

Protein

Oleh: Suyatno, Ir. MKes.

<http://suyatno.blog.undip.ac.id>.

e-mail: suyatno@undip.ac.id

Bagian Gizi - Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Semarang

Pendahuluan

- Kata protein diperkenalkan Gerardus Mulder (1802-1880): *Proteos (Yuniani)* → yang utama atau yang didahulukan.
- Protein bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air.
- Seperlima bagian tubuh adalah protein, separonya ada di dalam otot, seperlima di dalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit, dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh.
- fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh zat lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh.
- Apabila tubuh kehilangan 14 % dari total protein, maka dapat mengakibatkan masalah kesehatan yang serius.

Fungsi Protein

- ***Pertumbuhan dan Pemeliharaan***
 - Tiap hari sebanyak 3% jumlah protein total secara bergantian dipecah dan disintesis kembali
 - Pertumbuhan dan penambahan otot hanya mungkin bila tersedia cukup campuran asam amino yang sesuai termasuk untuk pemeliharaan dan perbaikan.
 - Tubuh sangat efisien dalam memelihara protein yang ada dan menggunakan kembali asam amino yang diperoleh dari pemecahan jaringan untuk membangun kembali jaringan yang sama atau jaringan lain.
- ***Pembentukan Ikatan-ikatan Esensial Tubuh***
 - Hormon, hormon seperti tiroid, insulin, dan epinefrin adalah protein, demikian pula berbagai enzim.
 - Ikatan-ikatan ini bertindak sebagai katalisator atau membantu perubahan-perubahan biokimia yang terjadi di dalam tubuh.
 - Hemoglobin, pigmen darah yang berwarna merah dan berfungsi sebagai pengangkut oksigen dan karbon dioksida adalah ikatan protein.

- ***Mengatur Keseimbangan Air***

- Cairan tubuh terdapat di dalam tiga kompartemen: intraselular (di dalam sel), ekstraselular/interaselular (di antara sel), dan intravaskular (di dalam pembuluh darah).
- Kompartemen ini dipisahkan satu sama lain oleh membran sel.
- Distribusi cairan di dalam kompartemen-kompartemen ini harus dijaga dalam keadaan seimbang atau homeostasis.
- Keseimbangan ini diperoleh melalui sistem kompleks yang melibatkan protein dan elektrolit.
- Penumpukan cairan di dalam jaringan dinamakan edema dan merupakan tanda awal kekurangan protein.

- ***Memelihara Netralitas Tubuh***

- Protein tubuh bertindak sebagai buffer, yaitu bereaksi dengan asam dan basa untuk menjaga pH pada taraf konstan.
- Sebagian besar jaringan tubuh berfungsi dalam keadaan pH netral atau sedikit alkali (pH 7,35 – 7,45).

- ***Pembentukan Antibodi***

- Kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap bahan-bahan racun dikontrol oleh enzim-enzim yang terutama terdapat di dalam hati.
- Dalam keadaan kekurangan protein kemampuan tubuh untuk menghalangi pengaruh toksik bahan-bahan racun berkurang.
- Seseorang yang menderita kekurangan protein lebih rentan terhadap bahan-bahan racun dan obat-obatan.

- ***Mengangkut Zat-zat Gizi***

- Protein memegang peranan esensial dalam mengangkut zat-zat gizi dari saluran cerna melalui dinding saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan-jaringan, dan melalui membran sel ke dalam sel-sel.
- Sebagian besar bahan yang mengangkut zat-zat gizi ini adalah protein.

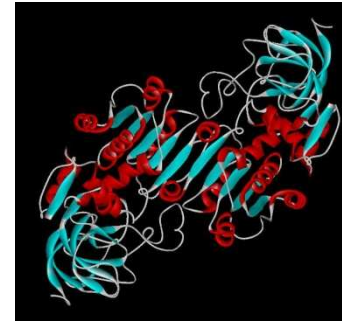
- ***Sumber Energi***

- Sebagai sumber energi, protein ekuivalen dengan karbohidrat, karena menghasilkan 4 kkal/g protein.
- Protein sebagai sumber energi relatif lebih mahal, baik dalam harga maupun dalam jumlah energi yang dibutuhkan untuk metabolisme energi.

Proteins play key roles in a living system

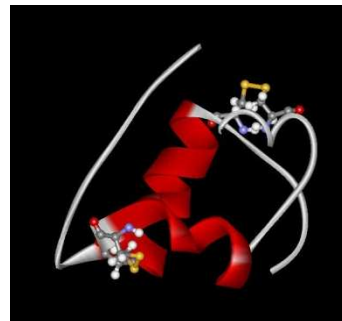
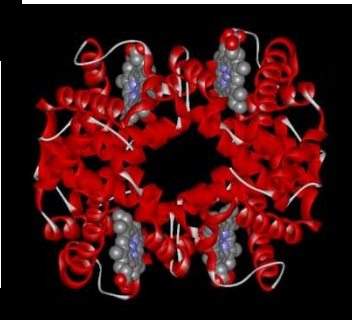
- Three examples of protein functions

- **Catalysis:**
Almost all chemical reactions in a living cell are catalyzed by protein enzymes.
- **Transport:**
Some proteins transport various substances, such as oxygen, ions, and so on.
- **Information transfer:**
For example, hormones.



Alcohol dehydrogenase oxidizes alcohols to aldehydes or ketones

Haemoglobin carries oxygen



Insulin controls the amount of sugar in the blood

Asal Protein

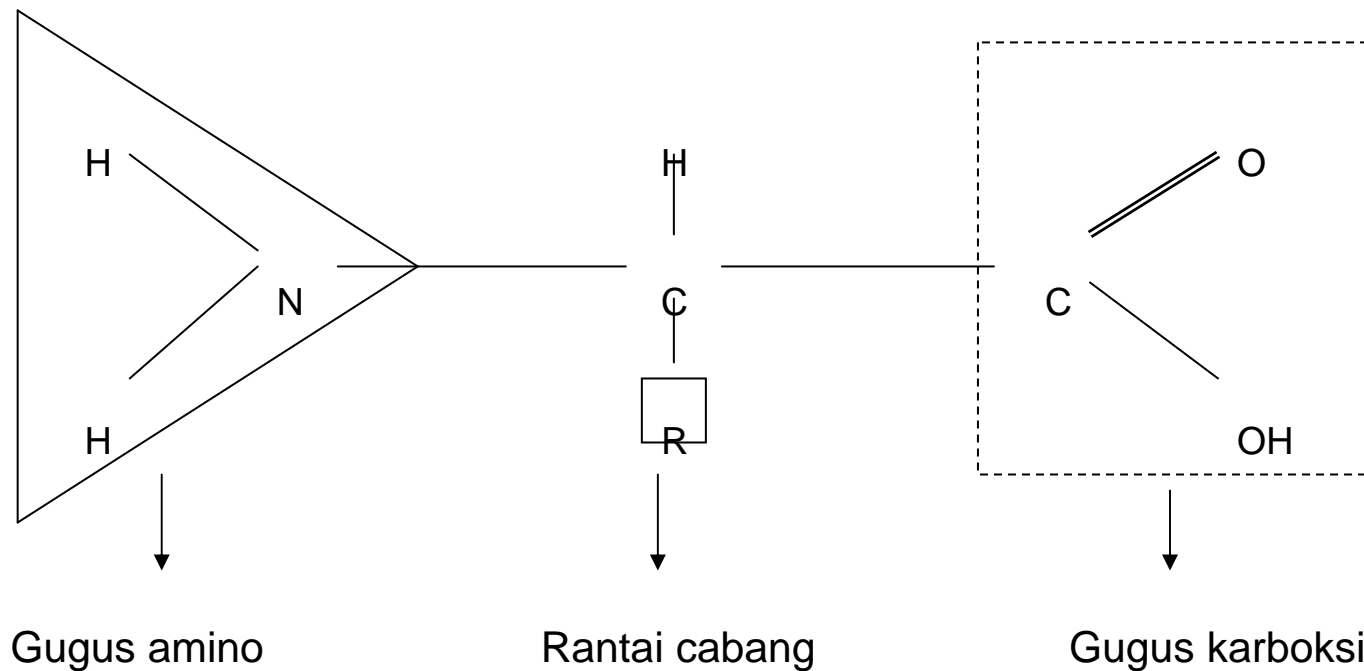
- Tumbuhan dapat mensintesis protein dari nitrogen di tanah
- Hewan dan manusia mensintesis protein dari asam amino yang diperoleh dari makanan (tumbuhan dan hewan).
- Sintesis protein meliputi pembentukan rantai panjang asam amino yang dinamakan rantai peptida.
- Ikatan kimia yang mengaitkan dua asam amino satu sama lain dinamakan ikatan peptida.
- Ikatan terjadi karena satu hidrogen (H) dari gugus amino suatu asam amino bersatu dengan hidroksil (OH) dari gugus karboksil asam amino lain.
- Sebaliknya, ikatan peptida dapat dipecah menjadi asam amino oleh asam atau enzim pencernaan dengan penambahan satu molekul air → proses hidrolisis.

Komposisi Kimia

- Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu sampai beberapa juta.
- Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida.
- Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen; beberapa asam amino di samping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, iodium, dan kobalt.
- Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein.
- Terdapat dua puluh jenis asam amino yang diketahui sampai sekarang yang terdiri atas sembilan asam amino esensial (asam amino yang tidak dapat dibuat tubuh dan harus didatangkan dari makanan) dan sebelas asam amino nonesensial.
- Asam amino terdiri atas atom karbon yang terikat pada satu gugus karboksil ($-\text{COOH}$), satu gugus amino ($-\text{NH}_2$), satu atom hidrogen ($-\text{H}$) dan satu gugus radikal ($-\text{R}$) atau rantai cabang

Asam Amino

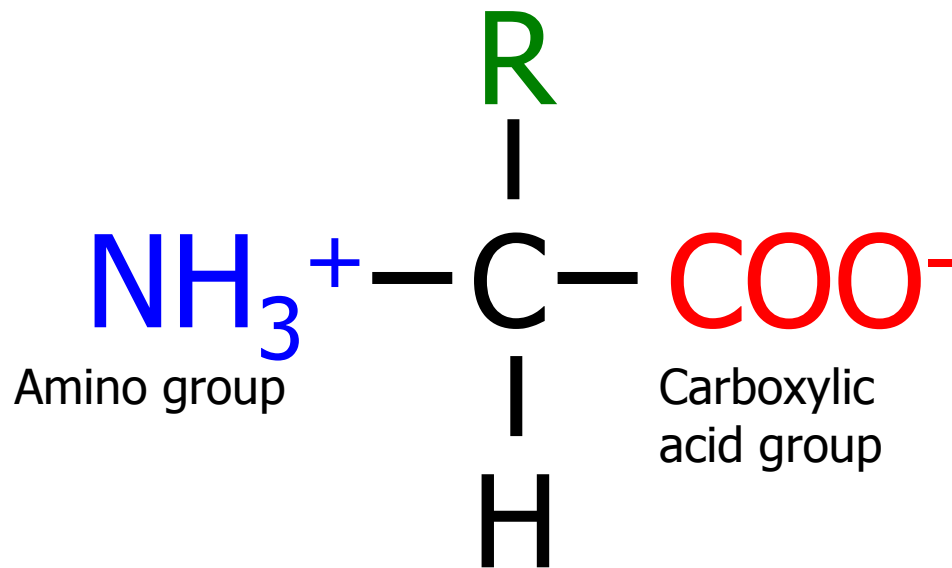
- t.a. atom karbon yang terikat pada satu gugus karboksil ($-\text{COOH}$), satu gugus amino ($-\text{NH}_2$), satu atom hidrogen ($-\text{H}$) dan satu gugus radikal ($-\text{R}$) atau rantai cabang



Gambar : Struktur asam amino

Asam Amino (Amino acid)

Amino acid: Basic unit of protein



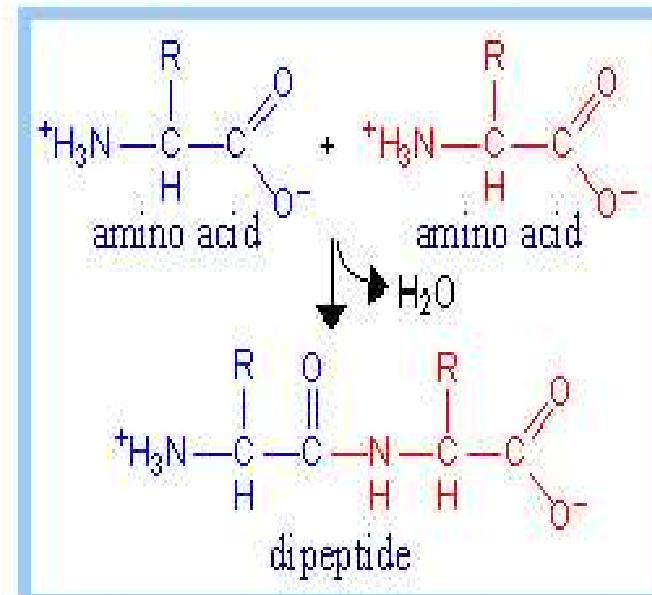
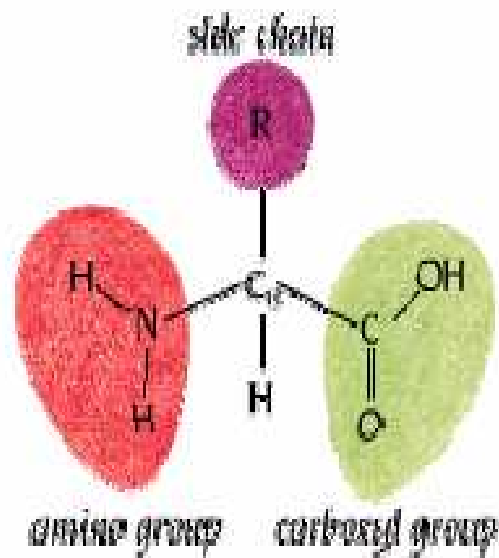
An amino acid

Different side chains, **R**, determine the properties of 20 amino acids.

R berkisar dari satu atom hidrogen (H) sebagaimana terdapat pada asam amino paling sederhana glisin ke rantai karbon lebih panjang, yaitu hingga tujuh atom karbon.

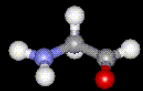
■ Amino acid

- Polar (or hydrophilic) amino acids have side chains that interact with water
- Nonpolar (or hydrophobic) amino acids have side chains that do not interact with water.

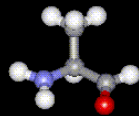


20 Amino acids

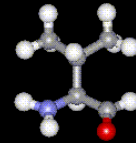
Glycine (G)



Alanine (A)



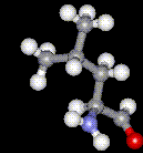
Valine (V)



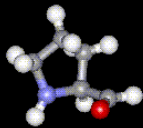
Isoleucine (I)



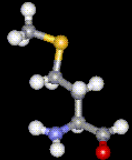
Leucine (L)



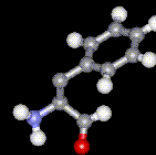
Proline (P)



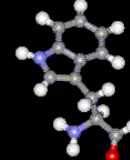
Methionine (M)



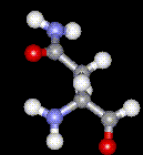
Phenylalanine (F)



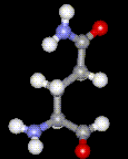
Tryptophan (W)



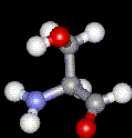
Asparagine (N)



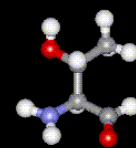
Glutamine (Q)



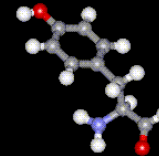
Serine (S)



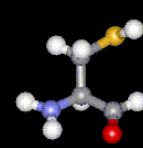
Threonine (T)



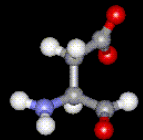
Tyrosine (Y)



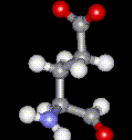
Cysteine (C)



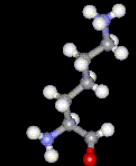
Asparatic acid (D)



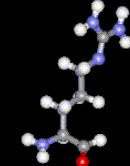
Glutamic acid (E)



Lysine (K)



Arginine (R)



Histidine (H)



White: Hydrophobic, Green: Hydrophilic, Red: Acidic, Blue: Basic

Klasifikasi

Klasifikasi Asam Amino menurut:

- **Gugus Asam dan Basa**
- **Esensial dan Tidak Esensial**

Klasifikasi Asam Amino menurut Gugus Asam dan Basa

Didasarkan atas jumlah gugus asam (karboksil) dan basa (amino) yang dimiliki:

1. Asam amino netral, yaitu asam amino yang mengandung satu gugus asam dan satu gugus amino
2. Asam amino asam (rantai cabang asam), yaitu asam amino yang mempunyai kelebihan gugus asam dibandingkan dengan gugus basa
3. Asam amino basa (rantai cabang basa), yaitu asam amino yang mempunyai kelebihan gugus basa
4. Asam amino yang mengandung nitrogen imino pengganti gugus amino primer, dinamakan asam imino.

1. Asam Amino Netral

- Asam amino alifatik (rantai cabang terdiri atas hidrokarbon) :
 - Glisin – Alanin
 - Valin – Leusin
 - Isoleusin
- Asam amino dengan rantai cabang hidroksil :
 - Serin dan Treonin
- Asam amino dengan rantai cabang aromatik :
 - Fenilalanin
 - Tirosin
 - Triptofan
- Asam amino dengan rantai cabang yang mengandung sulfur :
 - Sistein dan Metionin
- Asam Imino :
 - Prolin

2. Asam Amino Asam

- Asam glutamat
- Asam aspartat
- Asparagin
- Glutamin

3. Asam Amino Basa

- Lisin
- Arginin
- Histidin
- Ornitin * (tidak terdapat dalam protein, tetapi merupakan hasil antara sintesis urea)

Klasifikasi Asam Amino menurut Esensial dan Tidak Esen

- asam amino esensial tidak dapat disintesis tubuh
- asam amino tidak esensial dapat disintesis dari nitrogen yang berasal asam amino tidak esensial lain atau dari asam amino esensial yang berlebihan
- asam amino tidak esensial dibagi menjadi dua:
 - asam amino tidak esensial bersyarat (*Conditional essential amino acids*): asam amino yang disintesis dari asam amino lain atau metabolit mengandung nitrogen kompleks lain, dan sintesis asam amino tidak dilakukan melalui transaminase sederhana
 - asam amino yang betul-betul tidak esensial : asam amino yang dapat disintesis melalui aminase reduktif asam keton atau melalui transaminase

Asam amino esensial & tidak esensial

Asam Amino		
Esensial	Tidak esensial bersyarat	Tidak esensial
Leusin	Prolin	Glutamat
Isoleusin	Serin	Alanin
Valin	Arginin	Aspartat
Triptofan	Tirosin	Glutamin
Fenilalanin	Sistein	
Metionin	Trionin	
Treonin	Glisin	
Lisin		
Histidin		

Prekursor asam amino tidak esensial bersyarat

Asam amino	Prekursor
Sistein	Metionin, serin
Tirosin	Fenilalanin
Arginin	Glutamin/glutamat, aspartat
Prolin	Glutamat
Histidin	Glutamat
Glisin	Adenin, glutamat Serin, kolin

Ikatan Peptida

- bila dua asam amino saling terikat dalam bentuk ikatan peptida dinamakan dipeptida
- bila tiga asam amino berikatan → tripeptida
- bila lebih banyak asam amino → polipeptida.
- Struktur molekul protein :
 - terdiri atas satu atau lebih rantai polipeptida,
 - tiap polipeptida terdiri atas kurang lebih dua puluh sampai beberapa ratus asam amino.

Hierarchical nature of protein structure

Primary structure (Amino acid sequence)



Secondary structure (α -helix, β -sheet)

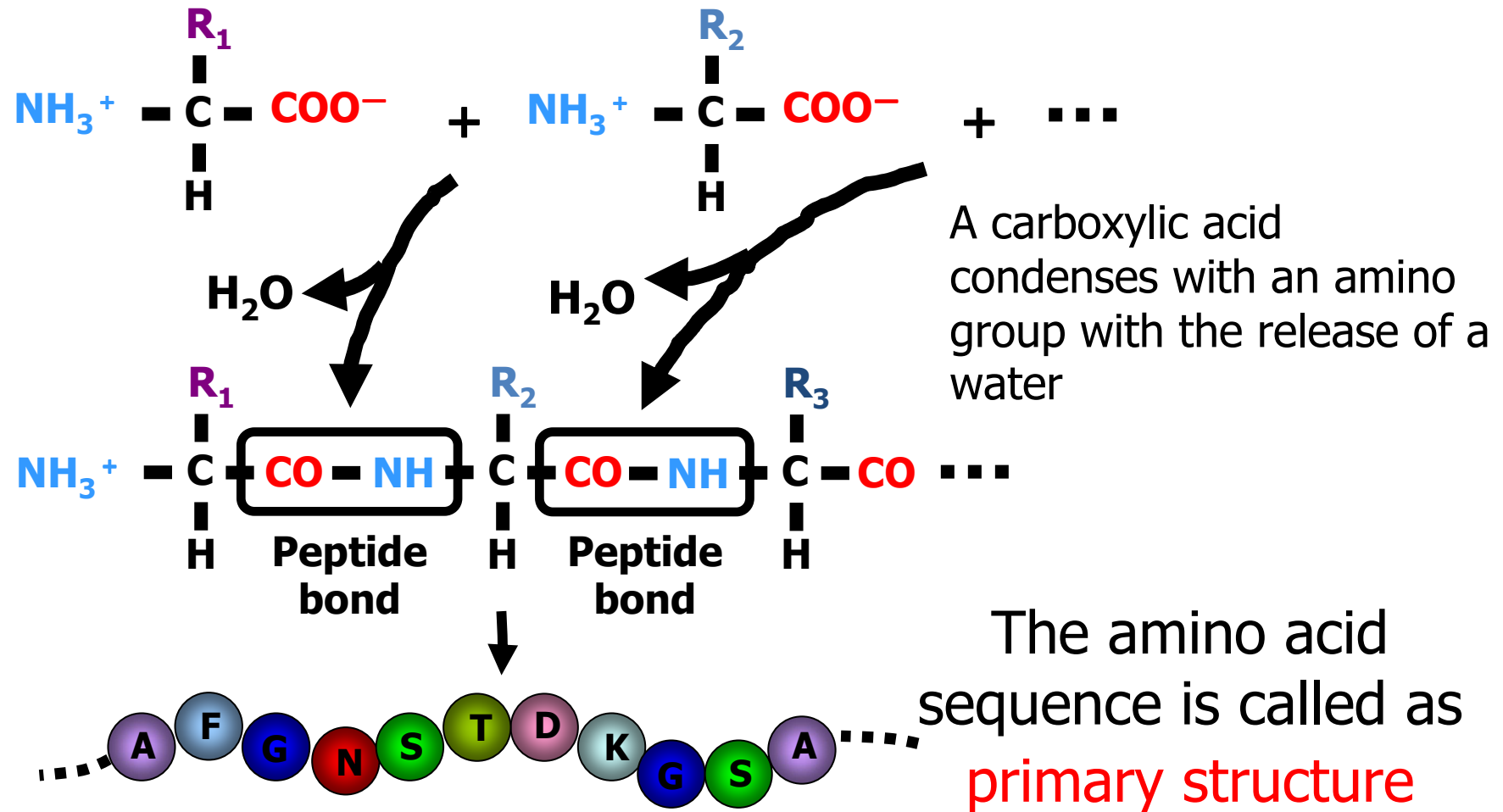


Tertiary structure (Three-dimensional structure formed by assembly of secondary structures)



Quaternary structure (Structure formed by more than one polypeptide chains)

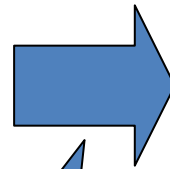
Proteins are linear polymers of amino acids



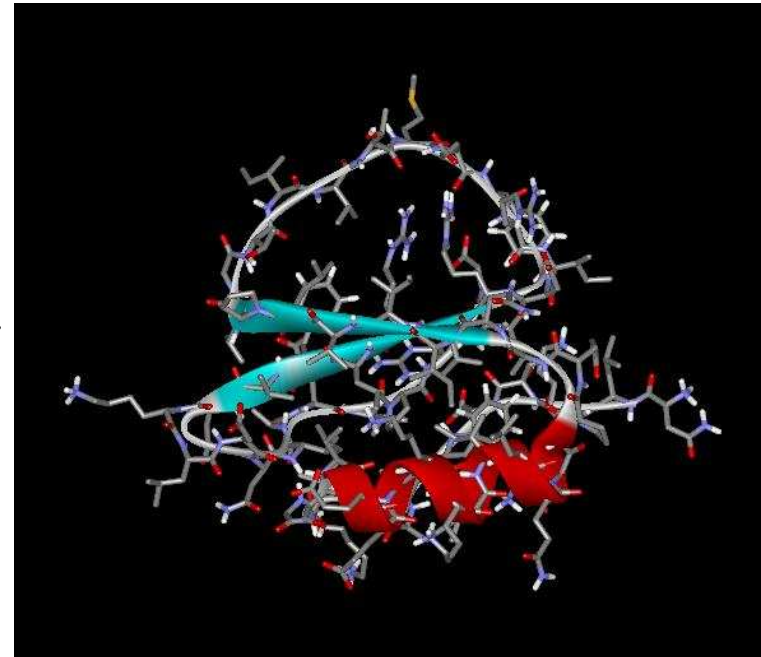
Each Protein has a unique structure

Amino acid sequence

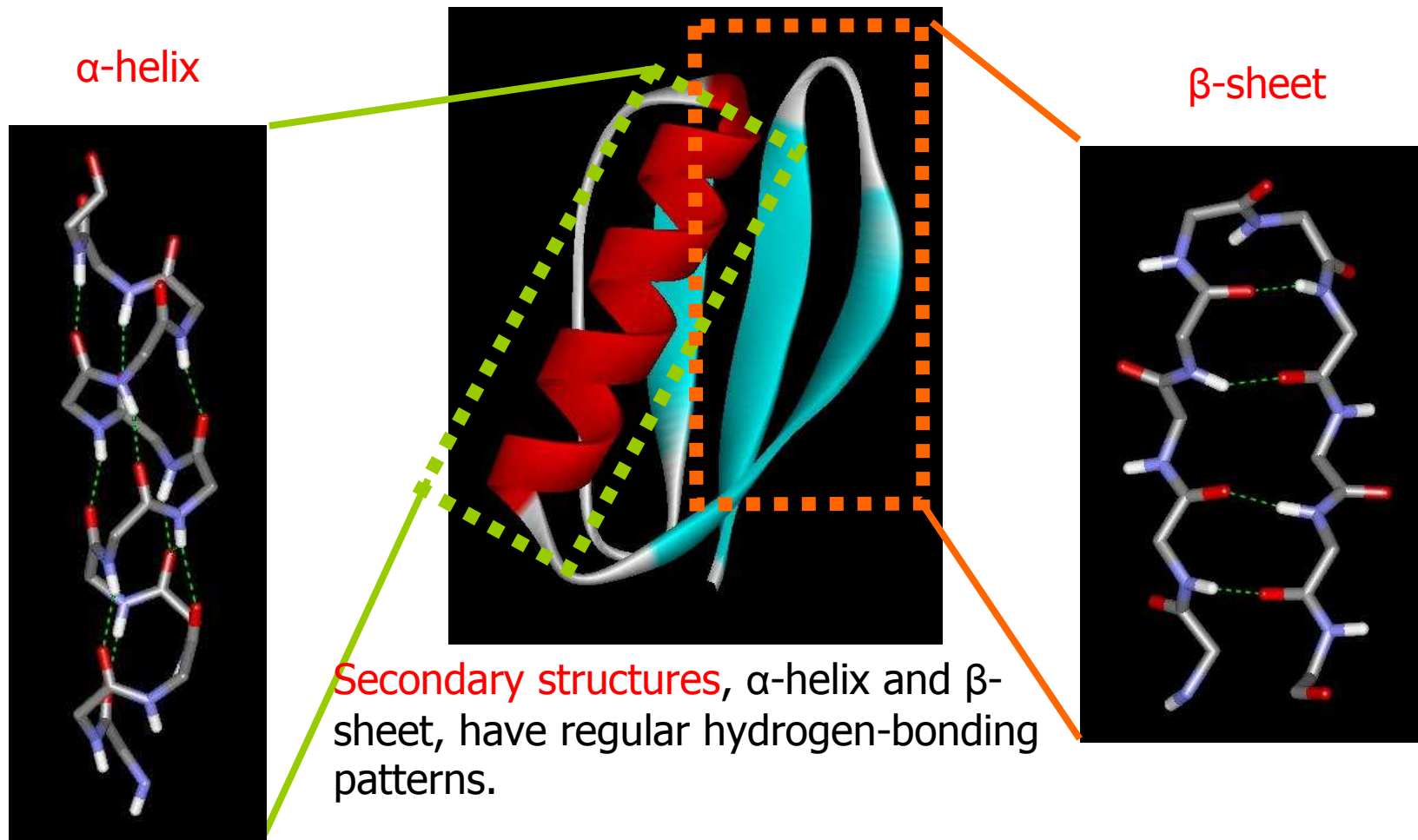
NLKTEWPELVGKSVEE
AKKVILQDKPEAQIIVL
PVGTVTMEYRIDRVR
LFVDKLDNIAEVPRVG



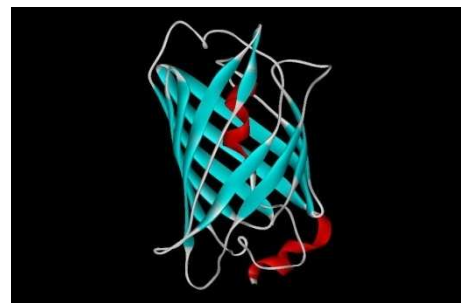
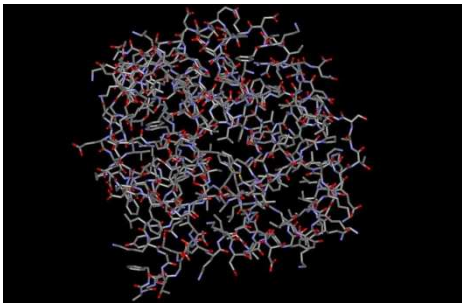
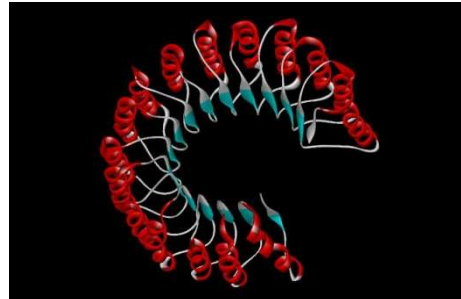
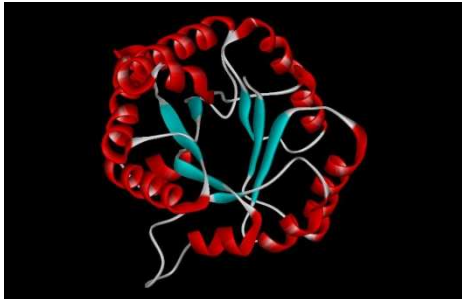
Folding!



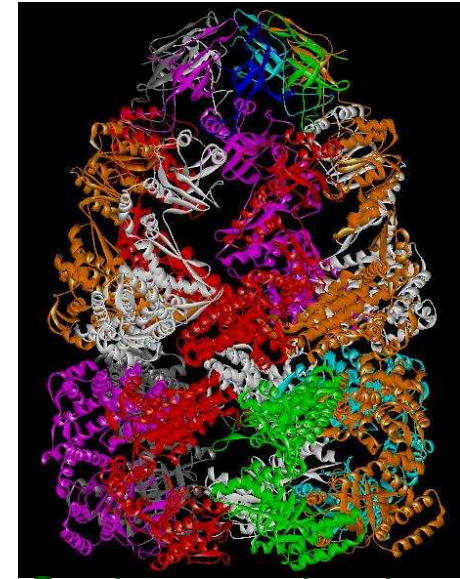
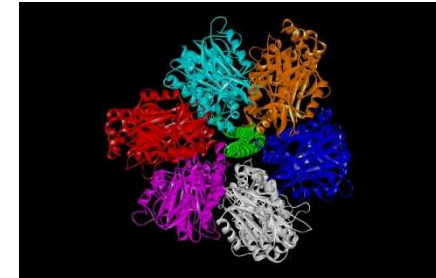
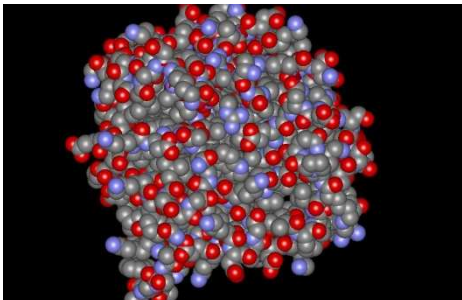
Basic structural units of proteins: Secondary structure



Three-dimensional structure of proteins



Tertiary structure



Quaternary structure

Sifat-sifat fisikokimia protein

- Sifat fisikokimia setiap protein tidak sama, tergantung pada jumlah dan jenis asam aminonya.
- Berat molekul protein sangat besar
- Ada protein yang larut dalam air, ada pula yang tidak dapat larut dalam air, tetapi semua protein tidak larut dalam pelarut lemak.

- Bila dalam suatu larutan protein ditambahkan garam, daya larut protein akan berkurang, akibatnya protein akan terpisah sebagai endapan. Peristiwa pemisahan protein ini disebut *salting out*.
- Apabila protein dipanaskan atau ditambahkan alkohol maka protein akan menggumpal.
- Protein dapat bereaksi dengan asam dan basa

- Dalam teknologi pangan, asam amino mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan maupun yang kurang menguntungkan. Misalnya D-triptofan mempunyai rasa manis 35 kali kemanisan sukrosa, sebaliknya L-triptofan mempunyai rasa yang sangat pahit. Asam glutamat sangat penting peranannya dalam pengolahan makanan, karena dapat menimbulkan rasa yang lezat.

Pencernaan Protein

Saluran cerna	Pencernaan dan Absorpsi
Mulut	Mengunyah, makanan bercampur dengan air ludah dan ditelan
Esofagus	Tidak ada pencernaan
Lambung	Asam lambung membuka molekul protein dan mengaktifkan enzim lambung
Usus halus	<p style="text-align: center;"> protease lambung, HCL Polipeptida $\xrightarrow{\text{Pepsin}}$ polipeptida lebih pendek (protease dan pepton) </p> <p style="text-align: center;"> protease pankreas Polipeptida $\xrightarrow{\text{Enterokinase, tripsin}}$ dipeptida, tripeptida dan asam amino (diserap) </p> <p style="text-align: center;"> dipeptidase dan Peptida $\xrightarrow{\text{tripeptidase mukosa usus halus}}$ asam amino bebas (diserap) </p>
Ginjal	Membuang sisa dalam bentuk Urea

Kebutuhan protein

- Kebutuhan manusia akan protein dapat dihitung dengan mengetahui jumlah nitrogen yang hilang. Bila seseorang mengkonsumsi ransum tanpa protein, maka nitrogen yang hilang tersebut pasti berasal dari protein tubuh yang dipecah untuk memenuhi kebutuhan metabolisme
- Kebutuhan protein untuk tubuh manusia rata-rata sebesar 1 g protein/kg berat badan per hari

Kebutuhan Protein

Kelompok umur (tahun)	Laki-laki (g/kgBB)	Perempuan (g/kgBB)
0 – 0,5	1,86 (85% dari ASI)	1,86 (85% dari ASI)
0,5 – 2,0	1,39 (80% dari ASI)	1,39 (80% dari ASI)
4 – 5	1,08	1,08
5 – 10	1,00	1,00
10 – 18	1,96	0,90
18 – 60	0,75	0,75
60 +	0,75	0,75
Ibu hamil		+ 12 gram/hari
Busui 6 bulan pertama		+ 16 gram/hari
Busui 6 bulan kedua		+ 12 gram/hari
Busui tahun kedua		+ 11 gram/hari

Sumber Protein

Bahan makanan	Nilai Protein	Bahan makanan	Nilai Protein
Kacang kedelai	34,9	Keju	22,8
Kacang merah	29,1	Kerupuk udang	17,2
Kacang tanah terkelupas	25,3	Jagung kuning, pipil	9,2
Kacang hijau	22,2	Roti putih	8,0
Tempe	18,3	Mie kering	7,9
Tahu	7,8	Beras setengah giling	7,6
Daging sapi	18,8	Kentang	2,0
Ayam	18,2	Ketela pohon	1,2
Telur bebek	13,1	Daun singkong	6,8
Telur ayam	12,0	Bayam	3,5
Udang segar	21,0	Kangkung	3,0
Ikan segar	16,0	Wortel	1,2
Tepung susu skim	35,6	Tomat masak	1,0
Tepung susu	24,6	Mangga harumanis	0,4

Mutu Protein

- Mutu protein ditentukan oleh jenis dan proporsi asam amino yang dikandungnya.
- *Protein komplet* atau protein dengan nilai biologi tinggi atau bermutu tinggi adalah protein yang mengandung semua jenis asam amino esensial dalam proporsi yang sesuai untuk keperluan pertumbuhan.
- Semua protein hewani, kecuali gelatin, merupakan protein komplet.
- Gelatin kurang dalam asam amino triptofan
- *Protein tidak komplet* atau protein bermutu rendah adalah protein yang tidak mengandung atau mengandung dalam jumlah kurang satu atau lebih asam amino esensial.
- Sebagian besar protein nabati kecuali kacang kedelai dan kacang-kacangan lain merupakan protein tidak komplet.

Asam Amino Pembatas (*limiting amino acid*)

- Beberapa jenis protein mengandung semua macam asam amino esensial, namun masing-masing dalam jumlah terbatas namun cukup untuk perbaikan jaringan tubuh akan tetapi tidak cukup untuk pertumbuhan.
- Asam amino yang terdapat dalam jumlah terbatas untuk memungkinkan pertumbuhan ini dinamakan asam amino pembatas
- Contoh:
 - Metionin asam amino pembatas kacang-kacangan
 - Lisin dari beras
 - Triptofan dari jagung.
- Bila terdapat secara bersamaan dalam makanan sehari-hari, beberapa macam protein dapat mengisi dalam asam amino esensial

Analisis Mutu Protein

- Umumnya dilakukan secara Kualitatif
- Nilai/mutu protein tergantung: daya cerna dan nilai biologisnya (jumlah dan susunan asam amino)
- Dilakukan secara biologi (in vitro & in vivo) ataupun kimia
- Cara Biologi:
 - Menggunakan binatang percobaan
 - Menggunakan manusia percobaan, tapi biaya lebih mahal dan sulit mendapatkan orang/anak yang secara sukarela bersedia makan secara tidak normal pada jangka waktu lama

1. PER (Protein Efficiency Ratio)

- Menggunakan anak tikus jantan yang sudah tidak menyusui lagi (umur 20-23 hari)
- Kecepatan pertumbuhan tikus-tikus muda dipakai ukuran pengujian mutu protein yang dikonsumsi
- Tikus percobaan diberi ransum yang mengandung 10 % protein selama 28 hari atau 4 minggu
- Setiap minggu dievaluasi pertambahan berat dan makanan yang dikonsumsi

$$\text{PER} = \frac{\text{Kenaikan berat tikus (g)}}{\text{Jumlah protein yang dikonsumsi (g)}}$$

2. NPU (Net Protein Utilization)

- Menggunakan hewan percobaan tikus usia 23 hari yang dibagi 2 kelp:
 - I : kelp tikus diberi ransum protein yang akan diuji
 - II: kelp tikus kontrol, diberi ransum tanpa protein
- Jumlah nitrogen yang dimakan tiap tikus diamati dan dicatat
- Setelah selesai masa percobaan (10 hari) tikus dibunuh dg kloroform, tubuh dibuka & dikeringkan pd suhu 105°C selama 48 jam dan ditentukan berat keringnya (karkasnya)
- Tikus kering digiling, lalu dianalisis dan diukur kadar nitrogennya

Lanjut.....

- NPU dinyatakan dalam satuan persen nitrogen yang dikonsumsi oleh tikus percobaan.

$$\text{NPU} = \frac{B - (B_k - L_k)}{I}$$

$$\text{NPU} = \frac{\text{N yang tertahan}}{\text{N yang masuk}}$$

- Dimana:
 - B = kadar N karkas tikus kel percobaan
 - B_k = kadar N karkas tikus kel kontrol
 - I = kadar N makanan tikus kel percobaan
 - I_k = kadar N makanan tikus kel kontrol

3. Net Dietary Protein Calories (NDpCal)

- Evaluasi nilai protein dimana nilai konsumsi energi ikut diperhitungkan
- Baik NPU maupun nilai biologis dipengaruhi jumlah energi yang dikonsumsi
- Jumlah konsumsi energi yang rendah akan menurunkan retensi nitrogen dan menurunkan NPU dan nilai biologis

$$\text{NDpCal persen} = \frac{\text{Kalori protein (kkal)}}{\text{Kalori total (kkal)}} \times \text{NPU} \times 100$$

4. Nilai Biologis

- Merupakan harga atau jumlah fraksi nitrogen yang masuk ke dalam tubuh yang kemudian dapat ditahan oleh tubuh dan dimanfaatkan dalam proses pertumbuhan atau untuk menjaga agar tubuh tetap normal

$$\text{NB app} = \frac{I - F - U}{I - F}$$

F = Nitrogen dalam feses

U = Nitrogen dalam urin

I = Nitrogen dalam intake

App= apparent (yang tampak)

$$\text{NB} = \frac{\text{N yang tertahan}}{\text{N yang terserap}}$$

5. Daya Cerna

- Adalah jumlah fraksi nitrogen dari bahan makanan yang dapat diserap oleh tubuh

kita

$$\text{Daya Cerna} = \frac{I - (F - F_k)}{I}$$

F_k = Nilai feses endogenik
(metabolik)

Atau :

$$\text{Daya Cerna} = \frac{I - F}{I}$$

$$\text{Daya Cerna} = \frac{\text{N yang terserap}}{\text{N yang masuk}}$$

Cara lain: Keseimbangan Nitrogen

- Untuk menentukan mutu protein secara tidak langsung
- Yang diukur jumlah protein yang ditahan tubuh (sama dengan NPU)
- Nitrogen hilang/keluar: melalui feses, urin, keringat, kulit yang mengelupas, pertumbuhan rambut
- Keseimbangan nitrogen adalah keseimbangan antara nitrogen yang masuk ke dalam badan dan nitrogen yang keluar dari badan
- Hasilnya: keseimbangan positif atau negatif

Cara lain: Skor Asam Amino (SAA)

- Mutu protein yang diukur dengan menentukan jumlah asam amino pembatas dan membandingkan dengan asam amino sejenis dalam
 - Campuran asam amino
 - Protein pembanding

$$SAA = \frac{\text{mg aa pembatas/ g protein}}{\text{mg aa tersebut/ g protein pembanding}}$$

Skor Asam Amino bagi Evaluasi Protein

Asam Amino	N serealialia (mg/g)	(*)Pola Skoring	Skor AA
• Isoleusin	(mg/g)	250	
• Leusin	-	440	
• Lisin	150	340	0,44
• Metionin+sistin	240	220	1,09
• (belerang) Fenilalanin+Tirosin	-	380	
• Treonin	190	250	0,83
• Triptofan	70	60	1,17
• Valin	-	310	

(*)Sumber FAO/WHO

Cara mencari SSA untuk BMC

- Lihat Buku Kimia Pangan dan Gizi, FG Winarno (1988), PT Gramedia, Jakarta, hal 81

Nitrogen Balance

- Positive Nitrogen Balance
 - Making more protein than breaking down
 - Anabolism > catabolism
 - Pregnant women
 - Infants and children
 - Athletes (building muscle)
 - Recovering from surgery, injury, or illness

Nitrogen Balance

- Negative Nitrogen Balance
 - Breaking down more protein than you are making
 - Catabolism > anabolism
 - Illness, fever
 - Burn victims
 - Starvation/anorexia

Nitrogen Balance

- In Zero Nitrogen Balance
 - Protein made = protein broken down
 - Anabolism = catabolism
 - Most adults are in zero nitrogen balance

Protein in the Diet

- Complete Proteins
 - Contain all 9 essential a.a. in adequate amounts
- Food Sources
 - Most animal sources of protein are complete proteins
 - Meat, poultry, fish, eggs, dairy
 - Soy products (plant source of complete protein)

Protein in the Diet

- Incomplete Proteins
 - Lack or are low in 1 or more of the essential a.a.
- Food Sources
 - Most plant sources are incomplete proteins
 - Nuts, seeds, legumes, grains
 - Gelatin is an incomplete animal protein

Protein in the Diet

- Complementary Proteins
 - Two or more protein sources that together provide all 9 of the essential a.a. (pg 175)
 - Any combination of at least 2 categories of plant proteins will complement each other
 - Seeds
 - Grains
 - Legumes
 - Nuts

Protein in the Diet

- Examples of meals/foods containing complementary proteins:
 - Rice and beans
 -

Protein-Energy Malnutrition

- PEM most often affects children
 - 500 million children are malnourished
 - Live in poverty
- Adults may also be affected
 - At greatest risk are:
 - Those living in poverty
 - Elderly living alone
 - Addicts
 - Those with eating-disorders
 - Those with long-term illness

Protein-Energy Malnutrition

- Most common is Africa, Central America, South America, Middle East, SE/E Asia
- Also see in US
 - Homeless, inner-city, rural poverty

PEM

- Two forms of PEM described
 1. Marasmus
 - chronic malnutrition
 2. Kwashiorkor
 - acute PEM