

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. KARBOHIDRAT**

##### **1. Definisi Karbohidrat**

Karbohidrat merupakan suatu senyawa organik polihidroksialdehid atau polihidroksiketon yang memiliki rumus karbohidrat  $C_n(H_2O)$  atau  $C_nH_{2n}O_n$ . Karbohidrat tersusun atas beberapa unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Contoh karbohidrat seperti glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), sukrosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), dan selulosa ( $C_6H_{10}O_5$ ) (Hanum, 2017).

##### **2. Klasifikasi Karbohidrat**

Dengan menganalisis rumus menggunakan prinsip monomer, maka dapat disimpulkan bahwa karbohidrat mengandung tiga bentuk zat yang sama yang terdiri atas monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida sehingga dapat digolongkan menjadi tiga kategori berdasarkan komponen penyusunnya (Hanum, 2017).

###### **a. Monosakarida**

Monosakarida adalah karbohidrat yang tidak dapat dipecah menjadi gula yang lebih sederhana. Sebaliknya, monosakarida memiliki sifat unik di antara semua karbohidrat lainnya dengan tidak terurai menjadi rantai molekul yang lebih kecil. Molekul monosakarida memiliki sejumlah atom karbon sebagai contoh yaitu pentosa, heksosa, heptosa, dan oligosakarida yang masing-masing memiliki lima atom (Azhar, 2016; Yazid, 2015).

## **b. Oligosakarida**

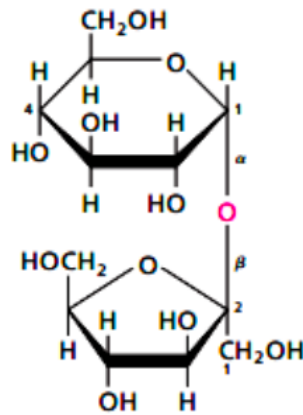
Oligosakarida adalah karbohidrat yang terdiri dari dua hingga sepuluh unit monosakarida. Karbohidrat ini sering disebut sebagai disakarida karena mengandung dua komponen monosakarida. Oligosakarida dapat dihidrolisis menjadi komponen monosakarida penyusunnya. Beberapa contoh karbohidrat golongan oligosakarida adalah laktosa, maltosa, dan sukrosa (Yazid, 2015).

## **c. Polisakarida**

Polisakarida adalah senyawa karbohidrat besar dengan banyak monosakarida dan disakarida yang tersusun dalam rantai lurus atau bercabang. Polisakarida tidak memiliki rasa atau bau, seperti monosakarida dan dekstrin. Ada tiga jenis polisakarida antara lain selulosa, glikogen, dan dekstrin yang terkait satu sama lain (Maryam, 2016).

## **3. Sukrosa**

Sukrosa merupakan disakarida yang jumlahnya paling banyak di alam. Sukrosa kenal juga sebagai gula meja (*table sugar*). Sukrosa memiliki unsur kimia  $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-fructofuranoside. Dikarenakan ikatan glikosida yang menghubungkan atom karbon anomerik dari dua residu monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa berbeda, maka sukrosa dapat dibedakan dari tiga jenis disakarida lainnya seperti maltosa dan laktosa (Azhar, 2016).



Gambar II.1 Struktur sukrosa

#### 4. Fungsi Karbohidrat

Menurut Hanum, (2017), karbohidrat memiliki beberapa kegunaan bagi tubuh manusia diantaranya adalah sebagai berikut:

##### a. Sumber Energi utama tubuh

Karbohidrat terutama digunakan untuk penyimpanan energi dalam tubuh dan mengandung 4 kalori per gram karbohidrat. Mamalia dapat mengubah sukrosa, laktosa, maltosa, dan pati menjadi bentuk glukosa, yang digunakan untuk energi atau disimpan sebagai glikogen.

##### b. Memperlancar pencernaan

Karbohidrat yang dicerna dapat mendorong pergerakan usus dan memfasilitasi proses terbentuknya feses. Contoh bentuk karbohidrat yang dapat dicerna adalah karbohidrat dari kelompok monosakarida dan disakarida.

### **c. Sebagai pemanis alami**

Pada makanan, karbohidrat berfungsi menambakan rasa manis alami pada khususnya monosakarida dan disakarida.

### **5. Metabolisme Karbohidrat**

Karbohidrat yang dikonsumsi sebagai disakarida, oligosakarida, dan polisakarida akan dicerna, diserap, dan diangkut ke seluruh tubuh terutama sebagai glukosa, meskipun beberapa dalam bentuk fruktosa dan galaktosa. Glukosa adalah bahan bakar utama tubuh. Semua jaringan dalam tubuh dapat menggunakan glukosa sebagai penghasil energi dan beberapa sel seperti sel darah merah, sangat bergantung pada ketersediaan glukosa sebagai sumber energi. Glukosa berasal dari karbohidrat makanan, simpanan bentuk glikogen dalam tubuh, atau biosintesis endogen dari prekursor non heksosa. Sumber ini berperan untuk ketersediaan glukosa yang stabil dalam darah. Keseimbangan antara oksidasi glukosa, biosintesis glukosa, dan penyimpanan glukosa bergantung pada status hormonal sel, jaringan, dan tubuh (Wahyuni, 2017).

Menurut Kurniawan, (2010) Glukosa adalah bentuk utama karbohidrat dalam tubuh yang sebagian besar disebabkan oleh adanya polimer seperti laktosa, fruktosa dan galaktosa dalam makanan. Glukosa adalah salah satu monosakarida penyusun karbohidrat yang terdapat dalam makanan.

Di dalam traktus digestivus polisakarida dan disakarida seperti sukrosa dari makanan dikonversikan menjadi monosakarida oleh glikosidase yaitu enzim yang menghidrolisis ikatan glikosidik antar gula. Enzim ini mempunyai spesifisitas terhadap

ikatan glikosidik, jumlah unit sakarida dalam rantai karbohidrat. Monosakarida yang terbentuk ditranspor melewati sel mukosa usus ke dalam cairan interstisial dan kemudian masuk ke kolon dan difermentasikan oleh bakteri (Wahyuni, 2017).

Metabolisme karbohidrat pertama kali terjadi di rongga mulut. Bolus makanan yang dihasilkan dari proses mengunyah makanan akan bercampur dengan air liur yang mengandung enzim amilase. Enzim amilase ini menghidrolisis amilum atau pati menjadi bentuk karbohidrat yang lebih sederhana yang dikenal sebagai dekstrin. Enzim amilase bekerja optimal pada kondisi pH yang netral. Bolus makanan kemudian ditelan dan masuk ke dalam lambung. Enzim amilase yang masuk ke lambung dimetabolisme oleh asam klorida dan enzim pencernaan protein di lambung sehingga menghentikan pencernaan karbohidrat. Makanan yang hanya terdiri dari karbohidrat menetap di perut untuk jangka waktu kurang dari dua jam sebelum dilanjutkan ke usus kecil. Di usus kecil, amilase yang disekresikan oleh pankreas mencerna pati menjadi bentuk dekstrin dan maltosa. Metabolisme karbohidrat dilakukan oleh disakaridase yang disekresikan oleh sel mukosa usus dalam bentuk enzim maltase, enzim sukrase, dan enzim laktase. Enzim ini menghidrolisis disakarida dalam mikrovili dan monosakarida yang dihasilkan oleh enzim maltase adalah memecah maltosa menjadi dua molekul glukosa, enzim sukrase mengubah sukrosa menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah molekul fruktosa, enzim laktase memisahkan laktosa yang menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah molekul galaktosa (Siregar, 2014).

Glukosa dan galaktosa masuk ke dalam darah melalui transport aktif. Transport aktif dipengaruhi oleh jumlah natrium dalam lumen usus. Konsentrasi natrium yang

tinggi mempermudah penyerapan glukosa ke dalam sel epitel sedangkan konsentrasi natrium yang rendah akan menghambat penyerapan glukosa ke dalam epitel (Ganong, 2019).

## **B. GLUKOSA DARAH**

### **1. Definisi**

Kadar gula darah dalam tubuh harus tetap dijaga pada tingkat yang cukup untuk memberikan nutrisi pada setiap organ tubuh. Glukosa adalah nutrisi yang disediakan untuk retina, otak, dan gonad yang dapat terpenuhi melalui kadar gula darah normal. Kadar gula darah yang tinggi dapat menyebabkan dehidrasi sel dan diuresis osmoregulasi melalui aliran darah sehingga menjaga gula darah pada tingkat yang konsisten adalah hal yang penting (Guyton and Hall, 2021).

Glukosa darah tersusun atas glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa merupakan bentuk monosakarida yang paling utama yang sebagian besar dapat dicerna di dalam makanan akan membentuk glukosa, yang kemudian akan dialirkan ke dalam darah dan gula lain akan diubah menjadi glukosa di liver (Kasengke et al., 2015)

Glukosa adalah sejenis karbohidrat yang diserap ke dalam aliran darah saat hati mengubah karbohidrat menjadi glukosa. Glukosa adalah bahan bakar utama yang digunakan oleh jaringan tubuh dan berfungsi sebagai penghasil energi. Kadar glukosa sering dinilai untuk menentukan kadar gula darah, menentukan apakah seseorang menderita diabetes dan berguna dalam mengidentifikasi suatu penyakit. Tes darah yang memberikan hasil langsung dapat digunakan untuk memeriksa kadar gula darah. Orang

dengan kadar gula darah normal kurang dari 200 miligram per desiliter dikategorikan sehat (Amir, 2015).

Kadar glukosa darah dipengaruhi dan diregulasi oleh dua faktor yakni faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen adalah faktor yang mencakup unsur hormonal dalam tubuh, seperti hormon insulin, glukagon, dan kortisol. Sedangkan faktor eksogen meliputi jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi serta aktivitas fisik (Putra dan Berawi, 2015).

## **2. Klasifikasi**

Ada dua jenis kadar gula darah dalam tubuh diantaranya adalah hipoglikemia dan hiperglikemia. Kadar gula darah yang tinggi dapat diindikasikan dengan banyak gejala diantaranya berupa sakit kepala, penglihatan kabur, penurunan berat badan, kelelahan, buang air kecil meningkat, dan rasa lapar. Dalam beberapa kasus, kadar gula darah yang tinggi bahkan dapat mengakibatkan kejang atau kematian jika tidak segera ditangani. Hiperglikemia disebabkan oleh asupan karbohidrat dan glukosa yang berlebihan sedangkan hipoglikemia adalah sebaliknya. Gula darah rendah atau hipoglikemia disebabkan oleh pasokan karbohidrat dan glukosa yang tidak mencukupi. Gejala hipoglikemia meliputi kebingungan, gangguan penglihatan, gangguan keringat, tremor, peningkatan detak jantung, dan perilaku tidak menentu. Selain itu, orang yang mengalami hipoglikemia mungkin lapar, pucat, dan menggigil atau demam (Mufti T et al., 2014).

### 3. Unsur yang Memengaruhi Kadar Glukosa

Obat-obatan seperti steroid dapat meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh berdasarkan usia, berat badan, atau asupan makanan. Selain itu faktor emosional, stres, dan olahraga yang rendah juga dapat meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh (Fox & Kilvert, 2010).

- a. Olahraga teratur dapat membantu sel-sel tubuh menggunakan insulin lebih baik dengan mengurangi resistensi insulin. Olahraga juga dapat membantu membakar lemak tubuh, yang dapat mengurangi berat badan pada penderita obesitas. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa peningkatan olahraga teratur selama 30 menit per hari dapat mengurangi risiko diabetes.
- b. Makanan berserat tinggi atau rendah energi yang tinggi karbohidrat dapat menghalangi pankreas menstimulasi sinyal ke sel beta penghasil insulin untuk bekerja. Hal tersebut dapat sebab asupan makanan yang meningkat menyebabkan kadar gula darah meningkat.
- c. Stres dan penggunaan narkoba dapat meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh. Interaksi antara kelenjar hipofisis, kelenjar adrenal, pankreas, dan hati terganggu akibat meningkatnya stres dan penggunaan narkoba. Gangguan pada hormon ini mempengaruhi metabolisme hormon hipofisis ACTH, kortisol, dan glukokortikoid hormon adrenal. Glukagon merangsang glukoneogenesis di hati, yang pada akhirnya meningkatkan kadar gula darah.



d. Seiring bertambahnya usia, tubuh manusia mengalami berbagai perubahan fisik. Perubahan fisik dapat memengaruhi fungsi tubuh, termasuk seberapa banyak makanan yang dapat diproses dan nutrisi yang dapat diserap oleh tubuh. Selain faktor tersebut, aktivitas sehari-hari seperti bekerja dan kurang istirahat dapat meningkatkan kadar gula darah. Seiring bertambahnya usia, toleransi tubuh terhadap glukosa meningkat. Orang dewasa yang lebih tua dengan intoleransi glukosa lebih cenderung menjadi gemuk, menetap, kekurangan massa otot dan/atau komorbiditas, serta resisten terhadap sekresi insulin dan resistensi insulin. Hal tersebut biasanya terkait dengan penggunaan obat-obatan atau penyebab lain dari resistensi insulin pada populasi yang lebih tua.

#### **4. Pemeriksaan Kadar Gula Darah**

Pemeriksaan kadar gula darah menggunakan bahan plasma vena dianjurkan untuk pemantauan kadar gula darah. Kadar gula darah dapat diperiksa dengan cara ini dalam waktu lama tanpa efek negatif pada tubuh. Sebagai alternatif, pembacaan glukometer dapat digunakan untuk memeriksa kadar gula darah. Jika pembacaan glukometer tidak tersedia, tes glukosa darah kapiler dapat dilakukan (PERKENI, 2021).

Tes glukosa darah kapiler adalah metode tes yang relatif sederhana yang tidak memerlukan banyak biaya. Pada saat pemeriksaan glukosa darah kapiler, perlu diperhatikan bahwa terdapat perbedaan hasil pemeriksaan darah plasma vena dan glukosa darah kapiler, seperti terlihat pada tabel di bawah ini:

### Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa sewaktu

Jenis Pemeriksaan	Kategori	Nilai
Kadar glukosa darah sewaktu (mg/dL)	Baik	110-180 mg/dL
	Buruk	<110 mg/dL dan >180 mg/dL

Gambar II.2 Perbandingan hasil pemeriksaan kadar glukosa sewaktu

### C. Hubungan Konsumsi Sukrosa dengan Peningkatan Kadar Gula Darah

Air liur mengandung enzim amilase yang memecah karbohidrat saat pertama kali dicerna ke dalam mulut. Fungsi dari enzim amilase ini adalah menghidrolisis pati menjadi maltosa, sukrosa dan laktosa. Saat makanan ditelan maka kerja enzim amilase akan terus berada di lambung hingga 20 menit. Maltosa, sukrosa, dan laktosa yang telah melalui metabolisme lambung akan memasuki jejunum. Pada jejunum terdapat banyak vili yang mensekresikan enzim-enzim seperti enzim laktase, enzim sukrase, enzim maltase, dan enzim alfa-dekstrinase yang berfungsi untuk menguraikan disakarida pada laktosa, sukrosa, dan maltosa menjadi unsur monosakarida. Sukrosa dipecah menjadi satu molekul fruktosa dan satu molekul glukosa oleh enzim sukrase (Guyton and Hall, 2021).

Setelah karbohidrat seperti sukrosa dimetabolisme menjadi monosakarida, maka selanjutnya terdapat proses transpor melewati sel intestinal dan masuk ke dalam darah untuk diedarkan dalam jaringan tubuh. Tidak semua karbohidrat kompleks dapat dicerna dengan kecepatan yang sama di usus. Beberapa sumber karbohidrat mampu meningkatkan kadar gula darah segera setelah konsumsi, sementara sumber lain

menaikkan kadar gula darah secara perlahan setelah dikonsumsi. Indeks glikemik suatu makanan adalah ukuran seberapa cepat gula darah naik setelah dikonsumsi dan dimetabolisme dalam tubuh. Glukosa dan maltosa memiliki indeks glikemik tertinggi dibandingkan jenis karbohidrat lain (Wahyuni, 2017). Selanjutnya glukosa tersebut kemudian akan masuk ke dalam peredaran darah melalui transpor aktif. Oleh karena itu, asupan karbohidrat seperti konsumsi sukrosa yang berlebih dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah.

#### **D. DIABETES MELLITUS**

##### **1. Definisi**

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit metabolik yang disebabkan oleh ketidakseimbangan kadar insulin dan glukosa dalam darah. Hal tersebut dapat dipicu oleh kerusakan sel Langerhans (beta) di pankreas, yang menyebabkan produksi insulin tidak mencukupi atau tidak ada respons terhadap insulin. Hal ini menyebabkan gangguan metabolisme lemak, protein, dan karbohidrat (Yosmar et al., 2018).

Diabetes mellitus adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia yang disebabkan oleh kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya (Amir, 2015).

##### **2. Etiologi**

Beberapa faktor dapat berperan pada seseorang dalam mengembangkan penyakit diabetes termasuk penyebab lingkungan dan genetik. Selain kekurangan insulin karena gangguan metabolisme, diabetes juga bisa disebabkan oleh gangguan

yang mengganggu fungsi mitokondria atau produksi insulin. Hormon insulin yang bertindak sebagai antagonis menyebabkan diabetes ketika pulau pankreas rusak oleh penyakit. (Putra & Berawi, 2015).

### **3. Patofisiologi**

Dalam patofisiologi diabetes tipe 2, terdapat beberapa kondisi yang berperan yaitu resistensi insulin dan disfungsi sel beta pankreas. Diabetes tipe 2 tidak disebabkan oleh produksi insulin yang tidak mencukupi, tetapi oleh malfungsi atau ketidakmampuan sel target insulin untuk merespons insulin secara normal (resistensi insulin). Resistensi insulin adalah akibat dari obesitas, kurangnya aktivitas fisik, dan penuaan. Disfungsi sel beta pankreas pada diabetes tipe 2 juga dapat menyebabkan hati memproduksi terlalu banyak glukosa. Jika tidak ditangani dengan baik, sel beta pankreas dapat rusak secara progresif. Kerusakan progresif sel beta pankreas dapat menyebabkan defisiensi insulin, sehingga pasien memerlukan insulin eksogen (Fatimah, 2015)

#### **E. Hubungan Peningkatan Kadar Gula darah dengan Diabetes Mellitus**

Resistensi insulin membuat insulin tidak efektif, namun sebaliknya tubuh memproduksi lebih banyak insulin dari biasanya untuk menurunkan kadar gula darah. Saat produksi insulin meningkat, efektivitasnya dapat menurun hingga hilang sama sekali (International Diabetes Federation, 2019).

Resistensi insulin atau kerusakan sel membuat glukosa sulit masuk ke dalam sel sehingga mencegah tubuh memetabolisme glukosa. Hal ini menyebabkan kadar gula darah tinggi dalam tubuh yang dikenal sebagai hiperglikemia. Selain itu, pasien

diabetes mellitus dapat kekurangan insulin sama sekali atau memiliki resistensi insulin dalam sel tubuh (Suyono, 2014).

Hiperglikemia dipertimbangkan ketika kadar glukosa darah mencapai  $\geq 200$  pada glukosa darah acak dan postpartum serta  $\geq 126$  mg/dL pada glukosa darah puasa (International Diabetes Federation, 2019)