi langsung dengan SIL. Kalibrasi dan kontrol terhadap alat yang digunakan, dilakukan oleh petugas laboratorium klinik dengan prosedur yang telah ditetapkan dan dibandingkan dengan hasil dari peralatan standar yang ada di laboratorium klinik (Widagdo, 2013).

Penentuan kadar glukosa darah menggunakan POCT terdapat dua metode yaitu *amperometric detection* dan *reflectance*. *Amperometric detection* merupakan salah satu metode menggunakan pengukuran arus listrik yang dihasilkan pada sebuah elektrokimia. Saat darah diteteskan pada strip, kemudian reaksi akan terjadi antara bahan kimia dalam darah dengan reagen dalam strip. Reaksi tersebut akan menimbulkan arus listrik dengan besar yang sama dengan kadar bahan kimia dalam darah. *Reflectance* merupakan suatu metode yang digunakan sebagai rasio antara jumlah total radiasi. Fungsinya digunakan dengan membaca warna yang terbentuk

dari sebuah reaksi antara sampel yang mengandung bahan kimia tertentu dengan reagen yang terdapat pada sebuah test strip. Reagen pada strip akan menimbulkan suatu reaksi warna yang kemudian setara dengan kadar bahan kimia pada sampel, setelah itu warna yang dihasilkan diukur oleh alat melalui arah bawah strip (Widagdho, 2013). Pemeriksaan POCT glukosa pertama kali diperkenalkan di rumah sakit pada tahun 1986. Penggunaan POCT glukosa mempunyai keunggulan yaitu mempercepat *Turn Around Time* (TAT) dan memperbaiki pelayanan pasien.

Pemeriksaan POCT glukosa digunakan untuk pemantauan pasien dengan hiperglikemia, bukan untuk mendiagnosis diabetes mellitus. Kebanyakan pemeriksaan POCT glukosa menggunakan darah kapiler sebanyak 1 tetes atau lebih tanpa eritrosit dilisiskan (*whole blood*). Kadar glukosa plasma lebih tinggi sekitar 12% dibandingkan dengan kadar glukosa pada sampel *whole blood* pada keadaan hematokrit normal (Aulia, Diana, 2016). Presisi pemeriksaan ini dinyatakan baik dengan acuan menurut *American Diabetes Association* (ADA) bahwa koefisien variasi glukometer atau POCT harus kurang dari 5%. Akurasi nilai glukosa serum terhadap *whole blood* yaitu -9,8% dan akurasi nilai glukosa plasma EDTA terhadap *whole blood* yaitu -15,8%. Akurasi pemeriksaan ini bernilai negatif yang menunjukkan nilai yang cenderung lebih rendah dari nilai glukosa standar (Ardelia, 2021).

B. *Diabetes Mellitus* (DM)

1. Definisi *Diabetes Mellitus*

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit kronis yang terjadi baik ketika pankreas tidak menghasilkan cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat secara

efektif menggunakan insulin yang dihasilkan yang membuat kadar glukosa darah seseorang berada di atas batas normal (Garnita, 2012). Insulin merupakan hormon yang mengatur glukosa darah. Hiperglikemia adalah karakteristik utama dari DM yang apabila tidak terkontrol dari waktu ke waktu dapat menimbulkan kerusakan serius pada banyak sistem tubuh, terutama saraf dan pembuluh darah (WHO, 2017). Seseorang menderita DM apabila kadar gula darah puasanya >126 mg/dL, atau kadar gula darah sewaktu > 200 mg/dL (Sujaya, 2009).

2. Klasifikasi *Diabetes Mellitus*

a. *Diabetes Mellitus* tipe 1

Diabetes Mellitus tipe 1 disebabkan oleh defisiensi hormon insulin karena kerusakan sel beta pankreas, yang disebabkan oleh adanya reaksi autoimun. Destruksi sel beta pankreas tersebut menyebabkan kadar insulin menjadi sangat rendah, atau bahkan tidak ada sama sekali. Penderita DM tipe 1 bergantung pada insulin dari luar untuk bisa bertahan. DM tipe 1 biasanya terjadi pada usia muda, yaitu sebelum usia 30-40 tahun namun dapat juga menyerang berbagai usia (Garnita, 2012).

b. *Diabetes Mellitus* tipe 2

Diabetes Mellitus tipe 2 disebabkan oleh gangguan sekresi insulin yang bersifat progresif dan biasanya dilatarbelakangi oleh resistensi insulin sehingga pada DM tipe 2 terjadi defisiensi insulin relatif. *Diabetes Mellitus* tipe-2 yang sebelumnya dikenal dengan *Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM) ini merupakan kasus DM terbanyak yang umumnya mempunyai latar belakang resistensi insulin dan terjadi pada usia dewasa (Sunarti, 2018).

Pada penderita DM tipe 2, insulin yang dihasilkan oleh sel beta pankreas tidak dapat memenuhi jumlah yang dibutuhkan. Hal ini menimbulkan terjadinya hiperglikemia karena jumlah insulin yang dihasilkan kurang dari jumlah yang dibutuhkan. DM tipe 2 juga dapat terjadi karena kurangnya reseptor insulin pada sel-sel sehingga meskipun jumlah insulin yang dihasilkan cukup, namun sel tidak dapat mengangkut cukup glukosa dalam darah sehingga kadar glukosa dalam darah tinggi. Situasi ini dikenal dengan nama "resistensi insulin" (Garnita, 2012).

3. Faktor risiko *Diabetes Mellitus*

DM utamanya disebabkan oleh dua hal, yaitu meningkatnya kadar gula darah, dan kurangnya produksi insulin. Peningkatan kadar gula darah dapat disebabkan oleh meningkatnya asupan zat gizi yang masuk kedalam tubuh, terutama asupan karbohidrat. Sementara itu kurangnya produksi insulin dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu defisiensi insulin dan resistensi insulin. Ada beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap resistensi atau defisiensi insulin, diantaranya adalah :

a) Konsumsi zat gizi

Energi memiliki peranan yang sangat besar bagi makhluk hidup. Energi digunakan manusia untuk menjalankan aktivitas. Namun, jika asupan energi yang tinggi disertai dengan pemakaian energi yang rendah dapat menyebabkan penimbunan lemak yang berakibat pada naiknya berat badan dan meningkatnya ukuran lingkaran pinggang (Hassan et al., 2015).

Konsumsi karbohidrat yang tinggi ini semakin meningkatkan risiko DM jika diiringi dengan asupan serat yang rendah (Sujaya, 2009). Asupan karbohidrat dalam jumlah yang tinggi dan jangka waktu yang lama diduga dapat meningkatkan

risiko terjadinya DM tipe 2. Ada 2 hipotesis mekanisme terkait hubungan antara asupan karbohidrat dan risiko kejadian DM tipe 2 yaitu kelelahan pankreas di dalam memproduksi insulin sebagai akibat peningkatan kebutuhan insulin dan adanya resistensi insulin yang memperantarai terjadinya DM tipe 2 (Sunarti, 2018).

b) Obesitas

Kurangnya aktivitas fisik serta tingginya konsumsi karbohidrat, protein, dan lemak yang merupakan faktor risiko dari obesitas menyebabkan meningkatnya Asam Lemak atau *FreeFatty Acid* (FFA) dalam sel peningkatan FFA ini akan menurunkan translokasi transporter glukosa ke membran plasma, dan menyebabkan terjadinya resistensi insulin pada jaringan otot dan adipose (Garnita, 2012). Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan indikator yang dapat menilai status obesitas pada seseorang (Jalal dkk., 2008). Kriteria obesitas dapat ditentukan berdasarkan IMT yang melebihi batas normal karena penyebab obesitas adalah kelebihan lemak. Orang dengan IMT berlebih memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap penyakit DM, dimana resistensi insulin merupakan salah satu dari penyakit sindroma metabolik (Setiyani dan Wirawanni, 2012). Rumus untuk menentukan IMT seseorang adalah sebagai berikut :

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan}}{\text{Tinggi badan dalam kuadrat (m}^2\text{)}}$$

c) Umur

Umur merupakan salah satu faktor mandiri terhadap peningkatan glukosa darah, terlihat dari prevalensi diabetes yang meningkat bersama dengan pertambahan umur. Adanya proses penuaan menyebabkan berkurangnya kemampuan sel beta pankreas dalam memproduksi insulin (Garnita, 2012).

Penelitian dari Universitas Yale menunjukkan bahwa pada individu yang berusia lebih tua, terdapat penurunan aktifitas mitokondria di sel-sel otot sebesar 35%. Hal ini berhubungan dengan peningkatan kadar lemak di otot sebesar 30% dan memicu terjadinya resistensi insulin (Yale, 2010).

d) Jenis kelamin

Salah satu faktor risiko diabetes mellitus adalah jenis kelamin. Laki-laki memiliki risiko diabetes yang lebih meningkat cepat dari perempuan. Perbedaan risiko ini dipengaruhi oleh distribusi lemak tubuh. Pada laki-laki, penumpukan lemak terkonsentrasi di sekitar perut sehingga memicu obesitas sentral yang lebih berisiko memicu terjadinya gangguan metabolisme (Rudi dan Hendrikus, 2017).

e) Aktivitas fisik

Kurangnya aktivitas fisik menyebabkan jumlah energi yang dikonsumsi melebihi jumlah energi yang dikeluarkan, sehingga menimbulkan keseimbangan energi positif yang disimpan pada jaringan adipose. Hal ini menyebabkan terjadinya resistensi insulin yang berkembang menjadi DM tipe-2 (Sujaya, 2009). Oleh karena itu, disarankan bagi anak dari penderita DM tipe-2 untuk mengatur asupan makanan dengan tepat, menghindari overweight, dan melakukan aktivitas fisik secara teratur untuk mencegah timbulnya penyakit DM (Pipicelli, 2009).

C. Vegetarian

1. Pengertian vegetarian

Secara umum, vegetarian adalah pola diet yang tidak mengonsumsi produk-produk dan makanan yang terbuat dari daging hewan dan ikan, serta hanya mengonsumsi makanan yang diolah dari tumbuhan dan bahan-bahan nabati lainnya.

Istilah ini muncul pertama kali pada tanggal 30 September 1847, yang dicetuskan oleh Joseph Batherton saat dibentuknya Yayasan Vegetarian Inggris di Northwood Villa, Inggris. Kata ini berasal dari bahasa Latin, yaitu *vegetus* yang berarti segar atau bugar (Anggen, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian oleh *American Dietetics Association* (ADA), ada dua cara paling umum untuk mendefinisikan istilah "vegetarian", yaitu pola diet yang menghindari konsumsi semua produk hewan (*vegan*) dan pola diet yang menghindari konsumsi daging, tetapi ada mengonsumsi produk telur dan/atau susu (Craig and Mangels, 2009).

Vegetarian merupakan suatu usaha manusia untuk hidup menyelaraskan diri dengan alam (*back to nature*). *Vegan* adalah vegetarian murni yang tidak mengonsumsi daging sama sekali, sedang *nonvegan* adalah vegetarian tidak murni, dimana masih mengonsumsi produk hewani (telur dan susu). Komunitas vegetarian adalah orang yang mengonsumsi sedikit produk hewani atau tidak sama sekali. Mereka mengonsumsi makanan yang tinggi karbohidrat, rendah lemak dan tinggi serat (Huang et al., 2011).

Selain alasan ingin menjaga kesehatan, seseorang menjadi vegetarian juga dikarenakan alasan agama yang dianut, seperti komunitas Buddha, Kristen Advent, serta Hindu. Sementara bagi para wanita, menjadi vegetarian adalah untuk alasan kecantikan karena dapat menjaga kehalusan kulit (Jian et al., 2015).

2. Jenis-jenis vegetarian

Vegetarian dikelompokkan berdasarkan susunan menu dan tingkat kesulitannya. Menurut Rossi (2012), jenis-jenis vegetarian terbagi dalam beberapa kelompok :

a. *Vegetarian vegan*

Vegan sering disebut vegetarian total atau vegetarian murni. Tak hanya daging, seorang *vegan* juga tidak mengonsumsi semua produk hewani, seperti produk olahan susu, telur, dan gelatin yang terbuat dari tulang dan jaringan ikat hewan. *Vegetarian vegan* hanya mengonsumsi biji-bijian, kacang-kacangan, sayur-sayuran dan buah-buahan. Kelompok ini sama sekali tidak mengonsumsi makanan hewan seperti daging ternak, daging unggas, ikan, susu, telur, dan produk olahannya. Mereka juga tidak menggunakan semua produk yang dihasilkan oleh binatang seperti madu, bahan kulit, sutra, wol, hingga gelatin.

Secara luas, seorang *vegan* tidak hanya menghindari makanan atau minuman yang berasal dari hewan saja. Orang yang menerapkan gaya hidup *vegan* juga menghindari penggunaan barang/produk lain seperti pakaian dan kosmetik yang tidak diuji pada hewan atau tidak mengandung bahan hewani. Gaya hidup *vegan* memiliki prinsip untuk menerapkan gaya hidup yang memperhatikan dampak lingkungan akibat produksi bahan makanan serta segala macam produk yang terbuat dari hewan. Sehingga, gaya hidup ini juga bisa dibilang menghindari segala bentuk eksploitasi terhadap hewan.

b. *Vegetarian lacto*

Vegetarian lacto adalah vegetarian yang mengonsumsi bahan pangan nabati dan berpantang mengonsumsi daging ternak, daging unggas, ikan, telur dan produk olahannya. Kelompok ini masih diperbolehkan mengonsumsi susu beserta hasil olahannya seperti keju dan yoghurt.

c. *Vegetarian-ovo*

Vegetarian-ovo ini adalah tipe vegetarian yang tidak mengonsumsi daging ternak, daging unggas, ikan, susu, dan produk olahan lainnya. Namun jenis vegetarian ini diperbolehkan mengonsumsi telur.

d. *Vegetarian lacto-ovo*

Vegetarian lacto-ovo adalah vegetarian yang mengonsumsi bahan-bahan nabati dan tidak mengonsumsi daging ternak, daging unggas dan ikan. Kelompok ini masih diperbolehkan mengonsumsi telur dan susu beserta produk olahannya.

e. *Fruitarian*

Fruitarian adalah julukan yang disematkan kepada mereka yang konsisten melakukan diet buah. Tipe vegetarian yang hanya mengonsumsi buah-buahan sebagai makanan sehari-hari. Beberapa orang percaya bahwa menjadi *Fruitarian*, alias orang yang hanya makan buah-buahan (Solahuddin, 2019).

f. *Partical vegetarian*

Partical vegetarian atau vegetarian sebagian, ialah orang yang tidak memakan daging merah (hewan berkaki empat) seperti; sapi, kambing, dan babi tetapi memakan ikan, ayam, telur, dan susu. Kelompok vegetarian ini masih mengonsumsi produk-produk hewani, namun tetap mengonsumsi sayur-sayuran.

g. *Semi vegetarian*

Semi vegetarian ialah orang yang pada dasarnya tidak bervegetarian namun mengonsumsi makanan vegetarian pada saat-saat tertentu seperti hari besar agama ataupun orang yang masih dalam tahap belajar dengan berusaha untuk mengurangi atau menghindari konsumsi daging walaupun sayur tercampur dengan daging.