

## PEMELIHARAAN KADAR GLUKOSA DARAH

### MAINTENANCE OF BLOOD GLUCOSE LEVELS

Anita Joeliantina

Program Studi D III Keperawatan Sutomo Poltekkes Kemenkes Surabaya

#### ABSTRAK

Glukosa merupakan suatu sumber energi utama seluler yang dilepaskan melalui pemecahan simpanan glikogen di hati (yang utama) dan otot. Kadar glukosa darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Beberapa jaringan di dalam tubuh, misalnya otak dan sel darah merah sangat bergantung pada glukosa untuk memperoleh energi. Pemeliharaan kadar glukosa darah yang stabil merupakan salah satu mekanisme homeostatik yang diatur paling ketat yang melibatkan hati, jaringan ekstrahepatik dan beberapa hormon. Faktor utama yang berperan dalam mengatur kadar glukosa darah adalah konsentrasi glukosa darah itu sendiri dan hormon, terutama insulin dan glukagon. Kadar glukosa darah dipertahankan pada keadaan kenyang, selama puasa, dan juga sewaktu kita berolahraga saat sel otot menyerap glukosa dari darah dan mengoksidasinya untuk memperoleh energi. Ada dua keadaan yang harus diketahui oleh perawat berkaitan dengan pemeliharaan kadar glukosa darah yaitu hiperglikemia dan hipoglikemia. Hiperglikemia dan hipoglikemia dapat dengan cepat dialami oleh penderita diabetes melitus yang tidak terkontrol dengan baik, dan dapat menjadi penyebab timbulnya komplikasi.

Kata kunci: Pemeliharaan, glukosa darah

#### ABSTRACT

*Glucose is a primary source of cellular energy that is released through the breakdown of glycogen in the liver (primary) and muscle. Blood glucose levels is a term that refers to the level of glucose in the blood. Some tissues in the body, such as the brain and red blood cells is very dependent on glucose for energy gain. Maintenance of a stable blood glucose level is one of the homeostatic mechanism that involves the most stringent regulated liver, extrahepatic tissues and some hormones. The main factors that play a role in regulating blood glucose levels is a blood glucose concentration itself and hormones, especially insulin and glucagon. Blood glucose level is maintained in a state of satiety, during fasting, and also when we exercise when muscle cells to absorb glucose from the blood and oxidize it to obtain energy. There are two circumstances that should be known by nurses related to the maintenance of blood glucose levels is hyperglycemia and hypoglycemia. Hyperglycemia and hypoglycemia can quickly be experienced by people with diabetes mellitus who are not well controlled, and can be the cause of complications.*

Keywords: Maintenance, blood glucose

Alamat korespondensi: Jl. Mayjen Prof. Dr. Moestopo no. 8C Surabaya, Telp. 031-5038487

#### PENDAHULUAN

Glukosa merupakan suatu sumber energi utama seluler yang dilepaskan melalui pemecahan simpanan glikogen di hati (yang utama) dan otot (Triplitt, 2012). Kadar glukosa darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Kadar glukosa pada keadaan puasa sekitar 80-100 mg/dL, dan akan meningkat ke kadar sekitar 120-140 mg/dL setelah makan makanan karbohidrat. Konsentrasi glukosa dalam darah akan menurun kembali ke rentang puasa dalam waktu sekitar 2 jam setelah makan.

Beberapa jaringan di dalam tubuh, misalnya otak dan sel darah merah sangat bergantung pada glukosa untuk memperoleh

energi. Dalam jangka panjang sebagian besar jaringan juga memerlukan glukosa untuk fungsi lain misalnya membentuk gugus ribosa pada nukleotida atau bagian karbohidrat pada glikoprotein. Manusia harus memiliki mekanisme untuk memelihara kadar glukosa darah agar dapat bertahan hidup (Marks, *et.al*, 2000). Pemeliharaan kadar glukosa darah yang stabil merupakan salah satu mekanisme homeostatik yang diatur paling ketat yang melibatkan hati, jaringan ekstrahepatik dan beberapa hormon (Murray, *et.al*, 2009).

Setelah makan makanan yang mengandung karbohidrat kadar glukosa darah akan meningkat. Sebagian glukosa dalam makanan disimpan dalam otot dan hati dalam bentuk glikogen. Glikogen otot merupakan sumber glukosa

yang dapat cepat digunakan untuk glikolisis dalam otot itu sendiri. Glikogen hati berfungsi untuk menyimpan dan mengirim glukosa untuk mempertahankan kadar glukosa di antara waktu makan. Sekitar 90% glukosa yang bersirkulasi dalam darah bukan secara langsung berasal dari makanan tetapi berasal dari hati. Setelah 2 jam atau 3 jam berpuasa, glikogen ini mulai diuraikan melalui proses glikogenolisis dan glukosa yang terbentuk dibebaskan ke dalam darah. Setelah puasa satu malam, kadar glukosa dipertahankan baik oleh glikogenolisis maupun glukoneogenesis. Setelah sekitar 30 jam berpuasa, simpanan glikogen hati habis. Sesudah itu, glukoneogenesis adalah satu-satunya sumber glukosa darah (Marks, *et.al*, 2000, Murray, *et.al*, 2009).

Perubahan metabolisme glukosa yang berlangsung dari keadaan kenyang ke keadaan puasa diatur oleh hormon insulin dan glukagon. Insulin meningkat pada keadaan kenyang sedangkan glukagon meningkat pada keadaan puasa. Insulin merangsang transpor glukosa ke dalam sel tertentu seperti sel otot dan sel jaringan adiposa. Insulin juga mengubah aktivitas enzim kunci yang mengatur metabolisme dengan merangsang penyimpanan bahan bakar. Glukagon melawan aktivitas insulin, yang merangsang pelepasan simpanan bahan bakar dan perubahan laktat, asam amino, serta gliserol menjadi glukosa (Marks, *et.al*, 2000).

Kadar glukosa darah dipertahankan tidak saja selama puasa, tetapi juga sewaktu kita berolahraga saat sel otot menyerap glukosa dari darah dan mengoksidasinya untuk memperoleh energi. Selama berolahraga hati memasok glukosa ke dalam darah melalui proses glikogenolisis dan glukoneogenesis (Marks, *et.al*, 2000).

#### **KADAR GLUKOSA DARAH DALAM KEADAAN KENYANG**

Kadar glukosa darah meningkat seiring dengan pencernaan dan penyerapan glukosa dari makanan. Individu yang sehat dan normal, kadar tersebut tidak melebihi sekitar 140 mg/dL karena jaringan akan menyerap glukosa dari darah, menyimpannya untuk digunakan kemudian atau mengoksidasinya untuk menghasilkan energi. Setelah makanan dicerna dan diserap, kadar glukosa darah menurun karena sel terus memetabolis glukosa.

Faktor utama yang berperan dalam mengatur kadar glukosa darah adalah konsentrasi glukosa darah itu sendiri dan hormon, terutama insulin dan glukagon. Sewaktu kadar glukosa darah meningkat setelah makan, peningkatan konsentrasi glukosa tersebut akan merangsang sel  $\beta$  pankreas untuk mengeluarkan insulin. Kadar glukagon yang disekresi  $\alpha$  pankreas dalam darah mungkin meningkat atau menurun bergantung pada isi

makanan. Kadar glukagon menurun sebagai respon terhadap makanan tinggi karbohidrat, tetapi kadar glukagon meningkat sebagai respon terhadap makanan tinggi protein. Setelah makan makanan campuran khusus yang mengandung karbohidrat, protein dan lemak, kadar glukagon relatif tetap, sedangkan kadar insulin meningkat.

#### a. kondisi glukosa makanan di hati

Setelah makan, hati mengoksidasi glukosa untuk memenuhi kebutuhan energi segera. Setiap kelebihan glukosa, diubah menjadi bentuk simpanan yaitu glikogen. Glikogen dibentuk dan disimpan di hati, dan glukosa diubah menjadi asam lemak dan menjadi gugus gliserol yang bereaksi dengan asam lemak untuk menghasilkan triasilgliserol. Triasilgliserol ini dikemas dalam lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL) dan diangkut ke jaringan adiposa, tempat asam lemak disimpan dalam triasilgliserol adiposa.

Terdapat mekanisme pengatur yang mengontrol perubahan glukosa menjadi bahan bakar simpanan. Sewaktu konsentrasi glukosa meningkat di vena porta hepatica konsentrasi glukosa di hati mungkin meningkat dari kadar puasa 80-100 mg/dL menjadi kadar 180-360 mg/dL. Akibatnya kecepatan reaksi glukokinase meningkat. Glukokinase juga dirangsang oleh diet tinggi karbohidrat, jumlah enzim meningkat sebagai respons terhadap peningkatan kadar insulin.

Insulin mendorong penyimpanan glukosa sebagai glikogen dengan melawan efek fosforilasi yang dirangsang oleh glukagon. Insulin mengaktifkan fosfatase yang melakukan defosforilasi terhadap glikogen sintase (yang menjadi terangsang) dan enzim pada pengurai glikogen (yang menjadi terhambat) (Marks, *et.al*, 2000)

#### b. kondisi glukosa makanan di jaringan perifer

Hampir semua sel di dalam tubuh mengoksidasi glukosa untuk energi. Beberapa jaringan penting, terutama otak, jaringan saraf lainnya, dan sel darah merah, sangat bergantung pada glukosa sebagai sumber energi. Semua jaringan selain itu, memerlukan glukosa bagi jalur pentosa fosfat, dan banyak jaringan menggunakan glukosa untuk membentuk glikoprotein dan senyawa lain yang mengandung karbohidrat.

Insulin merangsang transpor glukosa ke dalam jaringan adiposa dan sel otot dengan mendorong pengerahan transporter glukosa ke membran sel. Jaringan lain seperti hati, otak dan sel darah merah memiliki jenis transporter glukosa yang berbeda yang tidak secara bermakna terpengaruh oleh insulin.

Glikogen di otot, disintesis setelah makan melalui proses yang serupa dengan proses yang terjadi di hati. Terdapat perbedaan metabolik antara ke dua jaringan ini.

Perbedaan pokok antara otot dan hati adalah bahwa insulin sangat merangsang transporter glukosa ke dalam sel otot, tetapi hanya sedikit merangsang transporter glukosa ke dalam sel hati.

Insulin merangsang transporter glukosa ke dalam sel di jaringan lemak. Glukosa ini menghasilkan energi untuk sel dan juga membentuk gugus gliserol untuk sintesis triasilgliserol. Glukosa juga dapat diubah menjadi asam lemak di jaringan adiposa.

Otak, jaringan saraf lain, dan sel darah merah memerlukan pasokan glukosa darah yang konstan, baik dalam keadaan kenyang maupun puasa. Otak memerlukan sekitar 150 g glukosa per hari. Selain itu, jaringan dependen-glukosa lainnya memerlukan sekitar 40 g glukosa per hari. Otak dan jaringan saraf lain mengoksidasi glukosa menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Sel darah merah mengubah glukosa menjadi laktat, karena tidak memiliki mitokondria (Marks, *et.al*, 2000).

- c. Kembalinya glukosa darah ke kadar puasa  
Setelah makanan dicerna dan diserap, kadar glukosa darah meningkat mencapai puncak lalu mulai menurun. Penyerapan glukosa dari makanan oleh sel, terutama oleh sel-sel di hati, otot, dan jaringan adiposa menurunkan kadar glukosa darah. Dua jam setelah makan, kadar glukosa darah kembali ke kadar puasa normal sekitar 80-100 mg/dL.

#### KADAR GLUKOSA DARAH DALAM KEADAAN PUASA

Selama puasa sewaktu kadar glukosa darah menurun, kadar insulin dan kadar glukagon meningkat. Perubahan hormon-hormon ini menyebabkan hati menguraikan glikogen melalui proses glikoneogenesis dan membentuk glukosa melalui proses glukoneogenesis sehingga kadar glukosa darah dapat dipertahankan. Kadar glukagon mulai meningkat dalam beberapa jam setelah makan makanan tinggi karbohidrat. Glukagon berikatan dengan reseptor di permukaan sel dan mengaktifkan adenilat siklase, menyebabkan kadar cAMP di dalam hati meningkat. cAMP mengaktifkan protein kinase A, yang melakukan fosforilasi dan inaktivasi glikogen sintase, yang menyebabkan sintesis glikogen menurun.

Protein kinase A, pada saat yang sama akan merangsang penguraian glikogen melalui mekanisme dua langkah. Protein kinase A melakukan fosforilasi dan mengaktifkan fosforilase kinase. Enzim ini kemudian melakukan fosforilasi dan mengaktifkan glikogen fosforilase. Fosforilase mengkatalisis fosforolisis glikogen menghasilkan glukosa 1-fosfat yang diubah menjadi glukosa 6-fosfat. Defosforilasi glukosa 6-fosfat oleh glukosa 6-fosfatase menghasilkan glukosa bebas, yang kemudian masuk ke dalam darah.

Empat jam setelah makan, hati menyalurkan glukosa ke dalam darah dan tidak saja melalui proses glikogenolisis tetapi juga melalui proses glukoneogenesis. Perubahan hormon menyebabkan jaringan perifer mengeluarkan prekursor yang menyediakan karbon untuk glukoneogenesis, khususnya laktat, asam amino dan gliserol.

Mekanisme pengatur mendorong perubahan prekursor glukoneogenik menjadi glukosa. Mekanisme ini mencegah terjadinya siklus yang sia-sia yang akan dengan tiada hentinya mengubah substrat menjadi produk dan memakai energi tanpa memberi hasil yang bermanfaat. Mekanisme pengatur ini menyebabkan enzim glikolitik yaitu piruvat kinase, fosforuktokinase-1 (PFK-1), dan glukokinase menjadi tidak aktif selama puasa dan mendorong aliran karbon menjadi glukosa melalui jalur glukoneogenesis

Enzim yang berperan dalam glukoneogenesis tetapi tidak berperan dalam glikolisis menjadi aktif dalam keadaan puasa. Piruvat karboksilase diaktifkan oleh asetil Ko-A yang berasal dari oksidasi asam lemak. Fosfoenolpiruvat karboksikinase, fruktosa 1-6-bisfosfatase terinduksi sehingga kuantitas enzim tersebut meningkat. Fruktosa 1,6-bisfosfatase juga aktif karena kadar fruktosa 2,6-bisfosfat, inhibitor enzim tersebut adalah rendah (Marks, *et.al*, 2000).

Perubahan hormon yang terjadi selama puasa merangsang penguraian triasilgliserol jaringan adiposa. Akibatnya terjadi perlepasan asam lemak dan gliserol ke dalam darah. Gliserol berfungsi sebagai sumber karbon untuk glukoneogenesis. Asam lemak menjadi bahan bakar utama dalam tubuh dan dioksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O oleh berbagai jaringan yang memungkinkan jaringan ini untuk mengurangi pemakaian glukosa. Asam lemak juga dioksidasi menjadi asetil Ko-A di dalam hati. Asetil Ko-A ini sebagian besar tidak masuk ke dalam siklus asam trikarboksilat, tetapi diubah menjadi badan keton, yang kemudian masuk ke dalam darah dan berfungsi sebagai sumber bahan bakar tambahan. Oksidasi β dari asam lemak di hati menghasilkan ATP yang diperlukan untuk menjalankan glukoneogenesis.

#### KADAR GLUKOSA DARAH SELAMA PUASA JANGKA PANJANG (KELAPARAN)

Selama puasa jangka panjang, terjadi sejumlah perubahan dalam pemakaian bahan bakar. Perubahan ini menyebabkan jaringan lebih sedikit menggunakan glukosa dibandingkan dalam keadaan puasa singkat dan lebih banyak menggunakan bahan bakar yang berasal dari triasilgliserol adiposa (yaitu asam lemak dan turunannya, badan keton). Keadaan ini mengakibatkan kadar glukosa tidak turun secara drastis. Sebenarnya kadar glukosa

darah tetap dalam rentang 65 mg/dL meskipun setelah kelaparan 5-6 minggu (Marks, *et.al.*, 2000).

Pengeluaran alanin yang cukup banyak dari otot rangka, jauh melebihi konsentrasinya dari protein otot yang sedang dikatabolisme dapat terjadi pada individu yang sedang berpuasa. Alanin dibentuk melalui transaminasi piruvat yang dihasilkan oleh glikogenolisis otot dan diekspor ke hati tempat zat ini menjadi substrat bagi glukoneogenesis setelah transaminasi kembali menjadi piruvat. Siklus glukosa-alanin ini merupakan cara tidak langsung pemanfaatan glikogen otot untuk mempertahankan glukosa darah dalam keadaan puasa (Murray, *et al.*, 2003).

Perubahan besar yang terjadi selama kelaparan adalah peningkatan kadar badan keton yang mencolok di dalam darah setelah 3-5 hari puasa. Otak dan jaringan saraf mulai menggunakan badan keton pada kadar ini dan akibatnya oksidasi glukosa di jaringan ini berkurang menjadi sepertiganya (sekitar 40 g/hari) dibandingkan dalam keadaan normal. Akibatnya pengurangan pemakaian glukosa, kecepatan glukoneogenesis di hati menurun, demikian juga pembentukan urea. Protein dari otot dan jaringan lain dapat diselamatkan karena kebutuhan akan asam amino untuk glukoneogenesis berkurang (Marks, 2000).

Protein tubuh terutama protein otot, sebenarnya bukan merupakan bentuk simpanan bahan bakar seperti halnya glikogen atau triasilgliserol, protein memiliki banyak fungsi selain sebagai bahan bakar simpanan. Misalnya, protein berfungsi sebagai enzim dan kontraksi otot. Apabila protein jaringan mengalami penguraian dalam jumlah yang terlalu besar, fungsi tubuh dapat mengalami gangguan berat. Apabila kelaparan berlanjut dan tidak terdapat masalah lain, misalnya infeksi individu yang mengalami kelaparan biasanya meninggal akibat kehilangan protein yang hebat yang menyebabkan malfungsi organ utama, misalnya jantung. Peningkatan kadar badan keton yang menyebabkan protein tubuh dapat dipertahankan dan memungkinkan individu bertahan hidup untuk jangka panjang tanpa menerima makanan (Marks, *et al.*, 2000).

#### KADAR GLUKOSA DARAH SELAMA OLAHRAGA

Olahraga memiliki efek langsung pada metabolisme karbohidrat. Banyak hormon selain insulin, IGF-I, IGF-II, glukagon, dan somastostatin juga berperan penting dalam pengaturan metabolisme karbohidrat. Masuknya glukosa ke dalam otot rangka meningkat selama olahraga tanpa adanya insulin. Olahraga juga meningkatkan kepekaan otot terhadap insulin, mungkin melalui peningkatan transporter GLUT-4 independen insulin di membran sel otot. Peningkatan kepekaan ini menetap selama beberapa jam setelah olahraga, dan olahraga teratur dapat menghasilkan

peningkatan kepekaan terhadap insulin yang berkepanjangan. Olahraga dapat mencetuskan hipoglikemia pada pasien diabetes melitus tidak hanya karena peningkatan ambilan glukosa oleh otot tetapi juga oleh karena peningkatan penyerapan insulin yang disuntikkan selama olahraga. Pasien diabetes harus mendapat kalori tambahan atau menurunkan dosis insulin mereka sewaktu olahraga (Ganong, 1999).

Pada seorang pria 70 kg, simpanan karbohidrat total sekitar 2500 kkal, disimpan dalam 400 g glikogen otot, 100 g glikogen hati, dan 20 g glukosa di dalam cairan ekstraseluler. Sebaliknya 112.000 kkal (sekitar 80% suplai bahan bakar tubuh) disimpan dalam lemak dan sisanya dalam protein. Otot yang beristirahat menggunakan asam lemak untuk metabolismenya, demikian pula yang dikerjakan otot setelah olahraga (Ganong, 1999).

Otot yang bekerja waktu olahraga, pada awalnya menggunakan bahan bakar endogen, bahan bakar dari simpanannya sendiri melalui glikogenolisis. Sewaktu otot berkontraksi, ATP mengalami hidrolisis. Sel otot pada awalnya menghindari penurunan kadar ATP yang bermakna dengan membentuk kembali ATP dari kreatin fosfat. Sewaktu berolahraga jumlah kreatin fosfat dalam sel otot hanya dapat bertahan selama beberapa mili detik. Sewaktu ATP diubah menjadi ADP selama otot berkontraksi, terjadi pembentukan kembali ATP melalui reaksi adenilat siklase yang prosesnya menghasilkan AMP. AMP mengaktifkan glikolisis dengan merangsang fosfofruktokinase-1. AMP juga mengaktifkan fosforilase b, yang kemudian dapat menguraikan glikogen otot. Fosforilase b juga dapat diaktifkan melalui fosforilasi yang menghasilkan fosforilase a. Fosforilasi terhadap fosforilase b juga dirangsang oleh kalsium, yang dibebaskan dari retikulum sarkoplasma sewaktu otot berkontraksi.  $Ca^{2+}$  berikatan dengan kalmodulin, dan kompleks ini mengaktifkan fosforilase kinase, yang melakukan fosforilase dan mengaktifkan fosforilase (Marks, *et.al.*, 2000).

Jumlah simpanan glikogen di otot hanya cukup untuk menunjang olahraga seperti *push-up* atau angkat berat dalam waktu singkat (sekitar 2 menit pada rerata individu). Selama olahraga berat, terjadi pelepasan hormon epinefrin ke dalam darah. Epinefrin berikatan dengan reseptor di membran sel otot dan mengaktifkan adenilat siklase untuk mengalami proses lebih lanjut (Marks, *et.al.* 2000).

#### KEWASPADAAN PERAWAT

Ada dua keadaan yang harus diketahui oleh perawat berkaitan dengan pemeliharaan kadar glukosa darah yaitu hiperglikemia dan hipoglikemia. Hiperglikemia dan hipoglikemia dapat dengan cepat dialami oleh penderita diabetes melitus yang tidak terkontrol dengan baik, dan dapat menjadi penyebab timbulnya komplikasi. Hiperglikemia yaitu

kadar glukosa plasma puasa  $\geq 7,0$  mmol/L (126 mg/dL) atau glukosa plasma 2 jam setelah makan  $\geq 11,1$  mmol/L (200 mg/dL). Hipoglikemia terjadi ketika kadar glukosa darah lebih rendah dari 2,7 – 3 mmol/L (50-60 mg/dL) (Brunner and Suddarth's, 2006).

Hiperglikemia dapat terjadi apabila individu diabetes tidak mengontrol diet dengan baik, tidak mengelola pengobatan (oral atau insulin) dengan baik, dan tidak melakukan latihan secara teratur. Komplikasi yang ditimbulkan dari hiperglikemia adalah mikrovaskuler yang kronis seperti: neuropati, nefropati, dan retinopati, dan komplikasi makrovaskuler seperti: infark miokard, stroke dan penyakit vaskuler perifer. Hipoglikemia dapat terjadi jika individu diabetes melewatkan atau menunda waktu makan, tidak mengikuti diet yang telah diprogramkan atau meningkatkan intensitas latihan tanpa menyesuaikan diet serta insulin. Komplikasi yang ditimbulkan dari hipoglikemia adalah ...

Perawat harus mengetahui informasi pengelolaan kadar glukosa darah pada kondisi diabetes. Kadar glukosa darah dapat berubah pada kondisi sesaat setelah makan, puasa, puasa jangka panjang dan olahraga. Individu dengan diabetes akan dengan mudah mengalami perubahan kadar glukosa darah apabila tidak memperhatikan pengelolaan kadar glukosa darah dengan benar. Ada lima komponen dalam penatalaksanaan diabetes yaitu: diet, latihan, pemantauan, terapi dan pendidikan.

Penatalaksanaan ini akan bervariasi tergantung dari gaya hidup, keadaan fisik dan mental individu dengan diabetes. Perawat hendaknya mengarahkan penatalaksanaan tersebut, tetapi individu diabetes sendirilah yang harus bertanggung jawab dalam penatalaksanaan diabetes.

Perawat harus terus mengkaji ketrampilan individu yang sudah menderita diabetes selama bertahun-tahun, karena diperkirakan 50% individu tersebut melakukan kesalahan dalam melakukan ketrampilan secara mandiri. Perawat harus memahami dan melakukan pendekatan pada individu yang sulit mengikuti rencana terapi. Adanya masalah dalam pengendalian glukosa atau timbulnya komplikasi lebih lanjut yang sebetulnya dapat dicegah, maka penyebab dari masalah itu harus dibedakan antara ketidakpatuhan, kurang pengetahuan atau kurangnya perawatan diri. Perawat tidak boleh langsung beranggapan bahwa masalah tersebut berhubungan dengan ketidakpatuhan, kemungkinan dapat berhubungan dengan kurangnya informasi tentang pengendalian kadar glukosa darah. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menyampaikan informasi yang lengkap dan memastikan pemahaman individu terhadap informasi tersebut (Brunner & Suddarth's, 2002).

## KESIMPULAN

Faktor utama yang berperan dalam mengatur kadar glukosa darah adalah konsentrasi glukosa darah itu sendiri dan hormon, terutama insulin dan glukagon. Kadar glukosa darah meningkat seiring dengan pencernaan dan penyerapan glukosa dari makanan. Individu yang sehat dan normal, kadar tersebut tidak melebihi sekitar 140 mg/dL karena jaringan akan menyerap glukosa dari darah, menyimpannya untuk digunakan kemudian atau mengoksidasinya untuk menghasilkan energi. Selama puasa sewaktu kadar glukosa darah menurun, kadar insulin dan kadar glukagon meningkat. Perubahan hormon-hormon ini menyebabkan hati menguraikan glikogen melalui proses glikogenesis dan membentuk glukosa melalui proses glukoneogenesis sehingga kadar glukosa darah dapat dipertahankan.

Otot yang bekerja waktu olahraga, pada awalnya menggunakan bahan bakar endogen, bahan bakar dari simpanannya sendiri melalui glikogenolisis. Jumlah simpanan glikogen di otot hanya cukup untuk menunjang olahraga seperti *push-up* atau angkat berat dalam waktu singkat (sekitar 2 menit pada rerata individu). Selama olahraga berat, terjadi pelepasan hormon epinefrin ke dalam darah. Epinefrin berikatan dengan reseptor di membran sel otot dan mengaktifkan adenilat siklase untuk mengalami proses lebih lanjut

## DAFTAR ACUAN

- Brunner and Suddarth's, 2002. *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*, Edisi 8. Vol. 2, Jakarta: EGC.
- Ganong William F, 1999. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Edisi 17. Jakarta: EGC
- Marks Dawn B, Marks Allan D, Smith Colleen M, 2000. *Biokimia kedokteran dasar, sebuah pendekatan klinis*, Edisi Bahasa Indonesia oleh: Bram U. Pendi, Jakarta: EGC
- Murray Robert K, Granner Daryl K, Mayes Peter A, Rodwell Victor W, 2003. *Biokimia Harper*, Edisi 25, Jakarta: EGC
- Triplitt Curtis L, 2012. *Examining The Mechanism of Glucose Regulation*, The American Journal of Manage Care, Vol. 8, No. 1