

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glukosa

2.1.1 Pengertian Tentang Glukosa

Glukosa darah adalah konsentrasi dalam gula darah, atau tingkat glukosa serum diatur ketat dalam tubuh. Glukosa yang di alirkan dalam darah adalah sumber utama energy untuk sel-sel tubuh. Glukosa adalah bahan bakar utama bagi kebanyakan jaringan. Pada keadaan pasca penyerapan, kadar glukosa darah dipertahankan antara 4,5-5,5 mmol/L setelah mengkonsumsi karbohidrat, kadar tersebut dapat meningkat menjadi 6,5-7,2 mmol/L, dan pada saat kelaparan kadarnya dapat turun menjadi mmol/L. (Robert K. Murray, 2009)

Glukosa merupakan salah satu bentuk hasil metabolisme karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi utama yang dikontrol oleh insulin. Kelebihan glukosa diubah menjadi glikogen yang akan disimpan di dalam hati dan otot untuk cadangan jika diperlukan. Peningkatan kadar glukosa darah terjadi pada penderita Toleransi Glukosa Terganggu (TGT), Gula Darah Puasa Terganggu (GDPT) dan Diabetes mellitus (DM).Obesitas dan berat badan berlebih merupakan faktor predisposisi terhadap resistensi insulin yang dapat menyebabkan peningkatan kadar gula darah sehingga terjadi Diabetes mellitus tipe 2 (Auliya, 2016).

2.1.2 Kadar Glukosa Darah

Kadar gula darah sepanjang hari bervariasi dimana akan meningkat setelah makan dan kembali normal dalam waktu 2 jam. Kadar gula darah yang normal pada pagi hari setelah malam sebelumnya berpuasa adalah 70-110 mg/dL darah. Kadar gula darah biasanya kurang dari 120-140 mg/dL pada 2 jam setelah makan

atau minum cairan yang mengandung gula maupun karbohidrat lainnya (Price, 2005)

Kadar gula darah yang normal cenderung meningkat secara ringan tetapi bertahap setelah usia 50 tahun, terutama pada orang-orang yang tidak aktif bergerak . Peningkatan kadar gula darah setelah makan atau minum merangsang pankreas untuk menghasilkan insulin sehingga mencegah kenaikan kadar gula darah yang lebih lanjut dan menyebabkan kadar gula darah menurun secara perlahan (ADA,2011)

Ukuran keadaan glukosa darah menurut patokan Indonesia:

1. Kadar Gula Darah Normal (*Normoglycaemia*)

- a. *Normoglycaemia* adalah kondisi dimana kadar glukosa darah yang ada mempunyai resiko kecil untuk dapat berkembang menjadi diabetes atau menyebabkan munculnya penyakit jantung dan pembuluh darah.

2. IGT(*Impairing Glucose Tolerance*)

- a. IGT oleh WHO didefinisikan sebagai kondisi dimana seseorang mempunyai resiko tinggi untuk terjangkit diabetes walaupun ada kasus yang menunjukkan kadar gula darah dapat kembali ke keadaan normal. Seseorang yang kadar gula darahnya termasuk dalam kategori IGT juga mempunyai resiko terkena penyakit jantung dan pembuluh darah yang sering mengiringi penderita diabetes. Kondisi IGT ini menurut para ahli terjadi karena adanya kerusakan dari produksi hormon insulin dan terjadinya kekebalan jaringan otot terhadap insulin yang diproduksi.

3. IFG (*Impairing Fasting Glucose*)
4. Batas bawah untuk IFG tidak berubah untuk pengukuran gula darah puasa yaitu 6.1 mmol/L atau 110 mg/dL. IFG sendiri mempunyai kedudukan hampir sama dengan IGT. Bukan entitas penyakitkan tetapi sebuah kondisi dimana tubuh tidak dapat memproduksi insulin secara optimal dan terdapatnya gangguan mekanisme penekanan pengeluaran gula dari hati ke dalam darah (FKUI, 2005).

2.1.3 Jenis Pengukuran Kadar Glukosa Darah

Ada beberapa jenis pemeriksaan yang dilakukan terhadap glukosa darah antara lain yaitu pemeriksaan kadar glukosa darah puasa (GDP), glukosa darah sewaktu (GDS) dan glukosa 2 jam setelah makan. (Darwis, et al., 2005).

1. Glukosa Darah Puasa

Tes ini dilakukan dengan mengambil darah. Pasien diminta untuk melakukan puasa sebelum melakukan tes untuk menghindari adanya peningkatan gula darah lewat makanan yang mempengaruhi hasil tes. Puasa dilakukan selama 8-14 jam sebelum melakukan tes. Untuk orang yang berusia tua (65 tahun ke atas), puasa adalah hal yang wajib diperhatikan karena kadar glukosa meningkat lebih tinggi pada usia tersebut. (Pranoto, 2015).

Hasil yang bisa dilihat dari tes ini adalah sebagai berikut :

- a. Jika kadar yang ditunjukkan dalam hasil adalah 70 mg/dL sampai 99 mg/dL maka orang tersebut memiliki kadar gula normal dan tidak terserang diabetes.
- b. Jika kadar yang ditunjukkan adalah 100 mg/dL sampai 126 mg/dL, maka kemungkinan orang tersebut terkena penyakit diabetes (pre- Diabetes)

- c. Jika kadar gula lebih dari 126 mg/dL, maka ia terkena penyakit Diabetes
- d. Jika kadar gula kurang dari 70 mg/dL, maka orang tersebut menderita hipoglikemia. Hipoglikemia adalah kondisi dimana kadar glukosa dalam darah amat rendah dan berbahaya. Ada kalanya penyebabnya adalah penggunaan obat diabetes secara berlebihan.

2. Glukosa Darah Sewaktu

Gula darah sewaktu merupakan hasil pemeriksaan sesaat pada suatu hari tanpa memerhatikan waktu makan terakhir (Widijanti, 2006)

3. Glukosa 2 Jam Setelah Makan

Pemeriksaan glukosa 2 jam setelah makan adalah pemeriksaan yang dilakukan 2 jam dihitung setelah pasien menyelesaikan makan. (DepkesRI, 2009)

2.1.4 Faktor yang Menyebabkan Glukosa Darah Tinggi

Ada beberapa hal yang menyebabkan gula darah tinggi, yaitu kurang berolah raga, bertambahnya jumlah makanan yang dikonsumsi, meningkatnya stress dan faktor emosi, pertambahan berat badan dan usia, serta dampak perawatan dari obat, misalnya steroid (Fox & Kilvert, 2010).

1. Olah raga secara teratur dapat mengurangi resistensi insulin sehingga insulin dapat dipergunakan lebih baik oleh sel-sel tubuh. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa peningkatan aktivitas fisik (sekitar 30 menit/hari) dapat mengurangi resiko diabetes. Olah raga juga dapat digunakan sebagai usaha untuk membakar lemak dalam tubuh sehingga dapat mengurangi berat badan bagi orang obesitas.

2. Asupan makanan terutama melalui makanan berenergi tinggi atau kaya karbohidrat dan serat yang rendah dapat mengganggu stimulasi sel-sel beta

pankreas dalam memproduksi insulin. Asupan lemak didalam tubuh juga perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh karena sangat berpengaruh terhadap kepekaan insulin.

2.2 Diabetes mellitus

2.2.1 Pengertian Tentang Diabetes mellitus

Diabetes mellitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kinerja insulin atau kedua-duanya (ADA, 2010).

Menurut WHO, Diabetes mellitus (DM) didefinisikan sebagai suatu penyakit atau gangguan metabolisme kronis dengan multi etiologi yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah disertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid dan protein sebagai akibat dari insufisiensi fungsi insulin. Insufisiensi insulin dapat disebabkan oleh gangguan produksi insulin oleh sel-sel beta Langerhans kelenjar pankreas atau disebabkan oleh kurang responsifnya sel-sel tubuh terhadap insulin (Depkes, 2008).

Berdasarkan Perkeni tahun 2011 Diabetes mellitus adalah penyakit gangguan metabolisme yang bersifat kronis dengan karakteristik hiperglikemia. Berbagai komplikasi dapat timbul akibat kadar gula darah yang tidak terkontrol, misalnya neuropati, hipertensi, jantung koroner, retinopati, nefropati, dan gangren

Diabetes mellitus telah menjadi penyebab kematian terbesar keempat di dunia. Setiap tahun ada 3,2 juta kematian yang disebabkan langsung oleh diabetes. Terdapat 1 orang per 10 detik atau 6 orang per menit yang meninggal akibat penyakit yang berkaitan dengan diabetes. Penderita DM di Indonesia sebanyak 4,5 juta pada tahun 1995, terbanyak ketujuh di dunia. Sekarang angka ini meningkat

menjadi 8,4 juta dan diperkirakan akan menjadi 12,4 juta pada tahun 2025 atau urutan kelima di dunia (Tandra,2008).

Diabetes mellitus tidak dapat disembuhkan tetapi kadar gula darah dapat dikendalikan melalui diet, olah raga, dan obat-obatan. Untuk dapat mencegah terjadinya komplikasi kronis, diperlukan pengendalian DM yang baik (Perkeni, 2011).

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan yang besar. Data dari studi global menunjukkan bahwa jumlah penderita Diabetes mellitus pada tahun 2011 telah mencapai 366 juta orang. Jika tidak ada tindakan yang dilakukan, jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi 552 juta pada tahun 2030. Diabetes mellitus telah menjadi penyebab dari 4,6 juta kematian. Selain itu pengeluaran biaya kesehatan untuk Diabetes mellitus telah mencapai 465 miliar USD. *International Diabetes Federation* (IDF) memperkirakan bahwa sebanyak 183 juta orang tidak menyadari bahwa mereka mengidap DM. Sebesar 80% orang dengan DM tinggal di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Pada tahun 2006, terdapat lebih dari 50 juta orang yang menderita DM di Asia Tenggara. Jumlah penderita DM terbesar berusia antara 40-59 tahun (IDF, 2011).

Diabetes mellitus biasa disebut dengan *the silent killer* karena penyakit ini dapat mengenai semua organ tubuh dan menimbulkan berbagai macam keluhan. Penyakit yang akan ditimbulkan antara lain gangguan penglihatan mata, katarak, penyakit jantung, sakit ginjal, impotensi seksual, luka sulit sembuh dan membusuk/gangren, infeksi paru-paru, gangguan pembuluh darah, stroke dan sebagainya. Tidak jarang, penderita DM yang sudah parah menjalani amputasi anggota tubuh karena terjadi pembusukan (Depkes, 2010).

Melihat bahwa Diabetes mellitus akan memberikan dampak terhadap kualitas sumber daya manusia dan peningkatan biaya kesehatan yang cukup besar, maka sangat diperlukan program pengendalian Diabetes mellitus Tipe 2. Diabetes mellitus Tipe 2 bisa dicegah, ditunda kedatangannya atau dihilangkan dengan mengendalikan faktor resiko (Kemenkes, 2010).

2.2.2 Patofisiologi Diabetes mellitus

Pankreas adalah kelenjar penghasil insulin yang terletak di belakang lambung. Di dalamnya terdapat kumpulan sel yang berbentuk seperti pula dalam peta, sehingga disebut dengan pulau-pulau Langerhans pankreas. Pulau-pulau ini berisi sel alpha yang menghasilkan hormon glukagon dan sel beta yang menghasilkan hormon insulin. Kedua hormon ini bekerja secara berlawanan, glukagon meningkatkan glukosa darah sedangkan insulin bekerja menurunkan kadar glukosa darah (Schteingart,2006).

Insulin yang dihasilkan oleh sel beta pankreas dapat diibaratkan sebagai anak kunci yang dapat membuka pintu masuknya glukosa ke dalam sel. Dengan bantuan GLUT 4 yang ada pada membran sel maka insulin dapat menghantarkan glukosa masuk ke dalam sel. Kemudian di dalam sel tersebut glukosa di metabolisasikan menjadi ATP atau tenaga. Jika insulin tidak ada atau berjumlah sedikit, maka glukosa tidak akan masuk ke dalam sel dan akan terus berada di aliran darah yang akan mengakibatkan keadaan hiperglikemia (Sugondo, 2009).

Pada DM tipe 2 jumlah insulin berkurang atau dapat normal, namun reseptor di permukaan sel berkurang. Reseptor insulin ini dapat diibaratkan lubang kunci masuk pintu ke dalam sel. Meskipun anak kuncinya (insulin) cukup banyak, namun karena jumlah lubangnya (reseptornya) berkurang maka jumlah

glukosa yang masuk ke dalam sel akan berkurang juga (resistensi insulin). Sementara produksi glukosa oleh hati terus meningkat, kondisi ini menyebabkan kadarglukosa meningkat (Schteingart, 2006).

2.3 Metabolisme

Metabolisme merupakan segala proses kimiawi yang terjadi di dalam tubuh. Proses yang lengkap dan komplit sangat terkoordinatif melibatkan banyak enzim di dalamnya, sehingga terjadi pertukaran bahan dan energi. Adapun metabolisme yang terjadi dalam tubuh yang mempengaruhi kadar gula darah, yaitu:

1. Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat bertanggung jawab atas sebagian intake makanan sehari-hari, dan sebagian besar karbohidrat akan diubah menjadi lemak. Fungsi karbohidrat dalam metabolisme adalah untuk bahan bakar oksidasi dan menyediakan energi untuk proses-proses metabolisme lainnya (Ganong, 2008).

Karbohidrat dalam makanan terdiri dari polimer- polimer penting yaitu glukosa, laktosa, fruktosa dan galaktosa. Kebanyakan monosakarida dalam tubuh berada dalam bentuk D-isomer. Hasil utama metabolisme karbohidrat adalah glukosa (Kurniawan, 2010).

Metabolisme Karbohidrat dan Diabetes mellitus adalah dua mata rantai yang tidak dapatdipisahkan. Keterkaitan antara metabolisme karbohidrat dan Diabetes mellitus dijelaskan oleh keadaan hormon insulin. Penderita Diabetes mellitus mengalami kerusakan dalam produksi maupun sistem kerja insulin, sedangkan itu sangat dibutuhkan dalam melakukan regulasi metabolisme Karbohidrat dalam hal ini peran pola makan sangat lah penting guna mengatur

metabolisme karbohidrat bagi penderita Diabetes mellitus (Granner, 2003).

2. Metabolisme guladarah

Gula darah setelah diserap oleh dinding usus akan masuk ke dalam aliran darah masuk ke hati, dan disintesis menghasilkan glikogen kemudian dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O atau dilepaskan untuk dibawa oleh aliran darah ke dalam sel tubuh yang memerlukannya terutama otak. Kadar gula darah dikendalikan oleh suatu hormon insulin yang berasal dari sekresi sel beta pankreas, jika hormon insulin kurang maka gula darah akan menumpuk dalam sirkulasi darah sehingga glukosa darah meningkat. Bila kadar glukosa darah meninggi hingga melebihi ambang batas ginjal, maka glukosa darah akan keluar bersama dengan urin (glukosuria) (Depkes RI, 2008).

2.4 Insulin

Hormon insulin merupakan salah satu hormon yang dihasilkan oleh pancreas. Hormon ini berfungsi mengatur konsentrasi glukosa dalam darah. Kelebihan glukosa akan dibawa ke sel hati dan selanjutnya akan dirombak menjadi glikogen untuk disimpan. Kekurangan hormon ini akan menyebabkan penyakit diabetes yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa dalam darah. Kelebihan glukosa tersebut dikeluarkan bersama urine. Tanda-tanda Diabetes mellitus yaitu sering mengeluarkan urine dalam jumlah banyak, sering merasa haus dan lapar, serta badan terasa lemas.

Pankreas adalah organ pada sistem pencernaan yang memiliki fungsi utama yakni untuk menghasilkan enzim pencernaan serta beberapa hormon penting seperti *insulin* dan *glukagon*. Panckreas juga mengsekresikan hormon *amilin*, *somatostatin*, dan *polipeptidapanckreas*. Kalenjar pankreas terletak pada

bagian belakang lambung dan berhubungan erat dengan duodenum (usus dua belas jari).

2.4.1 Fungsi Hormon Insulin

Insulin telah lama digunakan untuk mengobati diabetes. Zaman dahulu, insulin diekstraksi dari hewan, tetapi saat ini insulin telah dapat diproduksi secara massal melalui rekayasa genetik. Teknik mutakhir, bakteri tertentu disisipi gennya sehingga dapat memproduksi insulin manusia (Warta Medika, 2008).

Peran insulin di dalam tubuh sangat penting, antara lain adalah mengatur kadar gula darah agar tetap dalam rentang nilai normal. Saat dan setelah makan, karbohidrat yang kita konsumsi akan segera dipecah menjadi gula dan masuk aliran darah dalam bentuk glukosa. Glukosa adalah senyawa siap pakai untuk menghasilkan energi. Ketika keadaan normal, tingginya kadar glukosa setelah makan akan direspon oleh kelenjar pankreas dengan memproduksi hormon insulin. Adanya insulin, glukosa akan segera masuk ke dalam sel. Selain itu, dengan bantuan insulin, kadar glukosa yang lebih dari kebutuhan akan disimpan di dalam hati (liver) dalam bentuk glikogen. Jika kadar glukosa darah turun, misalnya saat puasa atau di antara dua waktu makan, glikogen akan dipecah kembali menjadi glukosa untuk memenuhi kebutuhan energi (Warta Medika,2008).

Ada dua macam kelainan yang disebabkan oleh gangguan insulin. Pertama, kelainan pada pankreas sehingga insulin tidak dapat diproduksi. Keadaan ini disebut penyakit diabetes tipe 1. Kedua, pankreas tetap dapat menghasilkan insulin, tetapi jumlahnya tidak memadai, atau jumlah produksi insulin masih normal, tetapi sel tubuh tidak dapat menggunakannya (resisten).

Keadaan terakhir ini disebut diabetes tipe 2. Diabetes tipe 1 maupun tipe 2, sama-sama mengakibatkan meningkatnya kadar glukosa dalam darah. Penderita diabetes tipe 1 biasanya mutlak membutuhkan insulin. Berbeda halnya dengan diabetes tipe 2. Insulin baru diberikan jika obat-obatan antidiabetes sudah tidak mempan lagi (Warta Medika, 2008).

Adapun fungsi dari insulin sebagai berikut:

1. Mengatur Keseimbangan glukosa darah

Salah satu fungsi utama hormon insulin yakni menjaga keseimbangan glukosa darah. Dalam rangka melakukan fungsi pengaturan keseimbangan kadar gula di dalam pembuluh darah, hormon insulin bekerja secara antagonis bersama produk hormon sistem ekskresi seperti pankreas lainnya, yakni hormon glukagon. Ketika konsentrasi glukosa di dalam darah melebihi nilai normal, yakni lebih dari 90-100 mg/dL, maka hormon insulin akan bekerja agar normal kembali. Sebaliknya, saat kadar glukosa darah berada di bawah batas normal, maka hormon glukagon yang akan bertugas membuatnya stabil kembali.

2. Meningkatkan metabolisme glukosa pada sel otot

Selama beraktivitas, otot memerlukan energi berupa ATP. Salah satu cara memperoleh energi tersebut adalah melalui mekanisme pemecahan molekul glukosa. Dalam proses inilah hormon insulin turut menstimulasi terjadinya metabolisme glukosa pada otot agar berjalan optimal.

3. Meningkatkan penyimpanan glukosa di dalam hepar

Setiap kali usai mengonsumsi makanan tinggi karbohidrat, maka sebagian glukosa hasil metabolisme makanan tersebut akan disimpan di hati dalam bentuk glikogen. Untuk dapat melaksanakan perannya dalam meningkatkan

penyimpanan, maka hormon insulin bekerja dengan cara meningkatkan aktivitas enzim glukonase, yakni enzim yang dapat mempercepat penyerapan glukosa dari sirkulasi darah ke dalam bagian bagian sel hati. Selanjutnya, insulin juga akan meningkatkan sintesis glikogen melalui peningkatan aktivitas enzim yang berperan di dalamnya seperti enzim glikogen sintetase.

4. Meningkatkan penggunaan glukosa oleh sel-sel hepar

Selain membantu dalam pemasukan glukosa ke dalam sel-sel hepar, hormon insulin juga akan meningkatkan penggunaan glukosa tersebut di dalam sel-sel hepar itu sendiri. Yaitu dengan cara menginduksi enzim pemecah glikogen menjadi glukosa di dalam hati.

5. Merangsang peningkatan penyerapan glukosa plasma oleh sel tubuh

Selain berpengaruh terhadap metabolisme sel otot dan hati, insulin juga akan mempercepat terjadinya pengangkutan serta penggunaan glukosa dari darah ke dalam sel-sel tubuh lain. Mekanisme kerjanya juga tidak jauh berbeda dengan sebelumnya. Biasanya hal ini terjadi setelah aktivitas pencernaan karbohidrat oleh tubuh selesai dan glukosa siap diedarkan melalui plasma darah.

6. Mendorong terjadinya lipogenesis

Ketika energi yang digunakan tubuh tidak sebanding dengan sumber energi yang tersedia, dalam artian lebih sedikit, maka sisa metabolisme dari karbohidrat juga akan disimpan di tubuh dalam bentuk lemak. Mekanisme penyusunan lemak inilah yang disebut sebagai lipogenesis.

Banyak faktor yang berpengaruh dalam proses ini. Salah satunya yakni faktor hormonal yang banyak diperankan oleh hormon insulin. Dalam hal ini insulin bekerja melalui beberapa cara, yakni;

- a. Pertama, karena sebagian besar lipogenesis terjadi di dalam sel-sel hati, maka hormon insulin akan meningkatkan pengangkutan produk glukosa ke dalam hati. Selanjutnya, glukosa tersebut akan dipecah mejadi asetil ko-A sebagai bahan baku lipogenesis.
- b. Selanjutnya, insulin akan bekerja dengan cara mengaktifkan enzim lipogenik serta glukolitik yang diperlukan dalam proses lipogenesis.
- c. Setelah mengaktifkan enzim tersebut, insulin juga akan meningkatkan aktivasi kerja tirosin kinase dan fosforilasi tirosin.
- d. Selain hal di atas, adanya insulin akan menyebabkan ekspresi dan kerja enzim glitkokinase meningkat. Sebagai hasilnya, konsentrasi metabolit glukosa yang berpengaruh pada ekspresi gen lipogenik juga akan meningkat.

7. Menghambat pelepasan asam lemak ke dalam sirkulasi darah

Agar pemakaian glukosa diet sebagai sumber energi yang utama dapat terwujud, maka hormon insulin akan mencegah pemecahan trigliserida yang tersimpan dalam sel-sel adiposit. Yaitu dengan jalan menghambat aktivitas enzim lipase sensitive-hormon.

8. Membantu pengangkutan hasil lipogenesis dari hati ke dalam sel-sel adposit

Setelah trigliserida terbentuk, maka peran insulin selanjutnya ialah membantu pengangkutan senyawa tersebut agar dilepaskan dari sel-sel hati, kemudian disimpan di dalam sel-sel adiposit

9. Berperan dalam pengangkutan asam amino ke dalam sel

Tidak hanya berperan dalam metabolisme karbohidrat dan lemak, ternyata hormon insulin juga bertanggung jawab terhadap beberapa metabolisme protein, diantaranya yaitu peran insulin dalam pengangkutan beberapa macam asam amino

ke dalam sel-sel tubuh. Diantara asam amino yang dimaksud adalah valin, venilalanin, leusin, isoleusin, dan tirosin.

10. Berperan dalam sintesis protein

Selain pengangkutan asam amino, fungsi lain hormon insulin terhadap metabolisme protein ialah meningkatkan translasi mRNA pada organel translasi, yakni ribosom. Disamping itu, insulin juga meningkatkan transkripsi DNA di dalam inti sel menjadi RNA sehingga jumlah RNA akan meningkat.

11. Pada saat tertentu, menghambat katabolisme protein

Dalam keadaan tertentu yang diperlukan tubuh, hormon insulin akan menghambat pelepasan asam amino dari sel-sel tubuh menuju plasma. Sehingga keberadaan protein tetap seimbang.

12. Menghambat glukoneogenesis di dalam hati

Glukoneogenesis ialah mekanisme sintesis glukosa dengan bahan baku selain karbohidrat. Proses ini dilakukan tubuh untuk memenuhi kebutuhan akan glukosa, yakni ketika karbohidrat tidak tersedia dengan jumlah yang cukup dalam makanan. Substrat utama yang digunakan adalah asam amino glikogenik, laktat, gliserol, dan propionat. Ketika terjadi glukoneogenesis, insulin akan mengurangi aktivitas enzim yang menstimulasi glukoneogenesis yang berada di dalam hati, sehingga asam amino yang digunakan nantinya sebagian besar berasal dari plasma.

2.4.2 Pengaruh Insulin Terhadap Gula Darah

Insulin membantu mengontrol kadar gula darah (glukosa) dalam tubuh. Caranya dengan memberi sinyal pada sel lemak, otot, dan hati untuk mengambil glukosa dari darah dan mengubahnya menjadi glikogen (gula otot) di sel otot,

trigliserida di sel lemak, dan keduanya di sel hati. Ini merupakan bentuk sumber energi yang disimpan oleh tubuh.

Selama pankreas memproduksi cukup insulin dan tubuh dapat menggunakannya dengan benar, maka kadar gula darah pasti akan selalu berada dalam kisaran yang sehat. Karena pada hakikatnya, kadar glukosa yang terlalu banyak atau terlalu sedikit tidak baik bagi kesehatan.

Penumpukan glukosa dalam darah (hiperglikemia) dapat menyebabkan komplikasi, seperti kerusakan ginjal dan saraf, serta masalah pada mata. Sedangkan terlalu sedikit glukosa dalam darah (hipoglikemia) dapat membuat kita merasa lelah, mudah marah, bingung, hingga kehilangan kesadaran alias pingsan.

Dan bila insulin dalam darah tidak cukup, sel-sel tubuh akan mulai kelaparan. Insulin yang tidak cukup berarti glukosa tidak dapat dipecah dan artinya sel tidak dapat menggunakannya. Akibatnya, lemak mulai dipecah untuk membuat energi. Proses tersebut kemudian mengakibatkan penumpukan bahan kimia yang disebut keton.

Keton yang menumpuk dalam darah dan urine sangat berbahaya karena mampu memicu kondisi ketoasidosis pada penderita diabetes. Ketoasidosis bahkan bisa mengancam jiwa jika tidak ditangani secepatnya. Gejalanya mencakup sering buang air kecil selama satu atau beberapa hari, merasa sangat haus dan lelah, mual muntah, sakit perut, berdebar-debar, sesak napas, pusing, mengantuk, hingga kehilangan kesadaran.

Jika produksi atau kerja insulin terganggu, beberapa penyakit atau kondisi ini bisa menyerang diri Anda:

1. Resistensi insulin. Kondisi ini terjadi ketika sel otot, lemak, dan hati tidak dapat

menggunakan insulin dengan baik. Dampaknya, pankreas akan bekerja ekstra untuk menghasilkan lebih banyak insulin agar glukosa dapat digunakan sebagai energi. Jika tidak ditangani, lama-kelamaan resistensi insulin akan berkembang menjadi diabetes.

2. Diabetes mellitus. Penyakit di mana kadar gula dalam darah menjadi terlalu tinggi akibat ketidakmampuan tubuh untuk menggunakan glukosa menjadi energi. Glukosa tidak bisa diubah karena jumlah insulin dalam tubuh tidak cukup, atau sel tubuh tidak bereaksi terhadap insulin. Insulinoma, yaitu tumor kecil di pankreas, akan mengakibatkan produksi insulin menjadi berlebihan.
3. Sindrom metabolik, yaitu sekelompok kondisi yang dapat meningkatkan risiko penyakit jantung dan masalah kesehatan lain, seperti stroke dan diabetes. Sebaliknya, keadaan di mana insulin tidak bekerja secara efektif untuk menurunkan kadar gula darah, atau disebut resistensi insulin, juga dapat meningkatkan risiko terjadinya sindrom metabolik.
4. Sindrom ovarium polikistik (PCOS), yaitu suatu kondisi medis yang menyebabkan gangguan pada kerja ovarium. PCOS mengakibatkan kadar beberapa hormon dalam tubuh menjadi abnormal, termasuk kadar hormon insulin yang menjadi lebih tinggi. Banyak wanita dengan PCOS ternyata juga mengalami resistensi insulin. Akibatnya, tubuh akan memproduksi insulin lebih banyak lagi

2.5 Pengertian Beras

Beras (*Oriza sp*) merupakan makanan sumber energi yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi namun proteinnya rendah. Kandungan gizi beras per 100 gram bahan adalah 360 kkal energi, 6,6gr protein, 0,58gr lemak, dan 79,34gr karbohidrat. Beras putih merupakan bahan makanan pokok sebagian besar

masyarakat Indonesia. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi beras putih berkaitan dengan peningkatan resiko Diabetes tipe 2 (Larasati, 2013).

Hal ini mengingat hampir seluruh masyarakat Indonesia mengkonsumsi beras sebagai makanan pokoknya. Itu sebabnya Indonesia merupakan konsumen pangan dengan bahan pangan beras terbesar. Selain itu, beras sangat berpengaruh bagi perekonomian Indonesia karena lebih dari 60 % penduduk Indonesia berprofesi sebagai petani penghasil beras. Dengan demikian beras tidak hanya dibutuhkan untuk dikonsumsi tetapi juga merupakan sumber pendapatan dan penyerapan tenaga kerja (Aji, 2010).

Keterangan	Nilai
Energi karbohidrat (kJ) (365kkal)	1,527
Gula (g)	79
Serat pangan (g)	0,12
Lemak (g)	0,66
Protein (g)	7,13
Air (g)	11,62
Thiamin (Vit. B1) (g)	0,070
Riboflavin (Vit. B2) (g)	0,049
Niasin (Vit. B3) (mg)	1,6
Asam Pantothenat (B5) (mg)	1,014
Vitamin B6 (mg) (mg)	0.164
Folat (Vit. B9) (μ g)	8
Kalsium (mg)	28
Besi (mg)	0.80
Magnesium (mg)	25
Mangan (mg)	1,088
Fosfor (mg)	115
Pottasium (mg)	115
Seng (mg)	1,09

Tabel 1. Komposisi kimia beras putih kulit per 100 g.

Sumber: Wijaya dkk. (2012)

Di Indonesia, beras menyumbang energi, protein, dan zat besi masing-masing sebesar 63,1%, 37,7%, dan 25-30% dari total kebutuhan tubuh.

Kandungan karbohidrat utama nasi berupa glukosa. Glukosa diperoleh dari hidrolisis pati sekitar 1250 molekul glukosa yang berperan menghasilkan energi dalam tubuh. Proses tersebut dikenal dengan proses glikolisis dimana glukosa berperan dalam produksi ATP (Adenosin Trifosfat) yang merupakan bentuk energi yang diperlukan tubuh. Di sisi lain, glukosa sangat penting dalam metabolisme lipid (Sofyan, 2008).

2.5.1 Kandungan beras

1. Serat

Beras merah mengandung 1,8 persen serat, sedangkan beras putih memiliki 0,3 persen serat. Satu cangkir beras merah direbus memiliki 3,5 gram serat. Pati yang tahan ditemukan di beras. Sayangnya, pati ini membantu memberi makan bakteri menguntungkan dalam usus sehingga merangsang pertumbuhan mereka.

2. Vitamin dan mineral

Banyak vitamin dan mineral dalam beras merah, bukan nasi putih. Vitamin dan mineral seperti mangan, selenium, tiamin, niacin, magnesium, dan tembaga hadir dalam beras merah. Tiamin adalah vitamin B yang membantu metabolisme karbohidrat, dan magnesium membantu dalam ratusan reaksi enzim yang terlibat dalam sintesis DNA. Mangan membantu metabolisme karbohidrat dan protein.

3. Karbohidrat

Karbohidrat hadir dalam beras terutama dalam bentuk pati. Ini menyumbang hingga 90 persen dari total berat kering dan 87 persen dari total konten kalori. Pati terdiri dari rantai panjang glukosa yang dikenal sebagai

amilosa dan amilopektin. Beras seperti basmati tinggi amilosa yang tidak menempel setelah dimasak.

4. Senyawa tanaman lain

Beras berpigmen merupakan varietas merah kaya akan antioksidan. Asam fitat adalah antioksidan yang ditemukan pada beras merah. Lignan ditemukan dalam dedak padi; asam ferulic juga antioksidan kuat lainnya yang ditemukan dalam dedak padi dan 2-asetil 1-pyrroline (2AP) bertanggung jawab untuk rasa dan aroma beras wangi seperti beras Jasmine dan basmati.

2.6 Nasi

2.6.1 Pengertian Nasi

Nasi putih adalah makanan pokok hasil olahan beras putih yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Kandungan nasi putih terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, dan air. Dari keempat kandungan tersebut, kandungan yang terbesar pada nasi putih adalah karbohidrat, sehingga nasi putih dimakan oleh sebagian besar penduduk Indonesia sebagai sumber karbohidrat utama dalam menu sehari-hari. (Sholihim, 2010).

Karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) yang terbentuk dari peristiwa fotosintesis pada tumbuhan. Karbohidrat memiliki peran sebagai sumber energi utama bagi aktivitasnya. Penanganan, penyimpanan dan pengawetan bahan pangan sering menyebabkan terjadinya perubahan nilai gizi salah satunya adalah karbohidrat. Proses pengolahan tersebut dapat bersifat menguntungkan terhadap karbohidrat yang terkandung dalam bahan pangan tersebut, yaitu perubahan kadar kandungan karbohidrat dan peningkatan daya cerna. Proses

pemanasan bahan pangan dapat meningkatkan ketersediaan karbohidrat (Sulistiyono,2014).

Karbohidrat dalam bentuk glukosa, tidak hanya digunakan sebagai bahan bakar otot rangka aktif, tetapi juga bahan bakar metabolisme sel-sel saraf dan sel darah merah. Berbagai jenis karbohidrat akan memberikan efek yang berbeda terhadap tubuh. Di dalam tubuh, karbohidrat akan dipecah menjadi komponen yang lebih kecil seperti disakarida maupun monosakarida yang dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kadar glukosa darah. Glukosa darah yang berlebih didalam tubuh dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti diabetes, hiperlipidemia, kanker, obesitas, bahkan stroke (Oba et al,2010).

Nasi merupakan jenis makanan yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Nasi dapat dibuat dengan cara tradisional maupun modern. Secara tradisional, nasi putih dibuat dengan cara merebus beras dengan air secukupnya hingga matang. Sedangkan secara moderen, nasi dibuat dengan cara merebus beras dengan sejumlah air menggunakan alat penanak sekaligus pemanas nasi atau biasa disebut dengan rice cooker (Islamiyah, 2013).

Penggunaan rice cooker berfungsi untuk mempertahankan nasi tetap panas dan menjaga nasi tetap lunak. Akan tetapi, penyimpanan nasi dalam rice cooker dapat menurunkan kualitas nasi. Penurunan kualitas nasi ditandai dengan warna nasi menjadi kuning dan aromanya menjadi tengik (Sholihin, dkk., 2010).

Penentuan kadar karbohidrat terdiri dari beberapa metode yaitu metode Enzimatis (Glukosa Oksidase dan Heksokinase), metode Fisika (Refraktometri), dan metode Kimia (Titrasi, Cara Luff Schoorl, dan Spektrofotometri). Dari beberapa metode tersebut, metode yang digunakan

dalam penelitian ini adalah metode Spektrofotometri UV-Vis dengan Nelson Semogyi menggunakan alat yang dinamakan spektrofotometer. Keuntungan utama dari pemilihan metode Spektrofotometri ini adalah memberikan metode yang sangat sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Adapun tahapan yang dilakukan pada pemeriksaan penentuan kadar karbohidrat dengan metode Spektrofotometri UV- Vis dengan alat Spektrofotometer UV-Vis ini yaitu diawali dengan preparasi sampel, dilanjutkan dengan penentuan kurva standar, kemudian dilakukan penetapan kadar karbohidrat. Hasil yang diperoleh dari alat spektrofotometer berupa nilai absorbansi. Nilai absorbansi tersebut dilakukan perhitungan menggunakan rumus sehingga diperoleh kadar karbohidrat dalam sampel yang diperiksa (Astuti,2015).

Glukosa merupakan monosakarida yang terpenting sebagai sumber tenaga bagi manusia. Glukosa juga berperan sebagai salah satu molekul utama bagi pembentukan energi dalam tubuh. Namun kandungan glukosa ini dapat mengalami perubahan selama proses penyimpanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan glukosa nasi selama penyimpanan yaitu, waktu penyimpanan yang lama, dan suhu penyimpanan yang tinggi (Sari, dkk., 2012).

2.6.2 Metode Memasak Nasi

Menanak nasi dengan metode pengukusan dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahapan pengaronan (perebusan) dan tahap pengukusan. Pada tahap pengaronan beras dengan sejumlah air tertentu direbus beberapa saat, kemudian pemasakan dilanjutkan dengan tahapan pengukusan sampai selesai (Subarna,2010). Nasi kukus setelah matang tidak menggunakan pemanas sebagai

tempat untuk penyimpanannya. Melainkan ditempatkan pada wadah atau tempat bernama bakul, dan ketika ingin mengonsumsi nasi tersebut harus memanaskannya lagi (Slamet, 2011).



Gambar : Nasi Metode Pengukusan

Sedangkan nasi yang dimasak menggunakan alat penanak nasi elektrik hanya menggunakan satu tahapan saja yaitu dengan cara merebus beras dengan sejumlah air menggunakan alat penanak sekaligus pemanas nasi atau biasa disebut *rice cooker* (Subarna, 2010). Penggunaan *rice cooker* berfungsi untuk mempertahankan nasi tetap panas dan menjaga nasi tetap lunak. Akan tetapi, penyimpanan nasi dalam *rice cooker* dapat menurunkan kualitas nasi. Penurunan kualitas nasi ditandai dengan warna nasi menjadi kuning dan aromanya menjadi tengik (Sholihin, 2010).



Gambar : Nasi Metode Penanak Nasi Elektrik

Penyimpanan nasi dalam pemanas dilakukan dengan tujuan untuk mengawetkan nasi dengan cara pemberian panas. Panas digunakan untuk menaikkan suhu pangan dan berperan dalam merangsang suatu reaksi kimia, misalnya pembunuh mikroba dan inaktivasi enzim. Oleh karena itu,

pemanasan dikenal sebagai salah satu metode pengawetan bahanpangan. Akan tetapi pemberian panas dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan menurunnya mutu bahan pangan seperti kandungan glukosa (Anugrahwati, 2005).

Pendekatan model kinetika terhadap bahan pangan yang dipanaskan sangat diperlukan dalam mendesain suatu proses guna mendapatkan produk yang aman dengan retensi mutu yang maksimum. Teori kinetika merupakan dasar untuk menjelaskan kecepatan berbagai proses dan perubahan yang terjadi selama penyimpanan makanan. Penggunaan kinetika dalam bidang pangan pada dasarnya merupakan penerapan prinsip kinetika yang digunakan dalam reaksi kimia. Kinetika kimia merupakan suatu telaah mengenai laju reaksi kimia dan perubahannya padaberbagai kondisi. Kinetika kimia juga berkaitan dengan perubahan suatu sifat kimia dalam suatu waktu, misalnya kecepatan reaksi yang dapat diartikan sebagai kecepatan kerusakan komponen pangan karena proses pemanasan (Anugrahwati, 2005). Kinetika kimia menjelaskan bagaimana perbedaan kondisi eksperimen dapat mempengaruhi kecepatan reaksi dan hasil mekanisme reaksi (Khadom, dkk.,2010).

Profil kinetika perubahan kadar glukosa pada nasi dalam pemanas penting dilakukan untuk menentukan waktu ideal yang dibutuhkan sehingga nasi tersebut masih layak untuk dikonsumsi. Profil kinetika tersebut menunjukkan, konstanta laju reaksi, orde reaksi, kecepatan reaksi, dan waktu paruh.

2.6.3 Kadar Pada Nasi

Nasi putih mengandung zat gizi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk menunjang kesehatan manusia. Dalam 100 gram nasi mengandung energi 180 kkal, protein 3 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 39,8 g, serat 0,2 g, abu 0,2 g, kalsium

25 mg, fosfor, 27 mg, besi 0,4 mg, natrium 1 mg, tiamin 0,05 mg, dan kalium 38 mg (Mahmud, 2009).

Konsep indeks glikemik mulai diperkenalkan untuk melihat gambaran tentang hubungan antara karbohidrat dalam makanan dengan kadar glukosa darah. Indeks glikemik (IG) merupakan tingkatan pangan menurut efeknya terhadap gula darah (Rimbawan dan Siagian (2004) atau metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan karbohidrat diet berdasarkan dampaknya terhadap respon glukosa darah (2-jam setelah makan). Kadar glukosa darah normal berkisar antara 55-140 mg/dl, dan untuk penyediaan energi bagi susunan syaraf pusat diperlukan kadar glukosa darah minimal 40-60mg/dl.

Indeks glikemik pangan merupakan sifat bahan pangan yang sangat unik, dipengaruhi oleh jenis bahan, cara pengolahan, karakteristik (komposisi dan sifat biokimiawi) bahan, ukuran partikel (HU *et al*, 2004). Masing-masing komponen bahan pangan akan memberikan kontribusi dan saling berpengaruh sinergis antarsifat bahan hingga menghasilkan respon glikemik tertentu (Widowati, 2007).

Semakin tinggi Indeks Glikemik suatu makanan maka semakin cepat dampaknya terhadap kenaikan glukosa darah. Pengaruh makanan dengan indeks glikemik tinggi adalah meningkatkan kecepatan dan menambah jumlah kadar glukosa dalam darah dengan cepat. Nilai indeks glikemik suatu makanan ≥ 70 tergolong tinggi, sedangkan 56-69 sedang dan ≤ 55 rendah (Ostman, 2001).

Indeks glikemik (IG) adalah salah satu konsep penting yang diajukan dalam memilih makanan yang sesuai bagi penderita DM. IG adalah ukuran kecepatan suatu pangan meningkatkan kadar glukosa darah setelah dikonsumsi

(Riccardi dkk., 2008). Nilai IG rendah adalah di bawah 55, IG sedang di antara 55 sampai 69, dan IG tinggi di atas 70 (Atkinson dkk., 2008).

Semakin tinggi Indeks Glikemik suatu makanan maka semakin cepat dampaknya terhadap kenaikan glukosa darah. Pengaruh makanan dengan indeks glikemik tinggi adalah meningkatkan kecepatan dan menambah jumlah kadar glukosa dalam darah dengan cepat. Nilai indeks glikemik suatu makanan ≥ 70 tergolong tinggi, sedangkan 56-69 sedang dan ≤ 55 rendah (Ostman, 2001).

Makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia adalah nasi, sementara nasi memiliki IG sebesar 92 ± 6 , yang termasuk IG tinggi (Foster-Powell dkk., 2002), sehingga penderita DM yang terbiasa mengkonsumsi nasi perlu menyesuaikan porsinya.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap nilai IG antara lain: jenis komponen monosakarida dalam bahan pangan, jenis karbohidrat, proses pengolahan pangan, dan komponen lain, seperti: lemak, protein, serat, antinutrien, dan asam organik (Leoro., 2010).

2.7 Hipotesis

Ada perbandingan kadar glukosa pada mencit (*Mus musculus*) yang mengonsumsi nasi dimasak dengan metode pengukusan dan alat penanak nasi elektrik.