

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

## BAB III

### PROTEIN

Pada sebagian besar jaringan tubuh, protein merupakan komponen kedua terbesar setelah air. Fungsi protein di dalam tubuh:

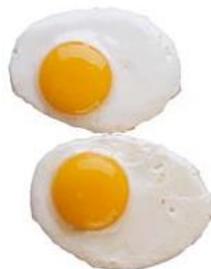
1. Zat pembangun (membentuk jaringan baru, mengganti jaringan yang rusak, dan mempertahankan jaringan yang telah ada).
2. Zat pengatur (mengatur keseimbangan cairan dalam jaringan dan pembuluh darah)
3. Sumber bahan bakar, apabila karbohidrat dan lemak tidak dapat memenuhi sumber bahan bakar bagi tubuh.

Protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Selain itu, molekul protein juga mengandung fosfor, belerang, besi atau tembaga.

Protein adalah bahan pembentuk jaringan di dalam tubuh. Proses pembentukan jaringan secara besar-besaran terjadi pada masa kehamilan dan masa pertumbuhan.

Protein berasal dari:

- tanaman : biji-bijian (terutama legum dan serealia)
- hewan : susu, keju, telur, daging, unggas, ikan.
- 



Gambar Egg whites are mostly protein

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	--	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

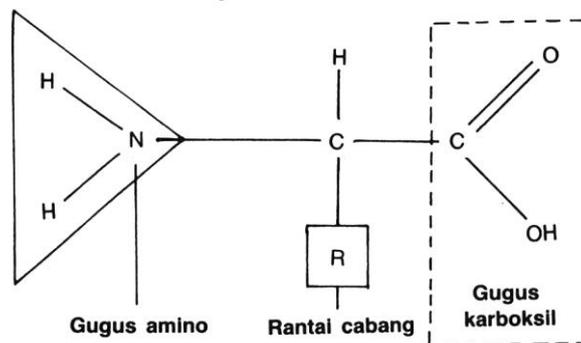
## SIKLUS PROTEIN

Protein dalam bahan makanan yang dikonsumsi manusia akan mengalami siklus pemecahan. Protein dipecah menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, yaitu asam amino dan atau peptida. Selain itu, di dalam tubuh terjadi proses sintesis protein baru untuk mengganti protein yang lama, sehingga tidak ada sebuah molekulpun yang disintesis untuk dipakai seumur hidup.

## ASAM AMINO

Bila protein dihidrolisis dengan asam, alkali, atau enzim, akan dihasilkan campuran asam-asam amino. Sebuah molekul asam amino terdiri dari sebuah atom C yang mengikat :

- gugus amino
- gugus karboksil
- atom hidrogen (H)
- gugus R (rantai cabang).



Asam amino dalam kondisi netral (pH isoelektrik,  $pI$ , yaitu antara 4,8 – 6,3) berada dalam bentuk ion dipolar (ion zwitter). Apabila asam amino berada pada kondisi pH lebih kecil dari  $pI$ , maka asam amino menjadi bermuatan positif. Apabila pH lebih besar dari  $pI$ , maka asam amino menjadi bermuatan negatif.

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

BAHAN AJAR ILMU PANGAN

No. BAK/TBB/BOG6201

Revisi : 01

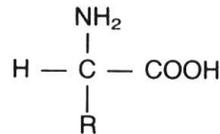
Tgl. 01 Mei 2014

Hal 3 dari 39

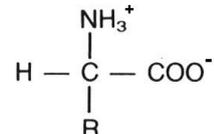
Semester I

BAB III

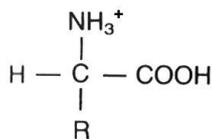
Prodi Teknik Boga



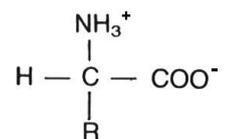
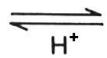
Asam amino yang tidak mengion



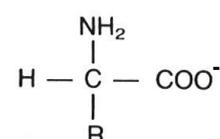
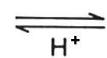
Asam amino dipolar (ion zwitter)



pH < pI  
(misalnya pH 1)



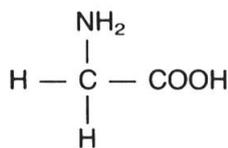
pada kondisi netral  
pH = pI



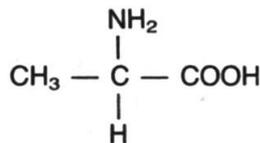
pH > pI  
(misalnya pH 11)

Molekul protein tersusun dari sejumlah asam amino sebagai bahan dasar yang saling berkaitan satu sama lain. Ada 20 jenis rantai cabang (R) yang berbeda bentuk, ukuran, muatan dan reaktivitasnya.

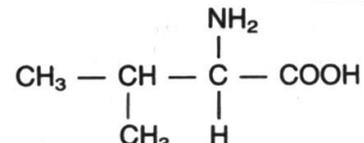
Beberapa macam asam amino yang mempunyai rantai cabang alifatik:



Glisin

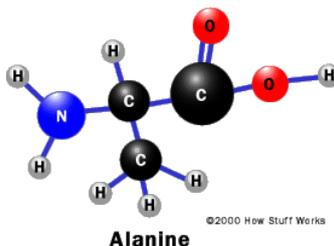
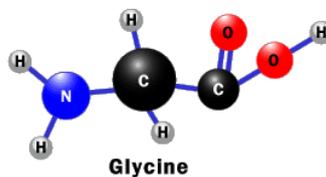


Alanin



Valin

Two of the Amino Acids



Dibuat oleh :  
Ichda Chayati, M.P.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :  
Nani Rananingsih, M.P.



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

BAHAN AJAR ILMU PANGAN

No. BAK/TBB/BOG6201

Revisi : 01

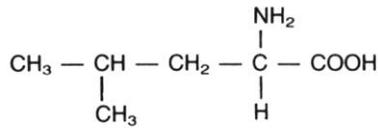
Tgl. 01 Mei 2014

Hal 4 dari 39

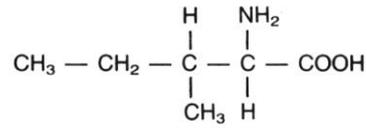
Semester I

BAB III

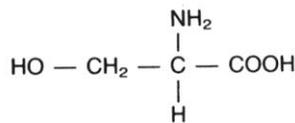
Prodi Teknik Boga



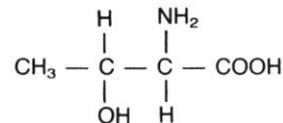
Leusin



Isoleusin

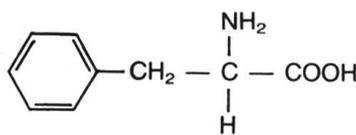


Serin

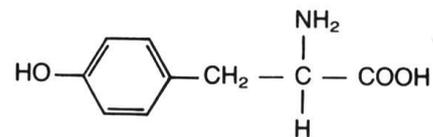


Treonin

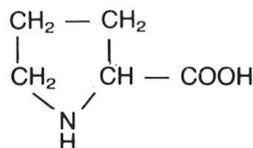
Beberapa macam asam amino yang mempunyai rantai cabang siklik dan aromatik:



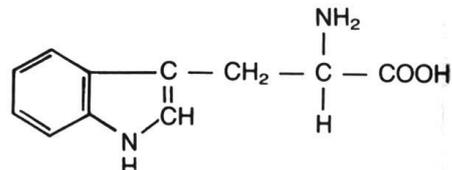
Fenilalanin



Tirosin

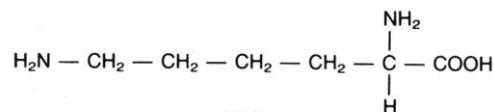


Prolin

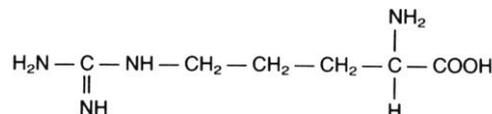


Triptofan

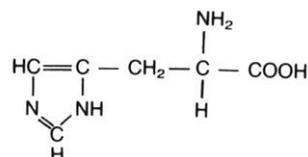
Beberapa macam asam amino yang mempunyai rantai cabang berupa gugus basa:



Lisin



Arginin



Histidin

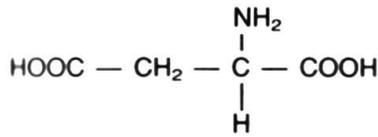
Dibuat oleh :  
Ichda Chayati, M.P.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen  
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

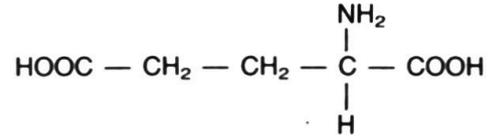
Diperiksa oleh :  
Nani Rananingsih, M.P.

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

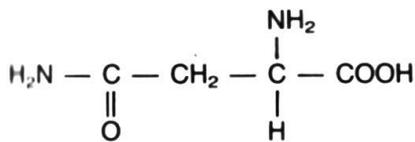
Beberapa macam asam amino yang mempunyai rantai cabang berupa gugus asam:



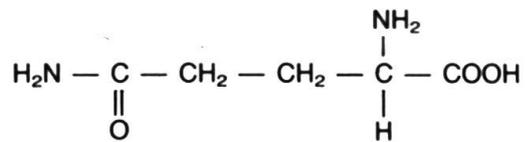
**Asam aspartat**



**Asam glutamat**

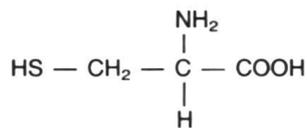


**Asparagin**

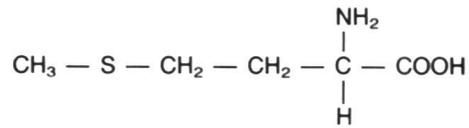


**Glutamin**

Beberapa macam asam amino yang rantai cabangnya mempunyai gugus belerang:



**Sistein**



**Metionin**

Asam amino ditulis dalam singkatan tiga huruf atau satu huruf seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Singkatan-singkatan untuk Asam Amino

No	Asam Amino	Singkatan tiga huruf	Singkatan satu huruf
1	Alanin ( <i>Alanine</i> )	Ala	A
2	Arginin ( <i>Arginine</i> )	Arg	R
3	Asparagin ( <i>Asparagine</i> )	Asn	N
4	Asam aspartat ( <i>Aspartic acid</i> )	Asp	D
5	Sistein ( <i>Cystein</i> )	Cys	C
6	Glutamin ( <i>Glutamine</i> )	Gln	Q
7	Asam glutamat ( <i>Glutamic acid</i> )	Glu	E
8	Glisin ( <i>Glycine</i> )	Gly	G
9	Histidin ( <i>Histidine</i> )	His	H

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

BAHAN AJAR ILMU PANGAN

No. BAK/TBB/BOG6201

Revisi : 01

Tgl. 01 Mei 2014

Hal 6 dari 39

Semester I

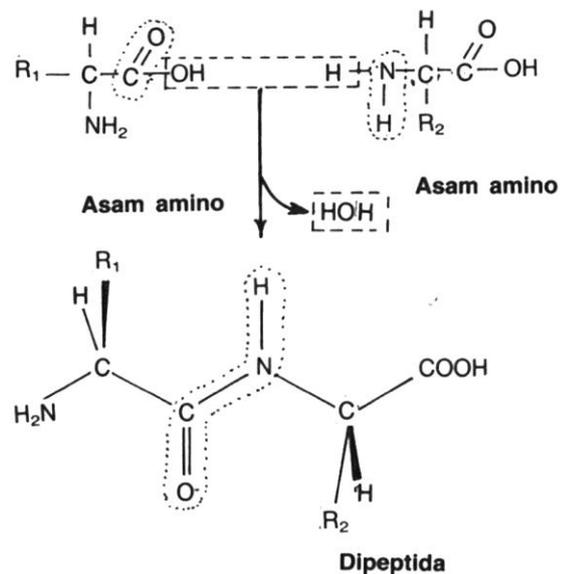
BAB III

Prodi Teknik Boga

No	Asam Amino	Singkatan tiga huruf	Singkatan satu huruf
10	Isoleusin ( <i>Isoleucine</i> )	Ile	I
11	Leusin ( <i>Leucine</i> )	Leu	L
12	Lisin ( <i>Lysine</i> )	Lys	K
13	Metionin ( <i>Methionine</i> )	Met	M
14	Fenilalanin ( <i>Phenilalanine</i> )	Phe	F
15	Prolin ( <i>Proline</i> )	Pro	P
16	Serin ( <i>Serine</i> )	Ser	S
17	Treonin ( <i>Threonine</i> )	Thr	T
18	Triptofan ( <i>Tryptophane</i> )	Trp	W
19	Tirosin ( <i>Tyrosine</i> )	Tyr	Y
20	Valin ( <i>Valine</i> )	Val	V

## IKATAN PEPTIDA

Dua molekul asam amino berikatan melalui suatu ikatan peptida (-CONH-) dengan melepas sebuah molekul air. Gugus karboksil suatu asam amino berikatan dengan gugus amino dari molekul asam amino lain menghasilkan suatu dipeptida dengan melepaskan molekul air. Reaksi kesetimbangan ini lebih cenderung untuk berjalan ke arah hidrolisis daripada sintesis.



Dibuat oleh :

Ichda Chayati, M.P.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :

Nani Rananingsih, M.P.



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

BAHAN AJAR ILMU PANGAN

No. BAK/TBB/BOG6201

Revisi : 01

Tgl. 01 Mei 2014

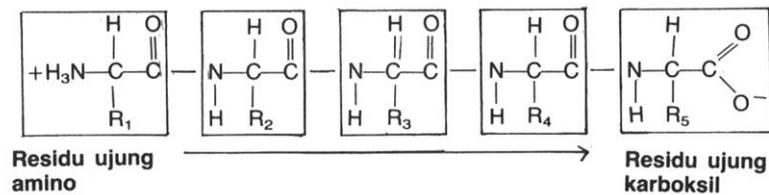
Hal 7 dari 39

Semester I

BAB III

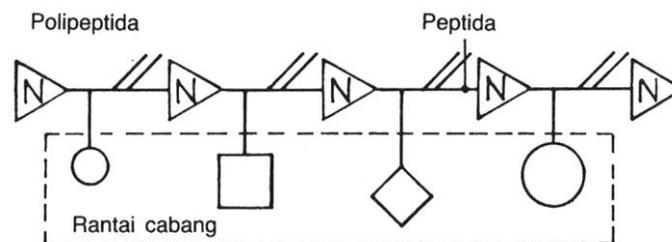
Prodi Teknik Boga

Dua buah asam amino mengadakan ikatan peptida untuk membentuk senyawa dipeptida. Tiga buah asam amino dapat membentuk senyawa tripeptida. Lebih dari 100 buah asam amino dapat mengadakan ikatan peptida dan membentuk rantai polipeptida yang tidak bercabang. Rantai polipeptida mempunyai arah. Ujung amino diambil sebagai ujung awal rantai polipeptida.



Pada beberapa protein terdapat rantai cabang yang mengadakan ikatan silang yang disebut ikatan disulfida. Adanya ikatan disulfida diakibatkan oleh terjadinya oksidasi dari dua residu sistein menghasilkan suatu senyawa sistin (*cystine*).

Pada polipeptida, rantai utama yang menghubungkan atom C-C-C disebut rantai kerangka molekul protein, sedangkan atom di sebelah kanan dan kiri rantai kerangka disebut gugus R atau rantai samping.



Protein dapat terdiri dari satu atau lebih polipeptida. Misal:

1. Mioglobin: terdiri dari dua rantai polipeptida
2. Insulin: terdiri dari dua rantai polipeptida
3. Hemoglobin: terdiri dari empat rantai polipeptida

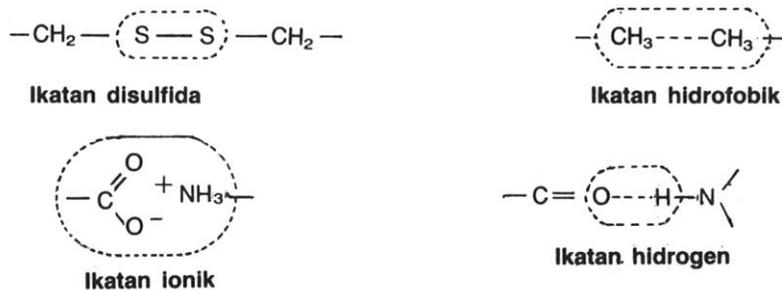
Dibuat oleh :  
Ichda Chayati, M.P.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen  
tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa oleh :  
Nani Rananingsih, M.P.

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

Beberapa rantai polipeptida tersebut diikat bersama oleh ikatan nonkovalen. Rantai polipeptida protein biasanya diikat oleh ikatan sulfida. Beberapa ikatan yang mungkin terjadi dalam polipeptida atau protein dapat dilihat pada gambar berikut:



Sampai sekarang, baru dikenal 20 jenis asam amino yang terbagi menjadi:

1. Asam amino non-esensial: asam amino yang dapat dibentuk dalam tubuh manusia.
2. Asam amino esensial: asam amino yang tidak dapat dibentuk oleh tubuh manusia, sehingga harus didapatkan dari makanan sehari-hari. Contoh asam amino esensial adalah lisin, leusin, isoleusin, treonin, metionin, valin, fenilalanin, histidin, **arginin** dan **triptofan**.

## STRUKTUR PROTEIN

Struktur protein dapat dibagi menjadi struktur primer, sekunder, tersier dan kuartener.

### 1. Struktur Primer

Struktur primer adalah susunan linear asam amino dalam protein yang berikatan kovalen (ikatan peptida).



### 2. Struktur Sekunder

Jika struktur primer berbentuk linear, maka struktur sekunder merupakan bentuk 3 dimensi karena rantai polipeptida yang terlipat-lipat. Contoh:

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--



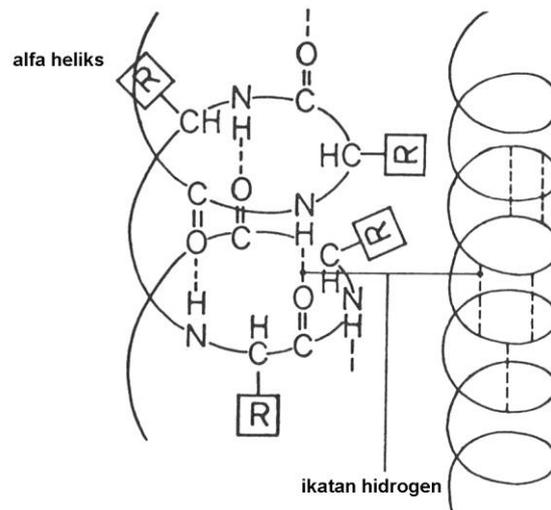
a.  $\alpha$ -Heliks

Merupakan struktur sekunder terbanyak dalam protein.

Struktur ini dihubungkan oleh ikatan hidrogen.

Terdapat pada:

- tropomiosin (protein otot)
- kolagen (protein pada hewan)
- wol
- albumin serum sapi
- deoksihemoglobin
- insulin.

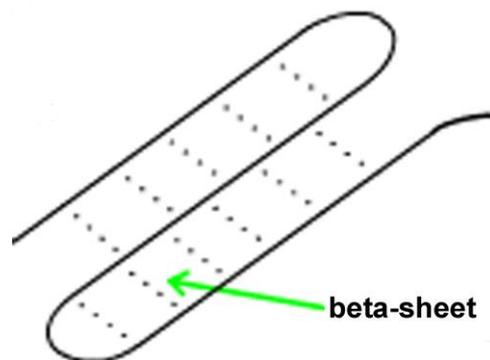


b. Lembaran lipatan  $\beta$  ( $\beta$ -sheet)

Bentuk ini terjadi apabila terdapat banyak molekul hidrofobik. Struktur ini juga dihubungkan oleh ikatan hidrogen dan lebih stabil daripada bentuk  $\alpha$ -heliks, sehingga suhu denaturasinya tinggi.

Terdapat pada:

- $\beta$ -laktoglobulin
- globulin kedelai
- immunoglobulin
- kimotripsinogen



	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

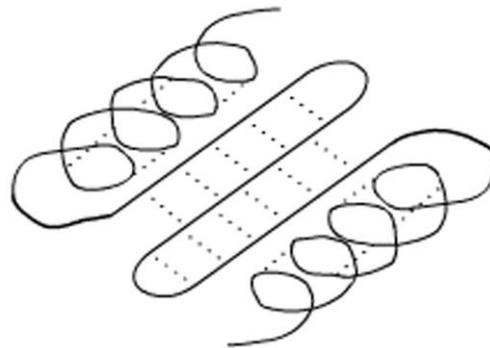
- c. Kumparan acak (random coil)  
Molekul yang mengalami fluktuasi cepat pada sudut ikatannya.
- d. Helix poli-L-protein  
Molekul yang mengandung prolin dan hidroksiprolin yang tinggi. Contoh pada gelatin.
- e.  $\beta$ -spiral  
Contoh pada gluten.

### 3. Struktur Tersier

Struktur tersier merupakan struktur 3 dimensi yang berasal dari gabungan beberapa stuktur sekunder yang membentuk satu rantai polipeptida. Struktur sekunder ini biasanya dihubungkan oleh ikatan hidrogen, ikatan garam, interaksi hidrofobik dan ikatan disulfida. Struktur tersier beberapa protein polipeptida tunggal terdiri dari domain-domain. Domain adalah susunan polipeptida yang terlipat menjadi bentuk tersier secara bebas.

Contoh:

- lisozyme,  $\beta$ -laktoglobulin, dan  $\alpha$ -laktalbumin mengandung 100-150 residu asam amino dalam 1 domain
- immunoglobulin terdiri dari 2 domain rantai pendek dan 2 domain rantai panjang
- albumin serum manusia terdiri dari 585 asam amino dalam 3 domain
- ovalbumin pada putih telur



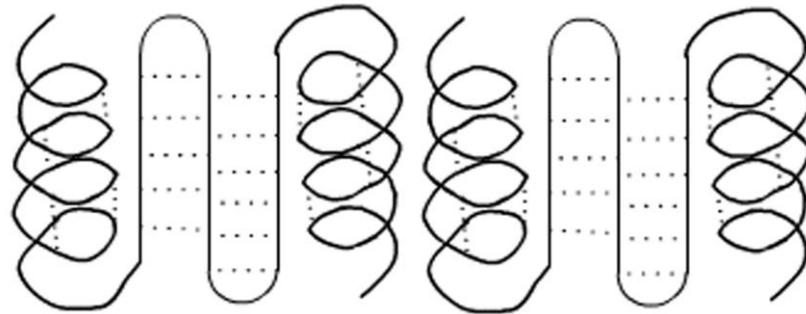
### 4. Struktur Kuartener

Struktur primer, sekunder dan tersier umumnya hanya melibatkan satu rantai polipeptida. Sedangkan struktur kuartener melibatkan beberapa rantai polipeptida. Contoh:

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

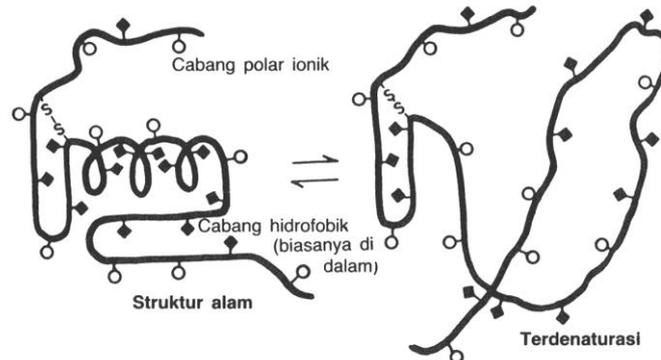


- kolagen (jaringan pengikat pada daging) terdiri dari 3 helai gelatin
- miosin (serat otot daging)
- misel kasein (susu)



## DENATURASI PROTEIN

Denaturasi protein adalah perubahan struktur sekunder, tersier dan kuartener tanpa mengubah struktur primernya (tanpa memotong ikatan peptida).



Denaturasi mempunyai sisi negatif dan positif. Sisi negatif denaturasi:

- Protein kehilangan aktivitas biologi
- Pengendapan protein
- Protein kehilangan beberapa sifat fungsional

Sisi positif denaturasi:

- Denaturasi panas pada inhibitor tripsin dalam legum dapat meningkatkan tingkat pencernaan dan ketersediaan biologis protein legum.
- Protein yang terdenaturasi sebagian lebih mudah dicerna, sifat pembentuk buih dan emulsi lebih baik daripada protein asli.

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

- Denaturasi oleh panas merupakan prasyarat pembuatan gel protein yang dipicu panas.

Denaturasi protein dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu oleh panas, tekanan, gaya mekanik, pH, bahan kimia, dan lain-lain.

#### A. CARA FISIK

##### 1. Suhu

Denaturasi karena panas biasanya terjadi pada suhu 40 – 80 °C. Stabilitas protein terhadap panas tergantung dari:

- Komposisi asam amino  
Protein dengan residu asam amino hidrofobik lebih stabil daripada protein hidrofilik.
- Ikatan disulfida  
Adanya ikatan disulfida menyebabkan protein tahan terhadap denaturasi pada suhu tinggi.
- Jembatan garam  
Adanya jembatan garam menyebabkan protein tahan terhadap denaturasi pada suhu tinggi.
- Waktu pemanasan  
Waktu pemanasan pendek mengakibatkan denaturasi reversibel, sedang waktu pemanasan panjang mengakibatkan denaturasi irreversibel.
- Kadar air  
Semakin tinggi kadar air maka protein menjadi semakin tidak stabil.
- Bahan tambahan  
Penambahan gula dan garam akan menstabilkan protein

Contoh lain:

- Glisinin (protein cadangan pada kedelai)  
Pada suhu 2 °C menggumpal dan mengendap, pada suhu kamar dapat larut kembali.
- β-kasein (bagian dari misel kasein pada susu)  
Pada 4 °C terpisah dari misel kasein.
- Laktat dehidrogenase dan gliseraldehid fosfat dehidrogenase

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

Pada 4 °C aktivitas enzim hilang dan sub unitnya terpisah. Pada suhu kamar, enzim dapat kembali aktif dan sub unitnya bergabung kembali.

## 2. Tekanan hidrostatik

Denaturasi karena protein dapat terjadi pada suhu 25 °C apabila tekanan cukup besar. Protein yang terdenaturasi karena tekanan (< 2 kbar) umumnya bersifat reversibel setelah beberapa jam. Tekanan hidrostatik yang tinggi digunakan untuk:

- Inaktivasi mikrobial

Tekanan 2 – 10 kbar menyebabkan:

- ❖ Membran sel rusak irreversibel
- ❖ Organel lepas dari mikroorganisme
- ❖ Mikroorganisme vegetatif tidak aktif

- Pembentukan gel.

Pembentukan gel pada putih telur, larutan kedelai 16% dan larutan aktomiosin 3% dilakukan pada tekanan 1 – 7 kbar, suhu 25 °C selama 30 menit. Gel yang terjadi karena tekanan umumnya lebih lunak daripada gel yang terjadi karena panas.

- Pelunak daging

Apabila daging sapi diberi tekanan 1 – 3 kbar maka miofibril sebagian akan lepas sehingga daging menjadi lunak.

Kelebihan proses dengan tekanan dibanding dengan panas:

- tidak merusak asam amino esensial
- tidak merusak warna dan flavor alami
- tidak menimbulkan komponen beracun

Kekurangan proses dengan tekanan adalah harganya mahal.

## 3. Gaya mekanik

Gaya mekanik (seperti pengocokan) menyebabkan denaturasi protein. Hal ini disebabkan oleh pengikatan gelembung udara dan adsorpsi molekul protein pada perbatasan (interface) udara-cairan. Contohnya adalah pada putih telur kocok.

Pengolahan makanan yang melibatkan tekanan, gaya mekanik dan suhu tinggi adalah ekstrusi, pencampuran kecepatan tinggi, dan homogenisasi.

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

Kombinasi suhu dan gaya mekanik tinggi menyebabkan denaturasi protein irreversibel. Contoh apabila larutan whey 10 – 20% pada pH 3,5 – 4,5 dan suhu 80 – 120 °C diberi gaya 7500 – 10000 per detik maka akan terbentuk partikel makrokoloid dengan diameter 1 µm dengan organoleptik halus seperti emulsi.

## B. CARA KIMIA

### 1. pH

Denaturasi karena pH bersifat reversibel, kecuali terjadi:

- hidrolisis sebagian pada ikatan peptida
- rusaknya gugus sulfhidril
- agregasi

Pada titik isoelektrik (pI) kelarutan protein akan berkurang sehingga protein akan menggumpal dan mengendap.

### 2. Pelarut organik

Pada konsentrasi rendah, pelarut organik akan menstabilkan protein, sedang pada konsentrasi tinggi, pelarut organik akan mendenaturasi protein.

### 3. Zat terlarut (solut) organik

Solut organik dapat memecah ikatan hidrogen yang akhirnya menyebabkan denaturasi protein. Contoh solut organik adalah urea dan guanidin HCl.

### 4. Deterjen

Deterjen akan membentuk jembatan antara gugus hidrofobik dengan hidrofilik yang menyebabkan denaturasi protein. Denaturasi ini bersifat irreversibel. Contoh deterjen adalah sodium dodecyl sulfate (SDS).

### 5. Garam

Pada konsentrasi rendah, garam akan menstabilkan protein, sedang pada konsentrasi tinggi, garam akan mendenaturasi protein.

## **SIFAT FUNGSIONAL PROTEIN**

### 1. Sebagai enzim

Hampir semua reaksi biologis dipercepat oleh enzim. Hasil reaksi enzimatis ini akan mempengaruhi warna, flavor dan tekstur bahan pangan.

Hasil reaksi enzimatis bisa dikehendaki atau tidak dikehendaki.

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

Dikehendaki	Tidak dikehendaki
Pematangan buah	Kerusakan buah
Pemecah pati pada adonan roti dengan yeast	Pemecah pati pada kentang simpan beku untuk potato chips
Pelunak daging	Ketengikan lemak
Destabilisasi kasein susu pada pembuatan dan pematangan keju	
Perubahan warna buah dan sayur: warna hitam pada teh, coklat, dan kismis	

Enzim bekerja pada komponen tertentu yang spesifik (disebut substrat).

Aturan penamaan enzim:

- akhiran –ase : menunjukkan enzim
- awalan : menunjukkan substrat atau tipe reaksi (hidrolitik, oksidatif)

Contoh:

- lipase: enzim yang bekerja pada lipid / lemak
- amilase: enzim yang bekerja pada pati
- polifenol oksidase: enzim yang mengkatalisis oksidasi komponen polifenol

Aktivitas enzim dipengaruhi oleh:

- a. suhu, kenaikan suhu mempercepat reaksi. Namun suhu yang terlalu tinggi akan menginaktifkan enzim
- b. pH, pelapisan tart dengan jus lemon akan menunda pencoklatan buah segar seperti peach, pir, pisang dan apel.

## 2. Pencoklatan non enzimatis

Berperan pada reaksi Maillard, yang sudah dibahas pada materi 'Karbohidrat'.

## 3. Pembentukan gel

Gel adalah sistem terlarut yang tidak mengalir, berada pada fase *intermediate* antara padat dan cair. Gel terdiri dari dua fase:

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

- a. jaringan 3D makromolekul, yang terbentuk dari ikatan kovalen dan nonkovalen.
- b. fase cair dan substansi dengan berat molekul rendah yang terjebak dalam jaringan tersebut.

Pembentukan gel protein dipengaruhi oleh:

- a. Panas

Contoh protein pembentuk gel yang didenaturasi oleh panas:

- susu: protein whey,  $\beta$ -laktoglobulin
- putih telur: ovalbumin
- daging sapi, ayam dan ikan: miosin
- protein kedelai

Contoh protein yang tidak butuh panas untuk membentuk gel:

- kasein susu
- gelatin

- b. Enzim

Pembuatan keju membutuhkan enzim rennin (chymosin) untuk membentuk gel.

- c. Kation divalen (ion positif yang bermuatan 2)

Contoh:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$

Kation divalen berperan untuk membentuk ikatan silang. Contohnya adalah penggunaan batu tahu  $\text{Ca}^{2+}$  pada tahu yang berasal dari protein kedelai.

- d. Konsentrasi protein

Konsentrasi protein minimum yang diperlukan untuk membentuk gel:

- Protein kedelai : 8%
- Albumin telur : 3%
- Gelatin : 0,6%

- e. pH

pH optimum untuk pembentukan gel adalah sekitar 7 – 8. pH tinggi atau rendah akan menghasilkan gel yang lemah, sedang pH isoelektrik (pI) akan membentuk gel yang keruh.

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

f. Gula

Gula menyebabkan protein lebih sukar terdenaturasi karena interaksi hidrofobik lebih kuat.

g. Garam

$\beta$ -laktoglobulin akan membentuk gel yang transparan dalam air. Apabila ditambah NaCl, maka gel akan menjadi keruh.

Ada dua jenis gel protein:

a. gel keruh

b. gel transparan/jernih

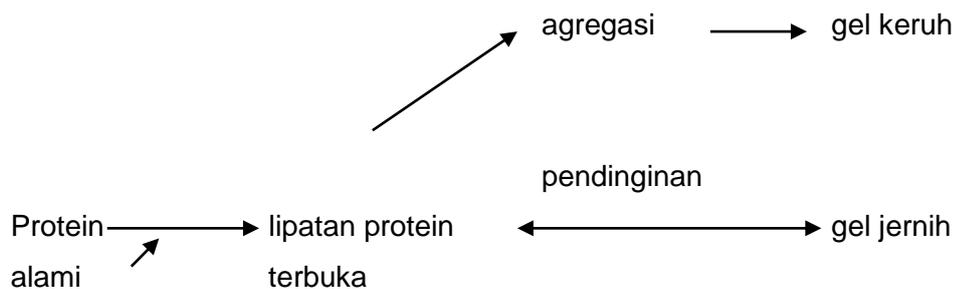
Jenis gel protein tergantung pada:

a. Sifat molekuler

- Gel keruh : banyak mengandung residu asam amino non polar sehingga akan menyebabkan terbentuknya agregasi hidrofobik pada saat denaturasi.
- Gel jernih: sedikit mengandung residu asam amino non polar sehingga akan membentuk kompleks terlarut pada denaturasi.

b. Kondisi larutan

- Gel keruh :
  - ❖ kecepatan agregasi dan pembentukan jaringan lebih tinggi daripada kecepatan denaturasi
  - ❖ terbentuk jaringan gel selama pemanasan
- Gel jernih:
  - ❖ kecepatan penggabungan kompleks terlarut lebih kecil daripada kecepatan denaturasi
  - ❖ terbentuk gel setelah proses pendinginan



Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	--	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

#### 4. Pembentukan buih

Buih merupakan sistem dua fase yang terdiri dari fase kontinyu berupa cairan (protein) dan fase terdispersi berupa udara.

Protein dapat membentuk buih karena bersifat amfifilik (mempunyai gugus hidrofilik dan hidrofobik). Contoh: whipped topping, whipped cream, meringues, es krim, marshmallow, souffles, bread dough, cake butter, dan mousses.

Fungsi protein dalam buih adalah sebagai bahan *surface active* yaitu untuk pembentuk dan penstabil fase gas yang terdispersi. Buih dibuat dengan cara melakukan proses bubbling, whipping dan shaking pada larutan protein.

Cara evaluasi sifat buih:

- ❖ Foamability: luas daerah batas yang dibentuk protein

$$\text{overrun} = \frac{V_{\text{buih}} - V_{\text{cairan awal}}}{V_{\text{cairan awal}}} \times 100$$

- ❖ Foam stability: waktu yang dibutuhkan untuk pengurangan 50% volume buih.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan dan stabilitas buih: LIHAT TELUR

#### 5. Pembentukan emulsi

Emulsi adalah dispersi suatu cairan dalam cairan lain. Ada dua tipe emulsi:

- a. O/W (oil in water)

Merupakan emulsi yang paling umum. Contohnya pada susu dan produk susu, saus, dressing dan sup.

- b. W/O (water in oil)

Contohnya pada mentega dan margarin.

Untuk membuat emulsi diperlukan:

- minyak
- air
- emulsifier / surfaktan: protein
- energi

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

Protein bisa berperan sebagai emulsifier karena mempunyai sifat amfifilik (mempunyai gugus hidrofilik dan hidrofobik). Protein digunakan sebagai emulsifier untuk emulsi tipe O/W, namun tidak cocok untuk emulsi W/O karena protein tidak larut dalam minyak. Contoh emulsi yang menggunakan protein sebagai emulsifiernya adalah sebagai berikut:

- susu, kuning telur, santan, susu kedelai, mentega, margarin, mayonnaise, spread, salad dressing, frozen dessert, frankfurter, sosis dan cake
- susu alami: globula lemak distabilkan oleh membran lipoprotein
- susu homogenisasi: membran lipoprotein diganti oleh film protein yang terdiri dari misel kasein dan protein whey, sehingga lebih stabil terhadap creaming.
- gravies, saus, soft pie filling: dari protein tepung, susu dan telur.

Sifat emulsi yang distabilkan protein tergantung pada:

- ukuran droplet yang terjadi
- total luas interface yang terjadi

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan emulsi:

a. Kelarutan

Protein yang bersifat sebagai emulsifier yang baik adalah protein yang kelarutannya tinggi. Contoh:

- emulsi daging (sosis, frankfurter)
- protein miofibrilar larut dalam 0,5 M NaCl sehingga menghasilkan sifat emulsi yang baik
- isolat protein kedelai mempunyai kelarutan rendah sehingga sifat emulsi tidak baik

b. pH

- Protein yang larut pada pH isoelektrik (pI) akan memiliki aktivitas emulsi yang baik pada kondisi pI. Contohnya pada albumin serum, gelatin, protein putih telur.
- Protein yang tidak larut pada pI akan memiliki aktivitas emulsi yang buruk pada kondisi pI. Contohnya pada hampir semua protein seperti kasein, protein whey, protein daging, protein kedelai.

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>		
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>		
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>		
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014
Semester I	BAB III		Prodi Teknik Boga

c. Tingkat denaturasi

- Pada saat terjadi denaturasi sebagian, protein tetap larut sehingga sifat emulsi masih baik.
- Pada saat terjadi denaturasi penuh, protein menjadi tidak larut sehingga sifat emulsi jelek.

6. Pembentukan adonan

Protein gandum tergolong unik karena dapat membentuk adonan viskoelastis dengan perbandingan terigu dan air adalah 3 : 1. Protein gandum digunakan untuk produk roti dan *bakery*.

Protein gandum terdiri dari dua buah fraksi:

a. Fraksi terlarut (sekitar 20%)

Fraksi ini tidak berperan pada pembentukan adonan. Contohnya albumin, globulin, glikoprotein.

b. Fraksi tidak terlarut (gluten)

Fraksi ini berperan pada pembentukan adonan. Ada dua macam fraksi tidak terlarut:

- Gliadin: membuat *viscous* (kental)
- Glutenin: membuat elastis

Mekanisme pembentukan adonan oleh gluten adalah sebagai berikut:

- interaksi hidrofobik, akan membentuk agregat protein dan mengikat lemak dan substansi nonpolar lainnya.
- ikatan hidrogen, akan mengikat air dan bersifat kohesi dan adhesi.
- Ikatan sulfhidril dan disulfida, akan membentuk polimer.

Suplementasi tepung terigu dengan:

- Protein tipe albumin dan globulin

Contohnya adalah protein whey dan protein kedelai. Suplementasi ini akan menurunkan viskoelastis dan kualitas panggang, karena pembentukan jaringan gluten terganggu.

- Fosfolipid dan surfaktan lain / emulsifier

Suplementasi ini akan memperkuat film gluten, tapi kualitas sensoris dan tekstur menjadi kurang disukai.

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	---	--

	<b>FAKULTAS TEKNIK</b>			
	<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b>			
	<b>BAHAN AJAR ILMU PANGAN</b>			
	No. BAK/TBB/BOG6201	Revisi : 01	Tgl. 01 Mei 2014	Hal 21 dari 39
Semester I		BAB III		Prodi Teknik Boga

Functional characteristics of some common food proteins.

<b>Protein</b>	<b>Emulsifying</b>	<b>Whipping</b>	<b>Gelation</b>	<b>Film Formation</b>	<b>Stability</b>
Egg white	low	high	high	medium	unstable to heat
Egg yolk	high	low	medium	low	unstable to heat
caseinate	high	medium	low	high	heat stable, unstable to acid
whey	medium	low -high	low-high	medium	acid stable, unstable to heat
soy isolate	medium to high	low -medium	medium	medium-high	unstable to heat and acid
fish protein	medium	low	high- medium	low-medium	unstable to heat

Dibuat oleh : Ichda Chayati, M.P.	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh : Nani Rananingsih, M.P.
--------------------------------------	--	--