

KARBOHIDRAT

Dr. HALOMOAN HUTAGALUNG

**Bagian Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran
Universitas Sumatera Utara**

Karbohidrat atau Hidrat Arang adalah suatu zat gizi yang fungsi utamanya sebagai penghasil energi, dimana setiap gramnya menghasilkan 4 kalori. Walaupun lemak menghasilkan energi lebih besar, namun karbohidrat lebih banyak dikonsumsi sehari-hari sebagai bahan makanan pokok, terutama pada negara sedang berkembang. Di negara sedang berkembang karbohidrat dikonsumsi sekitar 70-80% dari total kalori, bahkan pada daerah-daerah miskin bisa mencapai 90%. Sedangkan pada negara maju karbohidrat dikonsumsi hanya sekitar 40-60%. Hal ini disebabkan sumber bahan makanan yang mengandung karbohidrat lebih murah harganya dibandingkan sumber bahan makanan kaya lemak maupun protein.

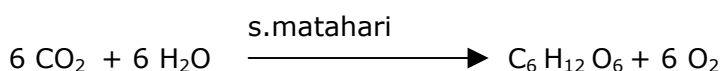
Karbohidrat banyak ditemukan pada sereal (beras, gandum, jagung, kentang dan sebagainya), serta pada biji-bijian yang tersebar luas di alam.

Definisi

Secara umum definisi karbohidrat adalah senyawa organik yang mengandung atom Karbon, Hidrogen dan Oksigen, dan pada umumnya unsur Hidrogen dan oksigen dalam komposisi menghasilkan H₂O. Di dalam tubuh karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak. Akan tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama sumber bahan makan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.

Sumber karbohidrat nabati dalam glikogen bentuk glikogen, hanya dijumpai pada otot dan hati dan karbohidrat dalam bentuk laktosa hanya dijumpai di dalam susu. Pada tumbuh-tumbuhan, karbohidrat dibentuk dari hasil reaksi CO₂ dan H₂O melalui proses fotosintesis di dalam sel-sel tumbuh-tumbuhan yang mengandung hijau daun (klorofil). Matahari merupakan sumber dari seluruh kehidupan, tanpa matahari tanda-tanda dari kehidupan tidak akan dijumpai.

Reaksi fotosintesis



Pada proses fotosintesis, klorofil pada tumbuh-tumbuhan akan menyerap dan menggunakan energi matahari untuk membentuk karbohidrat dengan bahan utama CO₂ dari udara dan air (H₂O) yang berasal dari tanah. Energi kimia yang terbentuk akan disimpan di dalam daun, batang, umbi, buah dan biji-bijian.

Klasifikasi

Karbohidrat yang terdapat pada makanan dapat dikelompokkan:

Available Carbohydrate

(Karbohidrat yang tersedia), yaitu karbohidrat yang dapat dicerna, diserap serta dimetabolisme sebagai karbohidrat.

Unavailable Carbohydrate (Karbohidrat yang tidak tersedia)

Yaitu karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisa oleh enzim-enzim pencernaan manusia, sehingga tidak dapat diabsorpsi.

Penggolongan karbohidrat yang paling sering dipakai dalam ilmu gizi berdasarkan jumlah molekulnya.

1. Monosakarida
 - Heksosa (mengandung 6 buah karbon)
 - Glukosa
 - Fruktosa
 - Galaktosa
 - Pentosa (mengandung 5 buah karbon)
 - Ribosa
 - Arabinosa
 - Xylosa
2. Disakarida
 - Sukrosa
 - Maltosa
 - Laktosa
3. Polisakarida
 - Amilum
 - Dekstrin
 - Glikogen
 - Selulosa

Monosakarida

Karbohidrat yang paling sederhana (simple sugar), oleh karena tidak bisa lagi dihidrolisa. Monosakarida larut di dalam air dan rasanya manis, sehingga secara umum disebut juga gula. Penamaan kimianya selalu berakhiran -osa. Dalam Ilmu Gizi hanya ada tiga jenis monosakarida yang penting yaitu, glukosa, fruktosa dan galaktosa.

Glukosa

Terkadang orang menyebutnya gula anggur ataupun dekstrosa. Banyak dijumpai di alam, terutama pada buah-buahan, sayur-sayuran, madu, sirup jagung dan tetes tebu. Di dalam tubuh glukosa didapat dari hasil akhir pencernaan amilum, sukrosa, maltosa dan laktosa.

Glukosa dijumpai di dalam aliran darah (disebut Kadar Gula Darah) dan berfungsi sebagai penyedia energi bagi seluruh sel-sel dan jaringan tubuh. Pada keadaan fisiologis Kadar Gula Darah sekitar 80-120 mg %. Kadar gula darah dapat meningkat melebihi normal disebut hiperglikemia, keadaan ini dijumpai pada penderita Diabetes Mellitus.

Fruktosa

Disebut juga gula buah ataupun levulosa. Merupakan jenis sakarida yang paling manis, banyak dijumpai pada mahkota bunga, madu dan hasil hidrolisa dari gula tebu. Di dalam tubuh fruktosa didapat dari hasil pemecahan sukrosa.

Galaktosa

Tidak dijumpai dalam bentuk bebas di alam, galaktosa yang ada di dalam tubuh merupakan hasil hidrolisa dari laktosa.

Disakarida

Merupakan gabungan antara 2 (dua) monosakarida, pada bahan makanan disakarida terdapat 3 jenis yaitu sukrosa, maltosa dan laktosa.

Sukrosa

Adalah gula yang kita pergunakan sehari-hari, sehingga lebih sering disebut gula meja (table sugar) atau gula pasir dan disebut juga gula invert. Mempunyai 2 (dua) molekul monosakarida yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa.

Sumber: tebu (100% mengandung sukrosa), bit, gula nira (50%), jam, jelly.

Maltosa

Mempunyai 2 (dua) molekul monosakarida yang terdiri dari dua molekul glukosa. Di dalam tubuh maltosa didapat dari hasil pemecahan amilum, lebih mudah dicerna dan rasanya lebih enak dan nikmat. Dengan Jodium amilum akan berubah menjadi warna biru.

Amilum terdiri dari 2 fraksi (dapat dipisah kan dengan air panas):

1. Amilosa
 - larut dengan air panas
 - mempunyai struktur rantai lurus
2. Amilopektin
 - tidak larut dengan air panas
 - mempunyai sruktur rantai bercabang

Peranan perbandingan amilosa dan amilo pektin terlihat pada serelia; Contohnya beras, semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakin lekat nasi tersebut.

Pulut sedikit sekali amilosanya (1-2%), beras mengandung amilosa > 2%

Berdasarkan kandungan amilosanya, beras (nasi) dapat dibagi menjadi 4 golongan:

-amilosa tinggi	25-33%
-amilosa menengah	20-25%
-amilosa rendah	09-20%
-amilosa sangat rendah	< 9%

Secara umum penduduk di negara-negara Asean, khususnya Filipina, Malaysia, Thailand dan Indonesia menyenangi nasi dengan kandungan amilosa medium, sedangkan Jepang dan Korea menyenangi nasi dengan amilosa rendah.

Loktosa

Mempunyai 2 (dua) molekul monosakarida yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Laktosa kurang larut di dalam air.

Sumber : hanya terdapat pada susu sehingga disebut juga gula susu.

-susu sapi	4-5%
-asi	4-7%

Laktosa dapat menimbulkan intolerance (laktosa intolerance) disebabkan kekurangan enzim laktase sehingga kemampuan untuk mencerna laktosa berkurang. Kelainan ini dapat dijumpai pada bayi, anak dan orang dewasa, baik untuk sementara maupun secara menetap. Gejala yang sering dijumpai adalah diare, gembung, flatulans dan kejang perut. Defisiensi laktase pada bayi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, karena bayi sering diare. Terapi diit dengan pemberian formula rendah laktosa seperti LLM, Almiron, Isomil, Prosobee dan Nutramigen, dan AI 110 bebas Laktosa. Formula rendah laktosa tidak boleh diberikan terlalu lama (maksimum tiga bulan), karena laktosa diperlukan untuk pertumbuhan sel-sel otak.

Setelah tiga bulan, laktosa diberikan secara bertahap sesuai dengan pertumbuhan anak.

Polisakarida

Merupakan senyawa karbohidrat kompleks, dapat mengandung lebih dari 60.000 molekul monosakarida yang tersusun membentuk rantai lurus ataupun bercabang. Polisakarida rasanya tawar (tidak manis), tidak seperti monosakarida dan disakarida. Di dalam Ilmu Gizi ada 3 (tiga) jenis yang ada hubungannya yaitu amilum, dekstrin, glikogen dan selulosa.

Amilum (zat pati)

Merupakan sumber enersi utama bagi orang dewasa di seluruh penduduk dunia, terutama di negara seclang berkembang oleh karena di konsumsi sebagai bahan makanan pokok. Disamping bahan pangan kaya akan amilum juga mengandung protein, vitamin, serat dan beberapa zat gizi penting lainnya. Amilum merupakan karbohidrat dalam bentuk simpanan bagi tumbuh-tumbuhan dalam bentuk granul yang dijumpai pada umbi dan akarnya.

Sumber: umbi-umbian, serealialia dan biji-bijian merupakan sumber amilum yang berlimpah ruah oleh karena mudah didapat untuk di konsumsi. Jagung, beras dan gandum kandungan amilurnnya lebih dari 70%, sedangkan pada kacang-kacangan sekitar 40%.

Amilum tidak larut di dalam air dingin, tetapi larut di dalam air panas membentuk cairan yang sangat pekat seperti pasta; peristiwa ini disebut "gelatinisasi".

Dekstrin

Merupakan zat antara dalam pemecahan amilum. Molekulnya lebih sederhana, lebih mudah larut di dalam air, dengan jodium akan berubah menjadi wama merah.

Glikogen

Glikogen merupakan "pati hewani", terbentuk dari ikatan 1000 molekul, larut di dalam air (pati nabati tidak larut dalam air) dan bila bereaksi dengan iodium akan menghasilkan warna merah. Glikogen terdapat pada otot hewan, manusia dan ikan. Pada waktu hewan disembelih, terjadi kekejangan (rigor mortis) dan kemudian glikogen dipecah menjadi asam laktat selama post mortum.

Glikogen disimpan di dalam hati dan otot sebagai cadangan enersi, yang sewaktu-waktu dapat diubah kembali menjadi glukosa bila dibutuhkan.

Sumber : banyak terdapat pada kecambah, serealialia, susu, sirup jagung (26%).

Selulosa

Hampir 50% karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan adalah selulosa, karena selulosa merupakan bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan. Selulosa tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia, oleh karena tidak ada enzim untuk memecah selulosa. Meskipun tidak dapat dicerna, selulosa berfungsi sebagai sumber serat yang dapat memperbesar volume dari faeses, sehingga akan memperlancar defekasi.

Dahulu serat digunakan sebagai indeks dalam menilai kualitas makanan, makin tinggi kandungan serat dalam makanan maka nilai gizi makanan tersebut dipandang semakin buruk. Akan tetapi pada dasawarsa terakhir ini, para ahli sepakat bahwa serat merupakan komponen penyusun diet manusia yang sangat penting. Tanpa adanya serat, mengakibatkan terjadinya konstipasi (susah buang air besar),

haemorrhoid (ambeben), divertikulosis, kanker pada usus besar, appendicitis, diabetes penyakit jantung koroner dan obesitas.

Fungsi serat:

a. Mencegah Penyakit Jantung Koroner

Kolesterol telah lama diduga sebagai penyebab terjadinya aterosklerosis yang akhirnya berakibat timbulnya penyakit jantung koroner. Produk akhir metabolisme kolesterol adalah asam empedu. Serat yang berasal dari makanan sesampainya di saluran pencernaan akan mengikat asam empedu. Dalam keadaan terikat, asam empedu tersebut sarna-sarna serat dikeluarkan dalam bentuk feses. Dengan demikian semakin banyak serat dimakan, maka semakin banyak lemak dan kolesterol dikeluarkan.

Masyarakat yang mengkonsumsi makanan tinggi serat (terutama serat dari sereal dan kacang-kacangan) cenderung kadar kolesterol darah rendah serta angka kematian akibat penyakit jantung koroner lebih rendah dibandingkan dengan orang Eropa yang konsumsi seratnya sangat sedikit. Penelitian lain menunjukkan bahwa suku terasing Masai di Afrika yang hidupnya berburu dan suku Venda di Afrika Selatan yang hidupnya bercocok tanam, tidak ditemukan adanya penyakit jantung koroner, walaupun mereka mengkonsumsi lemak hewan dalam jumlah yang tinggi, yaitu masing-masing 300 gram dan 126 gram per hari. Hal tersebut disebabkan mereka makan jagung yang tidak digiling rata-rata 494 gram per-hari, yang kadar seratnya diperkirakan 5,7 gram. Dibandingkan dengan orang Inggris yang rata-rata hanya mengkonsumsi serat sebanyak 0,5 gram per hari.

b. Mencegah kanker pada usus besar

Kanker pada usus besar (kolon) diakibatkan masuknya benda-benda asing ke dalam usus besar, benda-benda asing tersebut akan diubah sifatnya menjadi karsinogenik. Adanya serat kasar yang melalui kolon, mengakibatkan lingkungan mikroba terganggu sehingga aktifitas mikroba tersebut berkurang.

c. Mencegah penyakit Diabetes

Pernyataan ini didukung oleh suatu penelitian yang dilakukan di Capetown, yang menunjukkan bahwa pada penduduk yang mengkonsumsi serat rata-rata 6,5 gram per hari ditemukan penderita Diabetes sebanyak 3,6 %. Sedangkan penduduk yang makan serat rata-rata 24,8 gram per hari hanya ditemukan 0,05 % penderita.

d. Mencegah penyakit divertikular

Konsumsi serat yang cukup akan menghasilkan feses yang lembut sehingga dengan kontraksi otot yang rendah (< 10 mm Hg) feses dapat dikeluarkan dengan lancar. Apabila konsumsi serat berkurang, maka volume kotoran menjadi kecil-kecil dan keras (seperti feses kambing), sehingga untuk membuangnya membutuhkan kontraksi otot yang lebih besar (tekanan bisa mencapai > 90 mm Hg). Apabila tekanan kuat tersebut berlangsung berulang ulang setiap hari dalam jangka waktu yang lama, maka otot-otot kolon menjadi lelah dan lemah. Keadaan ini menyebabkan penyakit "divertikular", yaitu penonjolan bagian luar usus berbentuk bisul yang kadang-kadang disertai peradangan yang dapat menimbulkan infeksi.

e. Mencegah kegemukan

Dengan adanya serat, maka penyerapan karbohidrat, lemak dan protein menjadi berkurang. Jika hal ini dilakukan secara teratur dan berkesinambungan, maka kegemukan dapat dihindari. Serat mampu memberikan perasaan kenyang dalam waktu yang cukup lama.

Sumber serat yang baik adalah sayuran, buah-buahan, sereal dan kacang-kacangan. Memakan sayuran dan buah-buahan dalam jumlah yang banyak,

mempunyai fungsi ganda yaitu disamping sebagai sumber serat juga merupakan sumber vitamin dan mineral, yang semua itu sangat dibutuhkan untuk memelihara kesehatan tubuh manusia.

Produk makanan hewani, seperti daging, ikan susu dan telur serta basil-basil olahannya, umumnya mengandung serat dalam jumlah yang sedikit. Sayuran yang banyak mengandung serat adalah, bayam, kangkung, buncis, daun beluntas, daun singkong, kacang panjang, daun katuk, daun kelor, sawi, kecipir, kol dan lain-lain. Buah-buahan yang banyak mengandung tinggi serat adalah, alpukat, belimbing, srikaya, cempedak, nangka, durian, jeruk, kedondong, kemang, mangga, nenas dan sebagainya.

Sereal yang kaya serat adalah beras, jagung, jali dan jewawut. Beras giling mempunyai kadar serat dan vitamin (khususnya vitamin B I) lebih rendah dari beras turnbuk, karena itu memilih beras sebaiknya jangan yang terlalu bersih (putih). Kacang-kacangan yang banyak mengandung serat adalah kacang bogar, kacang merah, kacang ijo, kedele, serta kacang-kacangan lainnya.

Pencernaan

Pencernaan karbohidrat sudah dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut; makanan dikunyah agar dipecah menjadi bagian-bagian kecil, sehingga jumlah permukaan makanan lebih luas kontak dengan enzim-enzim pencernaan.

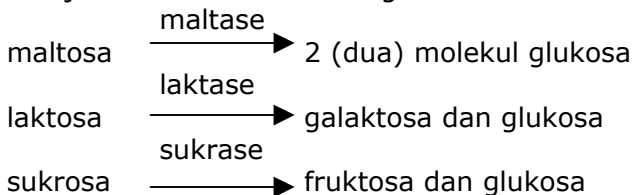
Di dalam mulut makanan bercampur dengan air ludah yang mengandung enzim amilase (ptyalin). Enzim amilase bekerja memecah karbohidrat rantai panjang seperti amilum dan dekstrin, akan diurai menjadi molekul yang lebih sederhana → maltosa. Sedangkan air ludah berguna untuk melicinkan makanan agar lebih mudah ditelan. Hanya sebagian kecil amilum yang dapat dicerna di dalam mulut, oleh karena makanan sebentar saja berada di dalam rongga mulut. Oleh karena itu sebaiknya makanan dikunyah lebih lama, agar memberi kesempatan lebih banyak pemecahan amilum di rongga mulut. Dengan proses mekanik, makanan ditelan melalui kerongkongan dan selanjutnya akan memasuki lambung.

Pencernaan dalam lambung

Proses pemecahan amilum diteruskan di dalam lambung, selama makanan belum bereaksi dengan asam lambung.

Pencernaan dalam usus

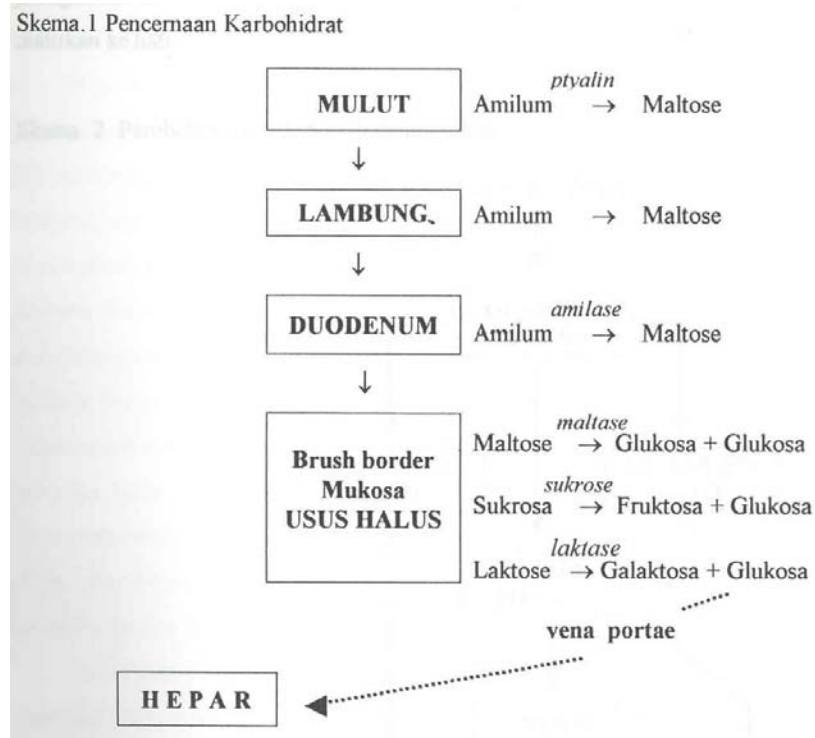
Di usus halus, maltosa, sukrosa dan laktosa yang berasal dari makanan maupun dari hasil penguraian karbohidrat kompleks akan diubah menjadi mono sakarida dengan bantuan enzim-enzim yang terdapat di usus halus.



Absorpsi

Semua jenis karbohidrat diserap dalam bentuk monosakarida, proses penyerapan ini terjadi di usus halus. Glukosa dan galaktosa memasuki aliran darah dengan jalan transfer aktif, sedangkan fruktosa dengan jalan difusi. Para ahli sepakat bahwa karbohidrat hanya dapat diserap dalam bentuk disakarida. Hal ini dibuktikan dengan dijumpainya maltosa, sukrosa dan laktosa dalam urine apabila mengkonsumsi gula dalam jumlah banyak. Akhirnya berbagai jenis karbohidrat diubah menjadi glukosa sebelum diikut sertakan dalam proses metabolisme.

Berdasarkan urutan, yang paling cepat di absorpsi adalah galaktosa, glukosa dan terakhir fruktosa.



Metabolisme

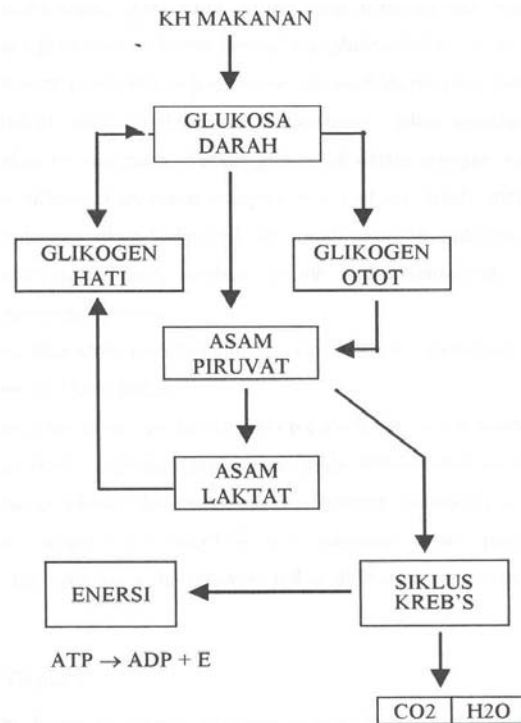
Setelah melalui dinding usus halus, glukosa akan menuju ke hepar melalui vena portae. Sebahagian karbohidrat ini diikat di dalam hati dan disimpan sebagai glikogen, sehingga kadar gula darah dapat dipertahankan dalam batas-batas normal (80-120 mg%).

Karbohidrat yang terdapat dalam darah, praktis dalam bentuk glukosa, oleh karena fruktosa dan galaktosa akan diubah terlebih dahulu sebelum memasuki pembuluh darah.

Apabila jumlah karbohidrat yang dimakan melebihi kebutuhan tubuh, sebagian besar (2/3) akan disimpan di dalam otot dan selebihnya di dalam hati sebagai glikogen. Kapasitas pembentukan glikogen ini sangat terbatas (maksimum 350 gram), dan jika penimbunan dalam bentuk glikogen ini telah mencapai batasnya, kelebihan karbohidrat akan diubah menjadi lemak dan disimpan di jaringan lemak. Bila tubuh memerlukan kembali enersi tersebut, simpanan glikogen akan dipergunakan terlebih dahulu, disusul oleh mobilisasi lemak. Jika dihitung dalam jumlah kalori, simpanan enersi dalam bentuk lemak jauh melebihi jumlah simpanan dalam bentuk glikogen.

Sel-sel tubuh yang sangat aktif dan memerlukan banyak enersi, mendapatkan enersi dari hasil pembakaran glukosa yang di ambil dari aliran darah. Kadar gula darah akan diisi kembali dari cadangan glikogen yang ada di dalam hati. Kalau enersi yang diperlukan lebih banyak lagi, timbunan lemak dari jaringan lemak mulai dipergunakan. Dalam jaringan lemak diubah ke dalam zat antara yang dialirkan ke hati.

Skema. 2 Perubahan karbohidrat di dalam tubuh



Disini zat antara itu diubah menjadi glikogen, mengisi kembali cadangan glikogen yang telah dipergunakan untuk meningkatkan kadar gula darah. Peristiwa oksidasi glukosa di dalam jaringan-jaringan terjadi secara bertahap dan pada tahap-tahap itulah enersi dilepaskan sedikit demi sedikit, untuk dapat digunakan selanjutnya.

Melalui suatu deretan proses-proses kimiawi, glukosa dan glikogen diubah menjadi asam pyruvat. Asam pyruvat ini merupakan zat antara yang sangat penting dalam metabolisme karbohidrat. Asam pyruvat dapat segera diolah lebih lanjut dalam suatu proses pada "lingkaran Krebs". Dalam proses siklis ini dihasilkan CO₂ dan H₂O dan terlepas enersi dalam bentuk persenyawaan yang mengandung tenaga kimia yang besar yaitu ATP (Adenosin Triphosphate). ATP ini mudah sekali melepaskan enersinya sambil berubah menjadi ADP (Adenosin Diphosphate). Sebagian dari asam pyruvat dapat diubah menjadi "asam laktat". Asam laktat ini dapat keluar dari sel-sel jaringan dan memasuki aliran darah menuju ke hepar.

Di dalam hepar asam laktat diubah kembali menjadi asam pyruvat dan selanjutnya menjadi glikogen, dengan demikian akan menghasilkan enersi.

Hal ini hanya terdapat di dalam hepar, tidak dapat berlangsung di dalam otot, meskipun di dalam otot terdapat juga glikogen. Sumber glikogen hanya berasal dari glukosa dalam darah. Metabolisme karbohidrat selain di pengaruhi oleh enzim-enzim, juga diatur oleh hormon-hormon tertentu. Hormon Insulin yang dihasilkan oleh "pulau-pulau Langerhans" dalam pankreas sangat memegang peranan penting. Insulin akan mempercepat oksidasi glukosa di dalam jaringan, merangsang perubahan glukosa menjadi glikogen di dalam sel-sel hepar maupun otot. Hal ini terjadi apabila kadar glukosa di dalam darah meninggi. Sebaliknya apabila kadar glukosa darah menurun, glikogen hati dimobilisasikan sehingga kadar glukosa darah akan menaik kembali. Insulin juga merangsang glukoneogenesis, yaitu mengubah lemak atau protein menjadi glukosa.

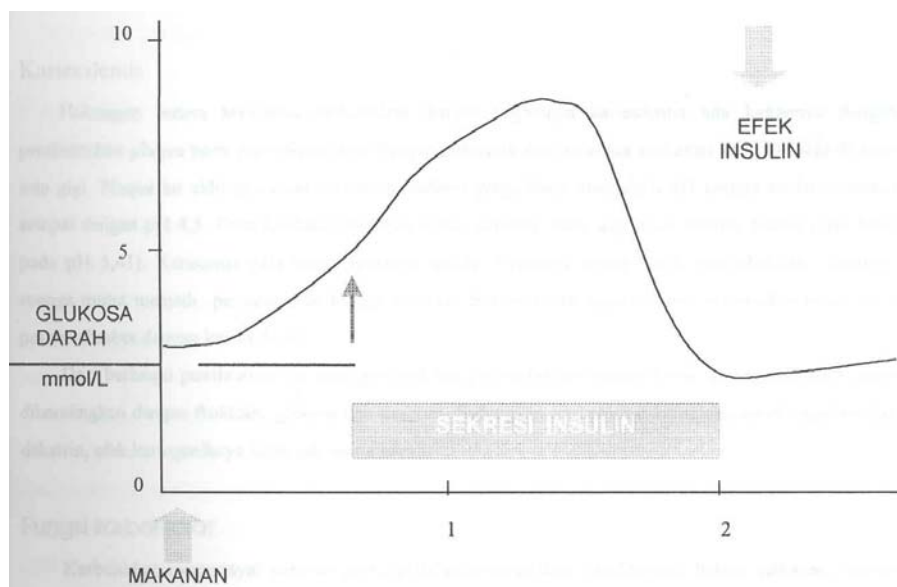
Juga beberapa hormon yang dihasilkan oleh hypophysis dan kelenjar suprarenal merupakan pengatur-pengatur penting dari metabolisme karbohidrat.

Enzim sangat diperlukan pada proses-proses kimiawi metabolisme zat-zat makanan. vitamin-vitamin sebagian dari enzim, secara tidak langsung berpengaruh pada metabolisme karbohidrat ini. Tiamin (vitamin B1) diperlukan dalam proses dekarboksilase karbohidrat. Kekurangan vitamin B1 akan menyebabkan terhambatnya enzim-enzim dekarboksilase, sehingga asam piruvat dan asam laktat tertimbun di dalam tubuh. Penyakit yang ditimbulkan akibat defisiensi vitamin B1 itu dikenal sebagai penyakit beri-beri.

Regulasi Kadar Gula Darah

Tanpa bantuan hormon, kadar gula darah akan mengalami fluktuasi yang besar. Kadar gula darah akan segera meningkat sesudah makan, dan sebaliknya bila tidak ada asupan makanan pada periode tertentu, kadar gula darah akan turun sangat rendah. Untuk mencegah terjadinya fluktuasi yang membahayakan ini, tubuh akan meregulasi glukosa darah dengan menggunakan hormon insulin dan glukagon.

Hormon insulin disekresikan oleh sel-sel beta pankreas apabila kadar gula darah tinggi (hiperglikemia), yang biasanya terjadi sesudah makan, seperti nasi, roti, gula, dan lain sebagainya. Peninggian kadar gula darah ini, akan merangsang sekresi insulin dari sel-sel β pulau Langerhans pankreas. Sekresi Insulin ini berlangsung dalam dua fase, pada fase pertama kadar insulin melonjak tinggi seketika. Hal ini terjadi 10 menit sesudah kenaikan kadar gula darah, dan dimungkinkan karena ada simpanan insulin dalam granula. Kemudian terjadi fase ke dua yang bersifat lambat, berlangsung selama lebih dari 10 menit sampai 2 jam. Dalam jam pertama sesudah makan, gula darah meningkat sampai 160 mg%, dan kemudian menurun lagi berkat pengaruh insulin, sehingga 2 jam sesudah makan kadar gula darah normal kembali, yakni 120 mg%. Insulin akan merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan dan kemudian memecahnya menjadi energi, menyimpannya dalam bentuk glikogen dan mengubahnya menjadi lemak. Dengan proses tersebut diatas, kadar gula darah akan menurun dan kembali normal 2 sampai 2 ½ jam sesudah makan.



Sebaliknya bila kadar gula darah rendah, hormon glukagon yang dihasilkan sel-sel α pankreas akan merangsang sintesa glukosa dari asam amino, menyebabkan

terlepasnya glikogen dari hepar, yang akan rneninggikan kadar gula darah. Jadi, aktifitas hormon insulin dan glukagon berlawanan satu sama lain.

Ada juga hormon lain yang dapat rnenrbantu rneninggikan kadar gula darah, salah satu yang paling penting adalah epinefrin (adrenalin) yang merangsang pernbebasan glukosa dari glikogen. Hormon epinefrin ini akan disekresikan pada situasi dimana tubuh dalam keadaan stress ataupun dalarn keadaan bahaya. Peningkatannya akan menaikkan kadar gula darah, yang akan membantu tubuh untuk berkelahi atau berlari langkah seribu.

Diabetes Mellitus

Pada defesiensi insulin, glukosa tidak dapat masuk ke dalarn sel-sel, sehingga kadar gula darah meninggi, namum timbunan glukosa tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk rnenghasilkan enersi untuk keperluan sel-sel yang membutuhkannya. Glukosa yang tertumpuk itu dibuang melalui ginjal ke dalam urine, sehingga terjadi glukosuria.

Karena glukosa tidak dapat dipergunakan sebagai penghasil enersi, maka lemak dan protein lebih banyak dipecah untuk rnenghasilkan enersi yang dibutuhkan, sehingga terjadi peningkatan glukoneogenesis. Peningkatan pemecahan asam lemak akan rnenghasilkan keton bodies, sehingga bila keton bodies ini meninggi dalam darah (ketosis) akan rnengakibatkan penurunan pH darah, sehingga terjadi asidosis.

Karies dentis

Hubungan antara konsumsi karbohidrat dengan terjadinya karies dentis ada kaitannya dengan pembentukan plaque pada permukaan gigi. Plaque terbentuk dari sisa-sisa makanan yang melekat di sela-sela gigi. Plaque ini akhirnya akan ditumbuhi bakteri yang dapat rnengubah pH rongga mulut menurun sampai dengan pH 4,5. Pada keadaan demikian maka struktur email gigi akan terlarut (email tidak larut pada pH 5,41). Konsumsi gula murni (permen, coklat, karamel) sering, akan rnenyebabkan keasaman rongga mulut menjadi permanen, sehingga semakin banyak email yang terlarut. Kerusakan email yang parah, disebut dengan karies dentis.

Dari berbagai penelelitian sukrosa (gula bit dan gula tebu) mempunyai efek kariogenik lebih tinggi dibandingkan dengan fruktosa, glukosa dan maltosa. Sedangkan karbohidrat kompleks seperti amilum dan dekstrin, efek kariogeniknya tidak ada sama sekali.

Fungsi karbohidrat

Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, seperti rasa, warna dan tekstur.

Fungsi karbohidrat di dalam tubuh adalah:

1. Fungsi utamanya sebagai sumber enersi (1 gram karbohidrat rnenghasilkan 4 kalori) bagi kebutuhan sel-sel jaringan tubuh. Sebagian dari karbohidrat diubah langsung menjadi enersi untuk aktifitas tubuh, dan sebagian lagi disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan di otot. Ada beberapa jaringan tubuh seperti sistem syaraf dan eritrosit, hanya dapat rnenggunakan enersi yang berasal dari karbohidrat saja.
2. Melindungi protein agar tidak dibakar sebagai penghasil enersi. Kebutuhan tubuh akan enersi merupakan prioritas pertama; bila karbohidrat yang di konsumsi tidak mencukupi untuk kebutuhan enersi tubuh dan jika tidak cukup terdapat lemak di dalam makanan atau cadangan lemak yang disimpan di dalam tubuh, maka protein akan rnenggantikan fungsi karbohidrat sebagai penghasil enersi. Dengan demikian protein akan rneninggalkan fungsi utamanya

sebagai zat pembangun. Apabila keadaan ini berlangsung terus menerus, maka keadaan kekurangan enersi dan protein (KEP) tidak dapat dihindari lagi.

3. Membantu metabolisme lemak dan protein dengan demikian dapat mencegah terjadinya ketosis dan pemecahan protein yang berlebihan.
4. Di dalam hepar berfungsi untuk detoksifikasi zat-zat toksik tertentu.
5. Beberapa jenis karbohidrat mempunyai fungsi khusus di dalam tubuh. Laktosa misalnya berfungsi membantu penyerapan kalsium. Ribosa merupakan komponen yang penting dalam asam nukleat.
6. Selain itu beberapa golongan karbohidrat yang tidak dapat dicerna, mengandung serat (dietary fiber) berguna untuk pencernaan, memperlancar defekasi.

Defisiensi karbohidrat

Manusia membutuhkan karbohidrat dalam jumlah tertentu setiap harinya. Walaupun tubuh tidak membutuhkan dalam jumlah yang khusus, kekurangan karbohidrat yang sangat parah akan menimbulkan masalah. Diperlukan sekitar 2 gram karbohidrat per Kg berat badan sehari untuk mencegah terjadinya ketosis.

Secara keseluruhan tubuh harus mempertahankan keseimbangan tertentu dalam utilisasi karbohidrat, lemak dan protein sebagai sumber enersi.

Jika asupan karbohidrat ditiadakan, maka cadangan lemak dalam jaringan adiposa akan dimobilisasi sedemikian cepatnya, sehingga tubuh tidak dapat mengoksidasi karbohidrat seluruhnya menjadi CO_2 dan H_2O . Sebagian dari hasil pemecahan lemak itu akan diubah menjadi substansi yang disebut dengan keton bodies. Walaupun tubuh dapat menggunakan keton bodies ini sebagai penghasil enersi dan dieksresikan melalui urine, produksi dalam jumlah besar akan terjadi penumpukan keton bodies di dalam darah dan mengakibatkan terjadinya ketosis.

Hal ini sangat berbahaya dan dapat terjadi pada penderita Diabetes Mellitus yang tidak terkontrol. Jumlah asupan karbohidrat juga mempengaruhi penggunaan protein sebagai penghasil enersi. Jika asupan karbohidrat rendah, tubuh akan memecah asam amino untuk menghasilkan enersi dan mensintesa glukosa tubuh, sehingga jaringan yang membutuhkan gula ini akan mampu menjalankan fungsinya. Oleh karena sebagian protein tubuh digunakan untuk tujuan ini, maka sedikit karbohidrat dapat menyebabkan pemecahan dari jaringan otot untuk menghasilkan enersi.

Gejala yang timbul akibat asupan karbohidrat yang rendah adalah fatigue, dehidrasi, mual, nafsu makan berkurang, dan tekanan darah kadang-kadang turun dengan mendadak sewaktu bangkit dari posisi berbaring (hipotensi ortostatik).

Asupan karbohidrat yang adekwat, penting untuk mempertahankan cadangan glikogen yang dibutuhkan pada aktifitas fisik jangka panjang. Peningkatan glikogen otot dengan adanya proses penumpukan karbohidrat akan menambah stamina 30-60 menit lebih lama.

Karbohidrat yang tersedia di dalam makanan.

Sumbangan yang berasal dari karbohidrat pada berbagai makanan dapat dilihat pada tabel. 1 dan 2. Sumber utama karbohidrat yang dapat di cerna berasal dari nabati. Makanan yang berasal dari tanaman ini juga merupakan satu-satunya sumber serat.

Tabel.1 Derajat kemanisan

Sebagai standard sukrosa = 100	
fruktosa	173
sukrosa	100
glukosa	74
galaktosa	32
maltosa	32
laktosa	16

Tabel.2 Bahan makanan sumber karbohidrat

Bahan Makanan	KH .. gr/100 bahan
Beras	76-80
Singkong	35
Gaplek	81
Ubi rambat	28
Jagung	64-74
Kentang	19
Gandum (terigu)	77
S a g u	85

Makanan yang berasal dari hewan yang mengandung karbohidrat dalam jumlah cukup banyak adalah susu, tiram dan hati.

Tabel.3 Sumber Karbohidrat yang berasal dari Hewani dan Nabati

Bahan pangan	KH terutama dalam bentuk	Persen enersi berasal dari KH
Hewani		
Ikan	-	dapat diabaikan
Kerang-kerangan		
Tiram	glikogen	20 - 25
Kepiting		
Udang	glikogen	2 - 4
Daging	-	dapat diabaikan
Hati (berbagai hwn)	glikogen	10
Susu		
Sapi	laktosa	30 - 50
ASI	laktosa	50
Nabati		
Biji-bijian	Pati	65 - 90
Kentang	Pati	80
Buah-buahan	Fruktosa, Glukosa, Sukrosa	80 - 95
Sayur-sayuran	Sukrosa, Amilum	60 - 90
J a m u r	Amilum	40 - 50

Kepustakaan

- Achmad Djaeni Sediaoetama: *Ilmu Gizi*, Penerbit Dian Rakyat, Jakarta 1989
- Bagian Gizi R.S Dr. Cipto Mangunkusomo dan Persatuan Ahli Gizi Indonesia, *Penuntun Diit*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta Edisi kedua, Jakarta 1996
- Donald S. McLaren: *Nutrition and its Disorders*, Churchill Livingstone Edinburgh London Melbourne and New York, Third Edition 1981 .
- Eleanor R. Williams: *Nutrition, Principles, Issues, and Applications*. McGraw-Hill Book Company, New York copyright 1984
- Fergus M.Clydesdale: *Food Nutrition and Health*, The A VI Publishing Company Inc. WeStport, Connecticut 1995
- R.M Moerdowo: *Spektrum Diabetes Mellitus*, Penerbit Djambatan, Jakarta 1989