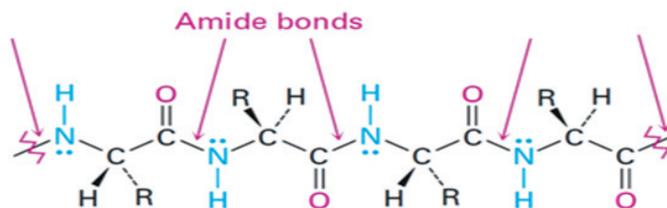


## BIOMOLEKUL II PROTEIN

Protein dan peptida adalah molekul raksasa yang tersusun dari asam  $\alpha$ -amino (disebut residu) yang terikat satu dengan lainnya melalui ikatan peptida. Jika jumlah residu lebih dari 50, maka makromolekul tersebut disebut polipeptida. Protein merujuk kepada struktur makromolekul dengan lebih dari 50 residu asam amino.

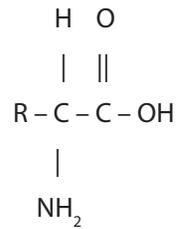


Ikatan amida atau peptida yang terbentuk dari gabungan beberapa asam amino membentuk polipeptida atau protein

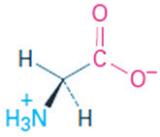
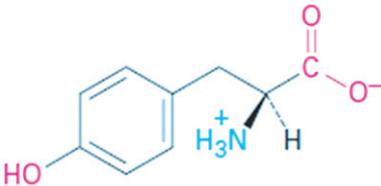
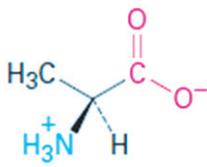
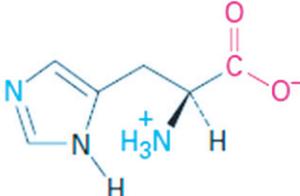
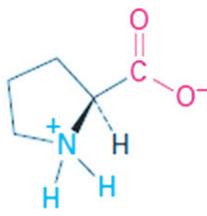
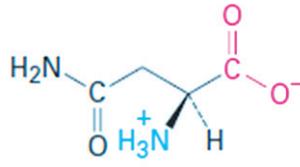
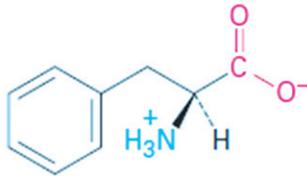
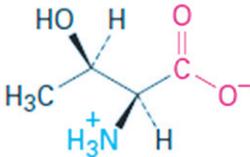
(*Organic Chemistry Ed. 8, John McMurry, 2012*)

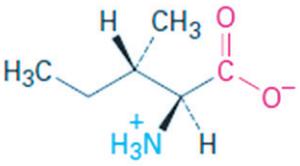
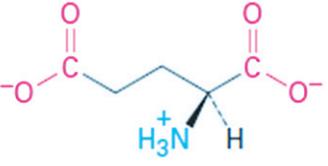
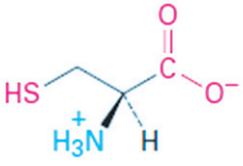
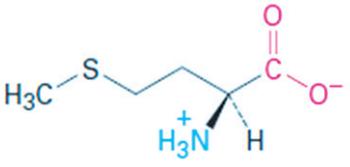
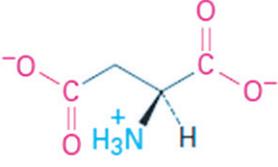
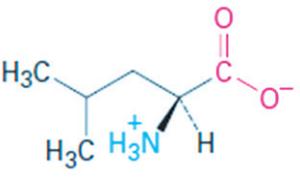
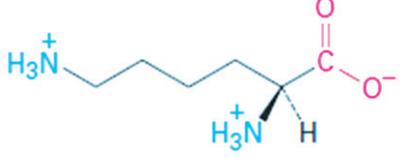
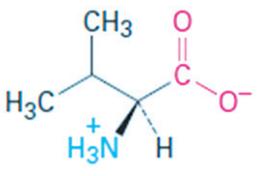
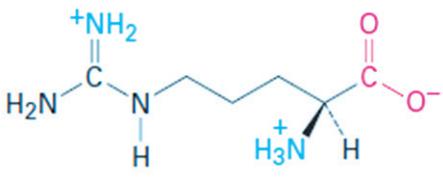
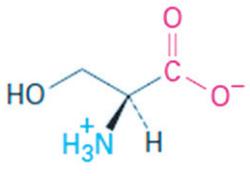
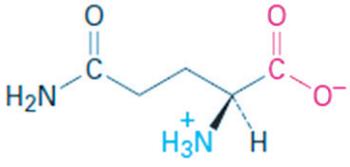
### A. ASAM AMINO

Asam amino adalah turunan asam karboksilat dengan substitusi gugus amino  $-\text{NH}_2$ . Asam amino dalam protein disebut asam  $\alpha$ -amino karena mengandung setidaknya satu gugus amino  $-\text{NH}_2$  dan satu gugus karboksilat  $-\text{COOH}$  yang terikat pada atom C yang sama, yaitu  $\text{C}\alpha$ . Struktur umum asam amino adalah



R adalah rantai samping yang dapat berupa struktur alkil, siklis, ataupun aromatis, yang membedakan satu asam amino dengan yang lainnya. Ada dua puluh (20) asam amino penyusun protein, yang semuanya, kecuali glisin (R=H), bersifat optis aktif karena memiliki atom karbon asimetris. Perhatikan struktur 20 asam amino berikut!

<p>Glisin (Gly)</p> 	<p>Tirosin (Tyr)</p> 
<p>Alanin (Ala)</p> 	<p>Histidin (His)</p> 
<p>Prolin (Pro)</p> 	<p>Asparagin (Asn)</p> 
<p>Fenilalanin (Phe)</p> 	<p>Threonin (Thr)</p> 

<p>Isoleusin (Ile)</p> 	<p>Asam Glutamat (Glu)</p> 
<p>Triptofan (Trp)</p> 	<p>Sistein (Cys)</p> 
<p>Metionin (Met)</p> 	<p>Asam Aspartat (Asp)</p> 
<p>Leusin (Leu)</p> 	<p>Lisin (Lys)</p> 
<p>Valin (Val)</p> 	<p>Arginin (Arg)</p> 
<p>Serin (Ser)</p> 	<p>Glutamin (Glu)</p> 

(Organic Chemistry Ed. 8, John McMurry, 2012)

Sembilan belas dari dua puluh asam amino tersebut merupakan senyawa amin primer, kecuali prolin yang merupakan senyawa amin sekunder. Klasifikasi sifat dari dua puluh asam amino di atas, antara lain:

1. *Berdasarkan Sifat Keasaman Rantai Samping*

Berdasarkan sifat keasaman rantai sampingnya, kedua puluh asam amino tersebut dapat dibagi menjadi:

- Asam amino dengan rantai samping bersifat asam: asam aspartat dan asam glutamat.
- Asam amino dengan rantai samping bersifat basa: arginin, histidin, dan lisin.
- Asam amino dengan rantai samping bersifat netral: lima belas asam amino lainnya.

2. *Berdasarkan Kepolaran Rantai Samping*

Berdasarkan kepolaran rantai sampingnya, kedua puluh asam amino di atas dapat dibagi menjadi:

- Asam amino dengan rantai samping polar: serin, glutamin, tirosin, histidin, asparagin, threonin, asam glutamat, asam aspartat, sistein, lisin, arginin.
- Asam amino dengan rantai samping nonpolar: glisin, alanin, prolin, fenilalanin, leusin, isoleusin, triptofan, metionin, valin.

3. *Berdasarkan Perolehannya*

Berdasarkan perolehannya, kedua puluh asam amino protein tersebut dapat dibagi menjadi asam amino esensial dan nonesensial, yaitu:

- Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh sehingga harus diperoleh dari makanan sehari-hari.

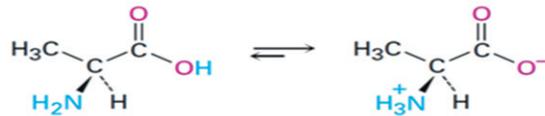
Contoh asam amino esensial: histidin, arginin, valin, leusin, isoleusin, threonin, triptofan, lisin, metionin, fenilalanin.

- Asam amino nonesensial adalah asam amino yang dapat disintesis oleh tubuh.

Contoh asam amino nonesensial: glisin, alanin, prolin, serin, asparagin, glutamin, sistein, tirosin, asam aspartat, asam glutamat.

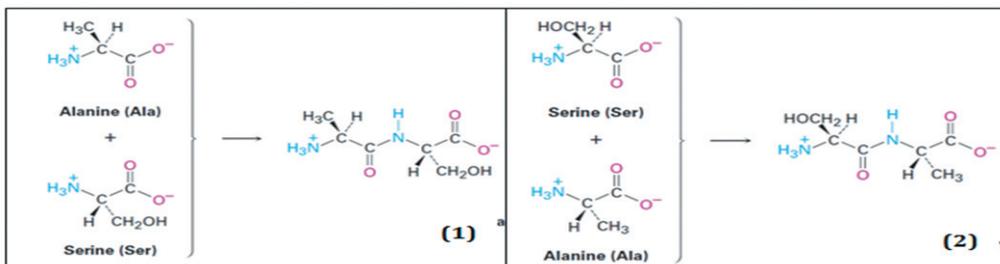
Selain dua puluh asam amino penyusun protein, ditemukan juga asam-asam amino nonprotein, seperti asam  $\gamma$ -aminobutirat (GABA) yang merupakan suatu neurotransmitter, homosistein merupakan senyawa yang berkaitan dengan penyakit jantung kongestif, dan tiroksin yang merupakan hormon pada kelenjar tiroid.

Asam amino adalah senyawa yang bersifat amfoter, yaitu dapat bersifat asam maupun basa dan dapat bereaksi dengan asam dan basa, karena asam amino memiliki gugus asam  $-\text{COOH}$  dan gugus basa  $-\text{NH}_2$ . Dalam larutan netral, asam amino membentuk ion Zwitter. Sembilan belas dari dua puluh asam amino bersifat optis aktif. Glisin tidak bersifat optis aktif karena tidak memiliki atom karbon asimetris.



Alanin dalam keadaan dasar yang tidak bermuatan (kiri) dan membentuk ion zwitter (kanan)  
(*Organic Chemistry Ed. 8, John McMurry, 2012*)

Ketika dua asam amino bergabung membentuk dipeptida, terbentuk ikatan peptida dari gugus amin satu asam amino dengan gugus karboksil dari asam amino lainnya. Sebagai contoh, pembentukan dipeptida dari alanin dan serin. Ada dua dipeptida yang dapat dibentuk dari alanin dan serin, yaitu alanilserin dan serilalanin, bergantung pada gugus karboksil mana yang bereaksi. Jika gugus  $-\text{NH}_2$  dari alanin bereaksi dengan  $-\text{COOH}$  dari serin, maka dipeptida yang terbentuk adalah serilalanin. Sebaliknya, jika gugus  $-\text{NH}_2$  dari serin bereaksi dengan  $-\text{COOH}$  dari alanin, maka dipeptida yang terbentuk adalah alanilserin.



(1) Alanilserin terbentuk jika gugus karboksilat alanin bereaksi dengan gugus amin dari serin, dan  
(2) serilalanin terbentuk jika gugus karboksilat serin bereaksi dengan gugus amin dari alanin  
(*Organic Chemistry Ed. 8, John McMurry, 2012*)

## B. PROTEIN

### a. Struktur Protein

Protein pada umumnya dikelompokkan berdasarkan bentuk tiga dimensinya, yaitu protein serat dan protein globuler. Protein serat, seperti kolagen pada tendon dan miosin pada jaringan otot, mengandung rantai polipeptida yang tersusun bersisian pada filamen panjang. Karena protein jenis ini keras dan tidak larut dalam air, protein ini digunakan

sebagai struktur materi. Protein globuler pada umumnya dipilin menjadi bentuk bola yang padat dan keras, serta larut dalam air dan bergerak antara satu sel dengan sel lainnya. Sebagian besar dari enzim termasuk jenis protein globuler.

Karena molekul protein yang sangat besar, struktur protein memiliki arti yang jauh lebih luas daripada struktur pada senyawa organik lainnya. Dalam menjelaskan struktur protein, para ahli menggunakan empat tingkatan struktur, yaitu:

1. *Struktur Primer*

Struktur primer protein adalah sekuens dari asam-asam amino penyusunnya membentuk kerangka peptida.

2. *Struktur Sekunder*

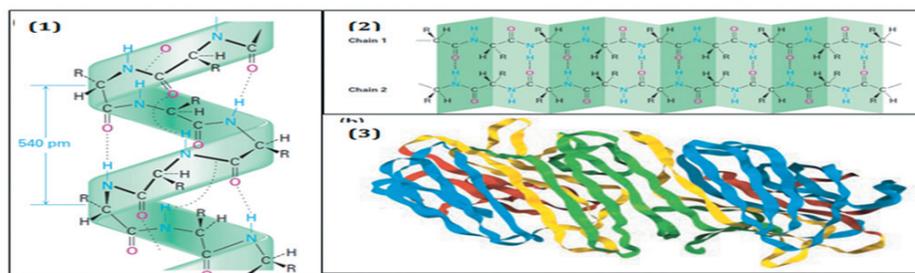
Struktur sekunder protein adalah gabungan dari segmen-segmen kerangka peptida menjadi satu pola reguler.

3. *Struktur Tersier*

Struktur tersier protein menjelaskan bagaimana keseluruhan molekul protein berpilin menjadi bentuk tiga dimensi tertentu.

4. *Struktur Kuartener*

Struktur kuartener adalah gabungan dari berbagai bentuk tiga dimensi protein menjadi satu struktur agregat raksasa.



(1) Struktur sekunder  $\alpha$ -heliks protein yang distabilkan oleh ikatan hidrogen, (2) struktur  $\beta$ -sheet, (3) salah satu contoh struktur tersier protein  
(*Organic Chemistry Ed. 8, John McMurry, 2012*)

**b. Sifat Protein**

Dibandingkan dengan asam amino, protein lebih sukar larut dalam air karena ukuran molekulnya yang sangat besar. Protein dapat mengalami koagulasi dengan pemanasan, penambahan asam, dan penambahan basa. Protein dapat mengalami denaturasi oleh pemanasan. Pada denaturasi protein, terjadi kerusakan mulai dari struktur primer hingga struktur tersiernya.

### c. Penggolongan Protein

#### 1. Berdasarkan Komposisi Kimia

Berdasarkan komposisi kimianya, protein dibedakan menjadi protein sederhana dan protein konjugasi.

- Protein Sederhana  
Protein yang hanya terdiri dari susunan asam-asam amino tanpa ada gugus lainnya. Contoh: enzim ribonuklease.
- Protein Konjugasi  
Protein yang terikat ke gugus lain yang disebut gugus prostetik. Jenis-jenis protein konjugasi antara lain:
  - Glikoprotein : konjugat protein dengan gugus karbohidrat.  
Contoh: imunoglobulin, tromboplastin.
  - Lipoprotein : konjugat protein dengan lipid.  
Contoh: kilomikron.
  - Hemoprotein : konjugat protein dengan heme.  
Contoh: hemoglobin.
  - Fosfoprotein : konjugat protein dengan gugus fosfat.  
Contoh: kasein, albumin.
  - Metaloprotein : konjugat protein dengan logam seperti Fe, Cu, Zn, dan Ca.  
Contoh: feritin.

#### 2. Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan bentuknya, protein dikelompokkan menjadi protein serabut dan protein globular:

- Protein Serabut  
Bentuk yang panjang dan paralel dengan beberapa ikatan silang atau membentuk lembaran. Bersifat kuat dan elastis sehingga digunakan sebagai komponen struktural. Contoh: kolagen, keratin, aktin dan miosin.
- Protein Globular  
Bentuk yang sangat besar dengan struktur tersier dan kadang struktur kuartener yang kompleks, bergabung dan berlipat membentuk bulatan. Pada umumnya larut dalam air dan mudah berdifusi.  
Contoh: albumin, insulin, enzim-enzim.

#### 3. Berdasarkan Fungsi Biologis

Berdasarkan fungsi biologisnya, protein dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- **Protein Struktur**  
Komponen struktural pada tubuh, contohnya kolagen.
- **Protein Transpor**  
Berperan sebagai pembawa molekul dari satu bagian tubuh ke bagian lain, contohnya albumin dan hemoglobin.
- **Protein Penyimpan**  
Menyimpan molekul atau senyawa tertentu, contohnya mioglobin yang menyimpan oksigen pada otot.
- **Protein Pengatur**  
Mengatur aktivitas seluler yang umumnya disebut hormon, contohnya insulin dan hormon pertumbuhan.
- **Protein Kontraktil**  
Memungkinkan perubahan bentuk dan pergerakan makhluk hidup, contohnya aktin dan miosin.
- **Enzim**  
Berperan sebagai biokatalis pada berbagai reaksi biokimia tubuh.
- **Protein Pertahanan**  
Melindungi tubuh dari serangan benda asing seperti organisme penyebab penyakit, contohnya imunoglobulin dan fibrin.

### **C. UJI PROTEIN**

#### **a. Uji Biuret**

Biuret adalah pereaksi yang merupakan campuran dari  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{NaOH}$ . Uji biuret dilakukan untuk mendeteksi adanya ikatan amida ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ). Apabila suatu senyawa memiliki ikatan peptida, senyawa tersebut akan memberikan hasil positif pada uji biuret, yaitu terbentuk warna ungu pada larutan sampel. Protein atau polipeptida memberikan hasil positif pada uji biuret karena memiliki ikatan peptida.

#### **b. Uji Ninhidrin**

Uji ninhidrin dilakukan untuk mendeteksi struktur amin primer pada suatu senyawa. Hasil positif ditunjukkan dari terbentuknya warna ungu pada larutan sampel. Semua asam amino penyusun protein adalah amin primer, kecuali prolin, sehingga akan menghasilkan warna ungu pada uji ini. Prolin, yang merupakan senyawa amin sekunder, juga bereaksi positif dengan ninhidrin, tetapi dengan membentuk larutan berwarna kuning. Peptida, pepton, dan protein juga bereaksi positif pada uji ninhidrin.

**c. Uji Millon**

Uji millon dilakukan untuk mendeteksi gugus fenol pada asam amino. Contoh asam amino yang akan bereaksi positif pada uji ini adalah tirosin dan turunannya. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya kompleks berwarna merah.

**d. Uji Asam Xantoproteat**

Uji asam xantoproteat dilakukan untuk mendeteksi asam amino dengan gugus aromatik, seperti tirosin dan triptofan. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna kuning karena terbentuknya turunan senyawa nitro. Hasil tersebut akan berubah menjadi kuning-oranye jika direaksikan dengan basa (NaOH).

**e. Uji Diazo Pauly**

Uji diazo Pauly dilakukan untuk secara spesifik mendeteksi triptofan dan histidin. Triptofan dan histidin akan memberikan warna merah diazon pada uji ini.

**f. Uji Pb-Sulfida**

Uji Pb-Sulfida dilakukan untuk mendeteksi asam amino yang mengandung sulfur seperti sistein dan metionin. Kedua asam amino tersebut akan memberikan hasil positif berupa endapan hitam Pb-sulfida.