

REGULASI METABOLISME PROTEIN*

Oleh: Dr. drh. Heru Nurcahyo, M.Kes**

A. Pendahuluan

Protein tersusun atas sejumlah asam amino yang membentuk suatu untaian (polimer) dengan ikatan peptida. Selain itu, protein juga memiliki gugus amina (NH_2) dan gugus karboksil (COOH). Berdasarkan banyaknya asam amino dapat dibedakan menjadi:

1. Peptida jika terdiri atas untaian pendek asam amino (2 - 10 asam amino).
2. Polipeptida jika terdiri atas 10 - 100 asam amino.
3. Protein jika terdiri atas untaian panjang lebih dari 100 asam amino.

Beberapa jenis protein antara lain:

1. Glikoprotein yaitu protein yang mengandung karbohidrat.
2. Lipoprotein yaitu protein yang mengandung lipid.

Asam amino esensial adalah golongan asam amino yang harus tersedia dalam diet karena tidak dapat disintesis oleh tubuh, sedangkan asam amino non-esensial adalah golongan asam amino yang dapat disintesis oleh tubuh (dalam hati). Terdapat 8 jenis asam amino esensial yaitu: Isoleucin, Leucin, Lysin, Phenylalanine, Threonine, Tryptophan, Valine, dan Methionin (mengandung unsur sulfur).

Protein dalam tubuh digunakan untuk keperluan:

1. Pembentukan jaringan baru seperti: rambut, kuku.
2. Mengganti jaringan yang rusak seperti: pengelupasan mukosa usus.
3. Mengganti asam amino yang hilang misalnya lewat urin.
4. Mensintesis asam amino nonesensial dengan menggabungkan asam keto melalui proses transaminasi oleh hati.
5. Mensintesis molekul fungsional seperti; hormon, enzim dsb.

* Disampaikan sebagai materi Pembinaan Olimpiade di SMA Negeri 5 Yogyakarta, pada tanggal 24 Oktober 2005.

** Dosen Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.

B. Proses Pencernaan Protein

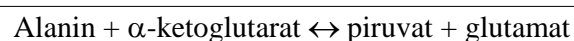
Protein dalam makanan tidak dapat diserap oleh mukosa usus, akan tetapi setelah dalam bentuk asam amino dapat diserap dengan baik.

1. Pencernaan protein di mulut: secara mekanis, sedangkan secara enzimatik belum.
2. Pencernaan protein di lambung: sel mukosa lambung yaitu sel parietal (*Chief cell*) mensekresikan asam lambung (HCl), sedangkan sel zymogen mensekresikan proenzim pepsinogen. Proenzim pepsinogen oleh HCl diaktifkan menjadi enzim pepsin. Protein setelah didenaturasi (dirusak) oleh HCl, kemudian dihidrolisis oleh enzim pepsin menjadi peptida sederhana.
3. Pencernaan di usus halus: cairan pankreas mengandung proenzim trypsinogen dan chymotrypsinogen. Proenzim trypsinogen dan chymotrypsinogen diaktifkan menjadi enzim trypsin dan chymotrypsin oleh enzim enterokinase yang dihasilkan oleh sel-sel mukosa usus halus. Enzim trypsin dan chymotrypsin berperan memecah polipeptida menjadi peptida sederhana. Selanjutnya peptida tersebut dipecah menjadi asam amino oleh enzim peptidase (erepsin). Enzim peptidase dapat dibedakan menjadi 2 macam berdasarkan aktivitasnya yaitu enzim aminopeptidase memecah gugus amina dari polipeptida dan karboksipeptidase memecah gugus karboksil dari polipeptida. Nuklease memecah asam nukleat (DNA dan RNA) menjadi nukleotida.
4. Absorpsi protein: setelah menjadi asam amino selanjutnya diabsorpsi dengan cara difusi fasilitasi melalui mukosa yeyenum dan ileum.

Asam amino yang berasal dari makanan (diet) dan dari pemecahan protein tubuh selanjut dibawa oleh sirkulasi darah ke dalam *amino acid pool* (gudang penimbunan asam amino) yaitu darah dan cairan jaringan (interseluler). Asam amino selanjutnya digunakan untuk: biosintesis protein tubuh di dalam ribosom, mengganti jaringan yang rusak, dan jika diperlukan dapat diubah menjadi sumber energi.

C. Transaminasi

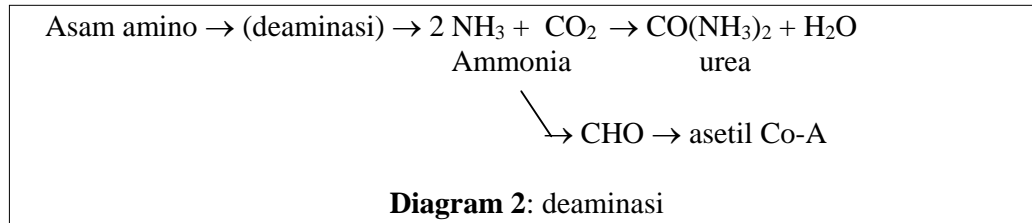
Transaminasi adalah proses perubahan asam amino menjadi jenis asam amino lain. Proses transaminasi didahului oleh perubahan asam amino menjadi bentuk asam keto, secara skematik digambarkan sebagai berikut:



Transaminasi terjadi pada berbagai jaringan. Selain itu, transaminasi juga terjadi di dalam sirkulasi darah akibat adanya kerusakan pada jaringan karena proses patologik, sebagai contoh SGOT (*serum glutamic-oxaloacetic transaminase*) yang meningkat akibat infark miokard (kerusakan otot jantung karena adanya sumbatan pembuluh darah yang mensuplai kebutuhan otot jantung).

D. Deaminasi

Deaminasi oksidatif adalah proses pemecahan (hidrolisis) asam amino menjadi asam keto dan ammonia (NH_4^+), secara skematik digambarkan sebagai berikut:



Deaminasi menghasilkan 2 senyawa penting yaitu senyawa nitrogen dan nonnitrogen.

1. Senyawa nonnitrogen yang mengandung gugus C, H, dan O selanjutnya diubah menjadi asetil Co-A untuk sumber energi melalui jalur siklus Krebs atau disimpan dalam bentuk glikogen.
2. Senyawa nitrogen dikeluarkan lewat urin setelah diubah lebih dahulu menjadi ureum (diagram 2).

Proses deaminasi kebanyakan terjadi di hati, oleh karena itu pada gangguan fungsi hati (liver) kadar NH_3 meningkat. Pengeluaran (ekskresi) urea melalui ginjal dikeluarkan bersama urin.

E. Kreatin dan kreatinin

Kreatin disintesis di hati dari asam amino methionin, glisin, dan arginin. Di otot skelet, kreatin mengalami fosforilasi menjadi posfokreatin yang merupakan sumber energi penting di otot skelet. ATP yang berasal dari proses glikolisis dan fosforilasi oksidatif. ATP bereaksi dengan kreatin membentuk ADP dan sejumlah

besar posfokreatin. Kreatinin dalam urin berasal dari pemecahan posfokreatin. Kreatinuria secara normal dapat terjadi pada anak-anak, wanita selama mengandung dan setelah melahirkan. Pada laki-laki sangat jarang terjadi kecuali pada kondisi kerja yang berlebihan. Kreatinuria pada laki-laki biasanya terjadi akibat kelaparan, tirotoksikosis, DM yang tidak terkontrol, dan kerusakan otot (myopati).

F. Asam urat

Asam urat berasal dari basa nitrogen penyusun asam nukleat (RNA dan DNA) yaitu purin dan pirimidin. Asam nukleat dalam makanan setelah di digesti, kemudian diabsorpsi dan sebagian besar purin dan pirimidin dimetabolisme oleh hati. Purin sebagian kecil dikeluarkan lewat urin terutama setelah diubah menjadi asam urat. Kadar asam urat normal dalam darah adalah 4 mg/dL (0,24 mmol/L). Di ginjal asam urat difiltrasi, kemudian 98% direabsorpsi dan sisanya 2% diekskresikan.

Penimbunan asam urat di persendian, ginjal, dan atau jaringan lainnya akan menimbulkan nyeri sendi atau disebut *gout*. Persendian yang biasanya terkena adalah *metatarsophalangeal* (ibu jari kaki). Ada 2 jenis *gout* yaitu:

- A. *Gout* primer terjadi karena abnormalitas enzim yang menyebabkan produksi asam urat meningkat.
- B. *Gout* sekunder karena penurunan ekskresi asam urat atau kenaikan produksi asam urat karena meningkatnya penghancuran sel darah putih yang banyak mengandung asam urat seperti penyakit ginjal, leukemia, dan pneumonia.
- C. Penurunan ekskresi asam urat karena pengobatan biasanya dengan diuretik thiazide, colchicine, dan atau obat antiinflamasi nonsteroid.

G. Perubahan Protein sebagai Sumber Energi

Protein dapat digunakan sebagai sumber energi setelah mengalami proses deaminasi di hati. Perombakan protein menjadi sumber energi disebut meknaisme glukoneogenesis. Senyawa nonnitrogen yang mengandung atom C, H, dan O diubah menjadi asetil Co-A untuk sumber energi.

H. Gangguan metabolisme protein

1. Phenylketonuria (PKU).

PKU adalah suatu kondisi pada seseorang yang disebabkan oleh kelainan **genetik** dan ditandai retardasi (kemunduran) mental. PKU karena adanya gangguan metabolisme phenylalanin (biasanya terdapat pada daging). Secara normal phenylalanin digunakan untuk sintesis protein, sedangkan kelebihanannya diubah oleh hati menjadi tirosin atau phenilpiruvat. Pada bayi penderita PKU yang baru lahir dijumpai kekurangan (tidak memiliki) enzim untuk mengubah phenylalanin menjadi tirosin (Kaufman, 1975), walaupun masih mampu mengubah menjadi phenilpiruvat. Sebagai akibatnya akan terjadi akumulasi phenylalanin dan phenilpiruvat yang dapat menyebabkan malformasi struktur otak sehingga terjadi retardasi mental. Gejala penderita PKU yang tampak antara lain: hiperaktifitas, *distractibility*, dan kelainan perilaku karena mental retardasi. Tirosin juga akan diubah menjadi melatonin sehingga kulit kelihatan agak pucat (*light*), rambutnya pirang, karena melatonin bertanggung jawab terhadap pigmentasi. Kelainan (kekurangan) satu enzim saja dapat menyebabkan perubahan perilaku dan abnormalitas fisik. PKU terutama terjadi pada orang kulit putih (Amerika). PKU dapat diketahui dari kadar fenilalanin dan fenilpiruvat dari serum atau urine. (Sumber: Kalat, J.W., 1984: 6-8).

2. Sickle cell anemia

Pada penderita thalasemia, asam amino valine bergabung dengan asam glutamat pada hemoglobin sehingga sel darah merah berbentuk seperti bulan sabit akibatnya mudah mengalami hemolisis dan mengakibatkan munculnya anemia.

3. Maple syrup urine (MSU) disease

MSU merupakan akibat akumulasi leucine, isoleucine, dan valine. Zat-zat tersebut dikeluarkan melalui urine sehingga menyebabkan bau spesifik seperti sirup maple. MSU menyebabkan gangguan mental. Pencegahan dengan cara pemberian diet protein dibatasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Baret, J.M., Peter Abramoff, Kumaran, A.K., and Millington, W.F. (1986). *Biology*. Prentice Hall: New Jersey.
- Ganong, W.F. (1995). *Review of Medical Physiology*. 4th ed. San Fransisco: Prentice Hall International Inc.
- Guyton, A.C. (1986). *Textbook of Medical Physiology*. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Raven, P.H., and Johnson, G.B. (1986). *Biology*. Times Mirror/ Mosby College Publishing.
- Storer, T.I., Stebbins, R.C., Usinger, R.L., and Nybakken, J.W. (1979). *General Zoology*. 7th ed. New York: McGraw-Hill Book Company.