



www.esaunggul.ac.id

BIOTEKNOLOGI PANGAN

Program Studi Bioteknologi

Oleh: Seprianto, S.Pi, M.Si

Pertemuan Ke 7

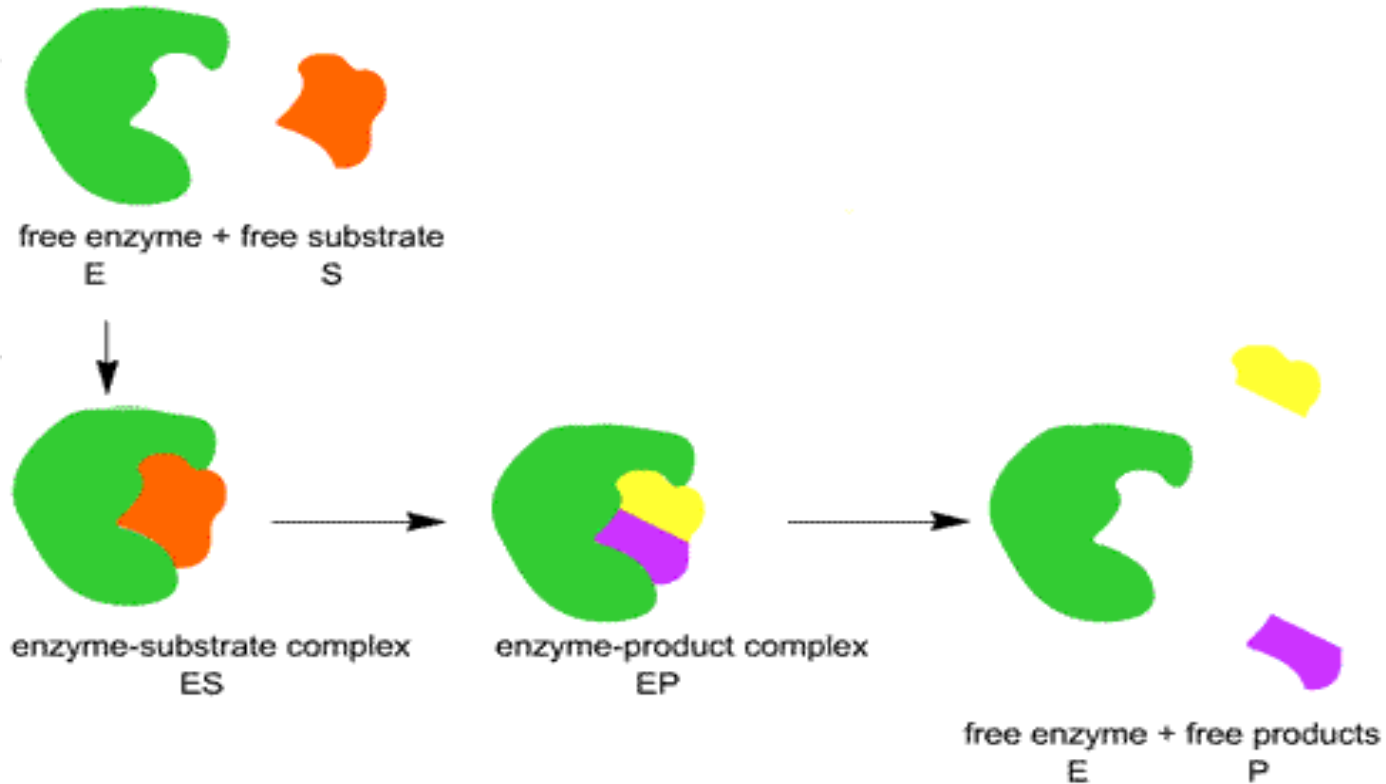
ENZIM PANGAN

ENZIM



- Molekul protein yang dihasilkan sel hidup → katalis reaksi biokimia ⇒ spesifik & selektif
- Secara molekuler :
 - ⇒ merupakan protein yang tersusun atas serangkaian asam amino dalam komposisi dan sekuens yang teratur dan tetap → **konformasi 3 dimensi**
 - ⇒ “**Sisi aktif**” = bag permukaan enzim yang berupa rangkaian asam amino → gugus fungsionalnya berinteraksi dengan substrat

Reaksi Enzimatis



⇒ Kerja enzim : mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi (E_a)

Aktivitas Enzim

- Aktivitas enzim dinyatakan sebagai 'unit'
- Definisi:

'**Satu unit** merupakan sejumlah enzim yang akan mengkonversi satu mikro mol substrat per menit pada kondisi pH dan suhu tertentu'.

- Aktivitas Enzim \Rightarrow U/mL

- Aktivitas Spesifik \Rightarrow U/mg protein enzim



ukuran kemurnian

Kelas/Grup Utama Enzim berdasarkan Tipe reaksi yang dikatalisis :

- 1. Oksidoreduktase**
- 2. Transferase**
- 3. Hidrolase**
- 4. Liase**
- 5. Isomerase**
- 6. Ligase**

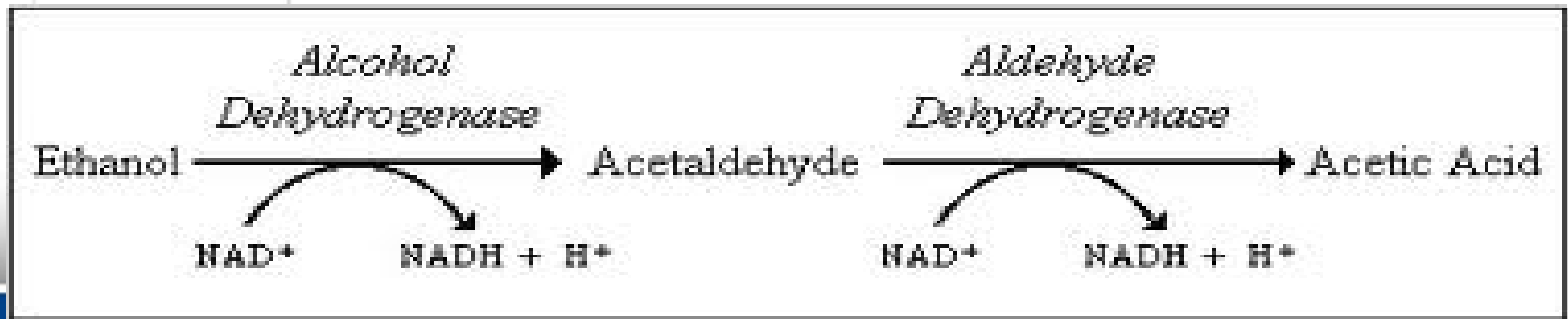
1. Oksidoreduktase :

→ mengkatalisis **reaksi oksidasi-reduksi**

- Bekerja pada gugus tertentu dari substrat (e.g gugus CH-OH , gugus aldehida, gugus alkana CH-CH, gugus amina CH-NH₂, gugus sulfur dll)

- **Contoh Oksidoreduktase:**

* **etanol dehidrogenase** mengkatalisis reaksi oksidasi **etanol** menjadi asetaldehida dgn bantuan kofaktor NAD

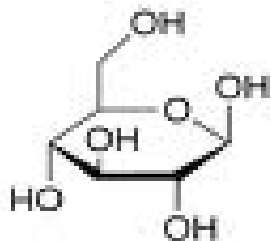


Contoh Oksidoreduktase :

* **glukosa oksidase** memindahkan sepasang elektron dari substrat **β -D-glukosa ke oksigen** \rightarrow β -glukono- δ -lakton + H_2O_2

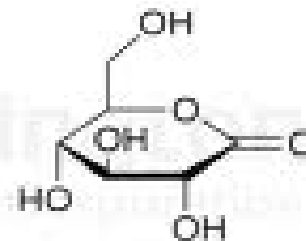
(Konversi glukosa menjadi glukono lakton dapat dilakukan secara enzimatik atau fermentasi oleh mikroba tertentu)

Glucose Oxidase



β -D-Glucose

+



+



D-Glucono-1,5-lactone

2. Transferase

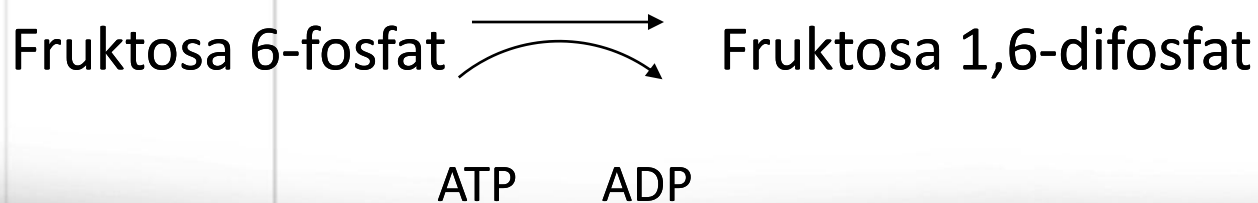
➔ mengkatalisis reaksi **pemindahan (transfer) gugus fungsional** (gugus metil, amino, asil, fosfat, glikosil dll)

Contoh :

* Aminotransferase (pemindahan **gugus amino**) :

Asam glutamat + asam oksaloasetat ➔ asam α -keto glutarat + asam aspartat

* **Fosfofruktokinase** (pemindahan **gugus fosfat**) :



3. Hidrolase

→ mengkatalisis **pemecahan (hidrolisis) ikatan**

C-O, C-N, O-P dan C-S Contoh :

molekul polimer pati, selulosa, pektin, protein, lipida dll → menjadi molekul lebih sederhana (penting pada industri !). Contoh : protease, lipase, esterase, glikosidase dll.

- Bekerja pada ikatan peptida, ikatan glikosidik, ikatan ester, ikatan eter, ikatan hidrogen-fosfat dll
- **Spesifitas beragam**, dari **terbatas** (contoh **tripsin** → memecah ikatan peptida pada sisi karboksil lisin & arginin) sd **luas** (**selulase** → memecah ikatan glikosidik β -1,4 secara acak)

4. Liase

→ mengkatalisis reaksi pemindahan gugus H_2O , amonia atau CO_2 dari substrat

Contoh : aldolase, dekarboksilase, dehidratase
pektinase

Histidin dekarboksilase :

(memindahkan gugus CO_2 dari histidin yang penting pada metabolisme asam amino)

Histidin → Histamin + CO_2

Note : histamin dapat menyebabkan keracunan pada produk hasil laut

5. Isomerase

→ mengkatalisis reaksi **isomerasi** bentuk cis-trans, keto-enol, aldosa-ketosa dll (rasemase, epimerase, isomerase cis-trans, dll)

- Contoh :

* **Rasemase** (perubahan bentuk D menjadi L)

Asam D-laktat → Asam L-laktat

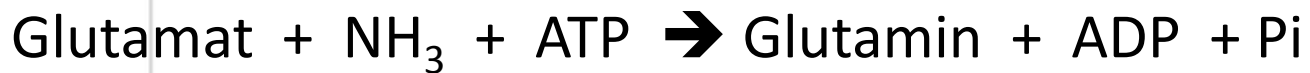
* **Glukosa isomerase** (isomerisasi glukosa menjadi fruktosa → pembuatan HFS)

6. Ligase

→ mengkatalisis reaksi **sintesis dgn penggabungan dua mol substrat** dgn bantuan ATP = **Sintetase**
(dengan membentuk ikatan C-O, C-S, C-N, C-C dll)

- Contoh :

Amino asil tRNA sintetase, glutamin sintetase, piruvat karboksilase dll



glutamin sintetase

Teknologi Enzim

- Hanya 1% enzim yg teridentifikasi telah diproduksi secara komersial.
- Protease merupakan jumlah paling banyak diproduksi (35%)
- Perkembangan bioteknologi memacu produksi enzim
- Penggunaan enzim akan mengurangi biaya prosesing, meningkatkan hasil, memperbaiki kualitas sensoris dsb.
- Enzim aktif pada konsentrasi rendah dan mudah dikendalikan
- Beberapa proses enzimatik justru mahal dan enzim harus dimatikan setelah proses.
- Enzim dapat menyebabkan alergi pada beberapa orang

Produksi Enzim dari Mikroorganisme

- Dikenal enzim intraseluler dan ekstraseluler.
- Mikroorganisme harus tumbuh baik pada substrat yg tidak mahal.
- Substrat harus tersedia dalam jumlah yg cukup dan mudah di dapat.
- Metode untuk mendapatkan enzim harus mudah dan tidak mahal.
- Enzim harus stabil

Produksi Enzim dari Mikroorganismes

- Enzim dapat diproduksi pada substrat padat: sekam, kulit buah, tepung kedelai dsb
- Enzim dpt diproduksi pada substrat cair: molase, limbah, dsb
- Mineral spesifik dapat ditambahkan ke dalam untuk memaksimalkan produksi enzim.
- Substrat cair lebih mudah ditangani daripada substrat padat

Produksi Enzim dari Mikroorganismen

- Keberhasilan produksi enzim secara komersial tergantung pada aktivitas mikroorganismen, minimasi biaya substrat, prosedur inkubasi dan pemurnian.
- Enzim ekstraseluler dapat dimurnikan dari substrat dengan cara: sentrifugasi, filtrasi, presipitasi, kromatografi, ultrafiltrasi, elektroforesis dsb.

Produksi Enzim dari Mikroorganismen

- Keberhasilan produksi enzim secara komersial tergantung pada aktivitas mikroorganismen, minimasi biaya substrat, prosedur inkubasi dan pemurnian.
- Enzim ekstraseluler dapat dimurnikan dari substrat dengan cara: sentrifugasi, filtrasi, presipitasi, kromatografi, ultrafiltrasi, elektroforesis dsb.

Karakteristik Beberapa Enzim Penting dalam Bidang Pangan

Penting diketahui untuk aplikasinya :

- Transglutaminase (mTGase)
- Karbohidrase
 - α -amilase,
 - glukoamilase,
 - invertase,
 - laktase,
 - glukosa isomerase.
- - Amiloglukosidase (AMG)
- - Selulase
- - Protease
- - Lipase

Karbohidrase

- Glukoamilase (amiloglukosidase) adl enzim sakarifikasi shg dihasilkan glukosa.
- Produk meras manis, dapat difermentasi dan digunakan dalam produksi alkohol, asam askorbat, penisilin
- Substrat yang umum digunakan adalah pati dari jagung, gandum, tapioka dan kentang.

Karbohidrase

- Invertase menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa
- Untuk mencegah kristalisasi molase, ice cream.
- Laktase untuk membantu orang yang tidak mampu mencerna laktosa (lactose intolerance)
- Glukosa isomerasi digunakan dalam produksi HFS yg lebih manis dari glukosa
- Produk digunakan secara luas dalam industri
 - permen dan roti,
 - produksi dekstrosa dari pati jagung,
 - penjernihan juice buah dan wine,
 - menghilangkan glukosa dari putih telur dsb

α -Amilase

- Alfa-amilase menghidrolisis ikatan α -1,4 menjadi pati cair atau maltosa
- Produk yg dihasilkan digunakan untuk bahan tambahan dalam soup kering, makanan bayi dan saus.
 - Enzim α -amilase terdistribusi secara luas di alam, terdapat pada hewan, tumbuhan dan mikroba.
 - Menghidrolisis pati secara acak melalui **bagian dalam** (*endo-hydrolase/ endoenzim*) dgn memutus ikatan α -(1,4) glikosidik pada amilosa, amilopektin dan glikogen

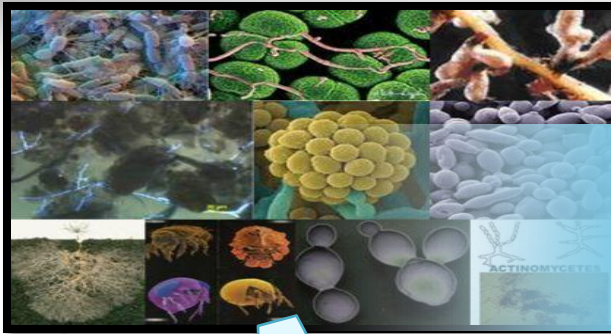
α -Amilase

- Enzim α -amilase umumnya diisolasi dari *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *Aspergillus oryzae* dan *A. niger*
- pH optimum untuk enzim ini sekitar 6 dengan suhu optimum 60°C
- Enzim α -amilase yang dibuat oleh Novo Industri A/S antara lain adalah Termamyl yang memiliki ketahanan terhadap suhu sekitar 95 – 110°C
- Dosis enzim yang digunakan sekitar 0,5 – 0,6 kg/ton pati atau 1500 U/kg substrat kering (baca brosur/label kemasan)
- Digunakan untuk membuat sirup maltosa

Amiloglukosidase

- **Amiloglukosidase** diproduksi dalam jumlah besar oleh kapang dan khamir → hanya *Aspergillus* dan *Rhizopus* yang digunakan secara komersial
- Suhu optimum untuk enzim amiloglukosidase berkisar 40-60°C dengan pH optimum sekitar 3-8
- Digunakan dengan dosis berkisar 0,65 – 0,80 liter enzim per ton pati dengan dosis sebesar 200 U/kg pati
- Amiloglukosidase yang berasal dari Novo tersedia dalam bentuk cair

Selulase



- Enzim yang dapat menghidrolisis ikatan β -1,4-glikosidik pada molekul selulosa sehingga menghasilkan glukosa

Industri
kertas

Industri
tekstil

Industri
Pangan

Mikroba Penghasil Selulase : a.l.

- *Trichoderma reseei* → aktivitas lbh tinggi
- *Clostridium thermocellum*

- Memperhalus serat kertas
- Mempertahankan kualitas warna pada tekstil
- Meningkatkan kualitas pangan

Protease

- ❑ Memutus protein dg cara menghidrolisis ikatan peptida
 - ❑ Aplikasi terutama pada industri deterjen dan keju (rennin)
 - ❑ Penggunaan lain : industri farmasi, industri kulit, pembuatan protein hidrolisat, industri makanan, industri film dan penanganan limbah
- Mikroba penghasil protease :
- Protease alkali :**
- Stabil terhadap suhu tinggi, pH 9-11, *chelating agent*
 - Mikroba penghasil : *Bacillus licheniformis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. megaterium*, *B. pumilus* - *Streptococcus griceus*, *S. fradiae*, *S. rectus* - *Aspergillus niger*, *A. sojae*, *A. oryzae*, *A. flavus*

Protease Netral :

- Relatif tidak stabil thd pH, suhu & dpt diinaktivasi oleh protease alkali
- Aplikasi : industri kulit & industri makanan (crackers, roti dll)

Protease Asam

- Aktif pada suasana asam, contoh : rennin & pepsin (pH opt 2-3)
- Aplikasi :- Protease dari *Aspergillus* → untuk memecah gluten pada pemanggangan

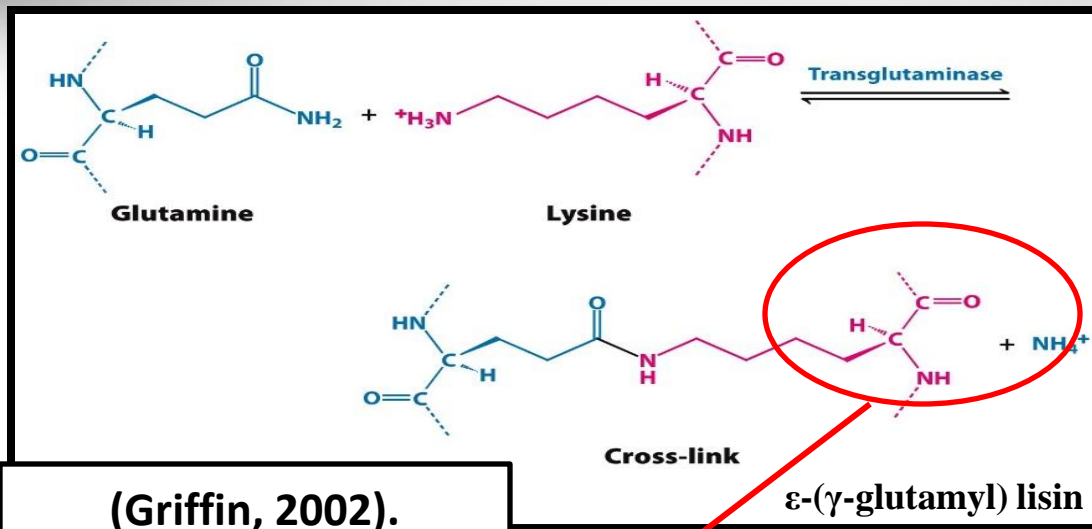
Rennin

- Menggumpalkan kasein susu pada pembuatan keju
- Mikroba penghasil : *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. helveticus*

Lipase (Gliserol ester hydrolase)

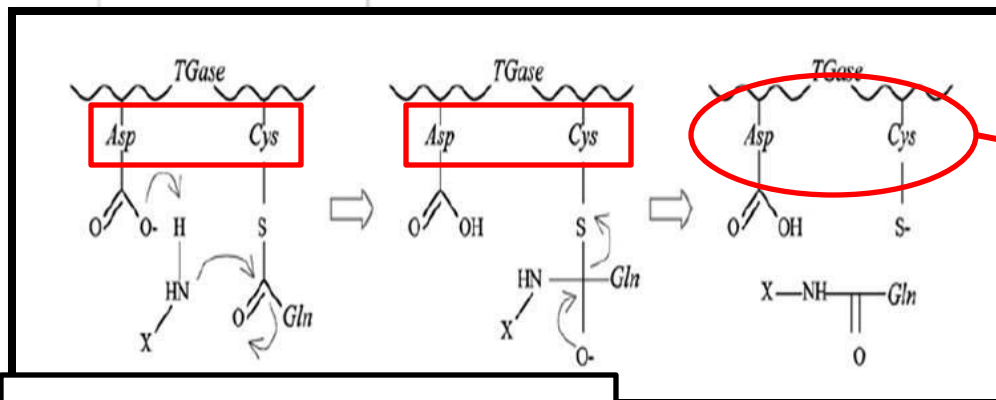
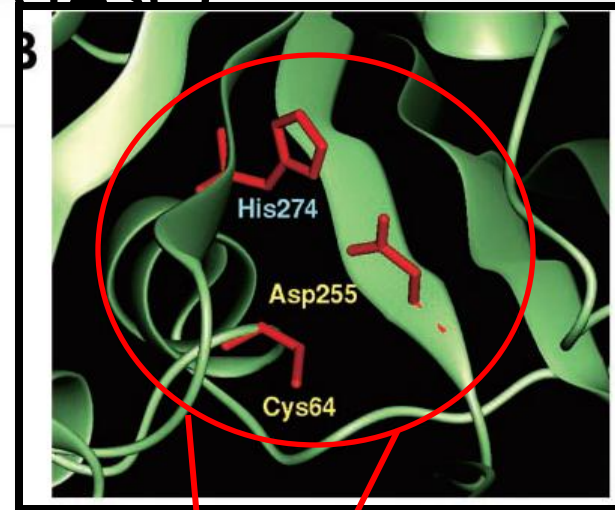
- Memutus lemak menjadi di atau monogliserida dan asam lemak
- Mikroba penghasil :
Kapang : Aspergillus, Mucor, Rhizopus,
Khamir : Candida
- pH optimum netral atau agak asam, suhu optimum 30 – 45 °C
- Aplikasi :
 - farmasi : enzim pencernaan (suplemen lipase pankreas)
 - Industri susu (pematangan keju)
 - dll

Transglutaminase (TGase, E.C. 2.3.2.13)

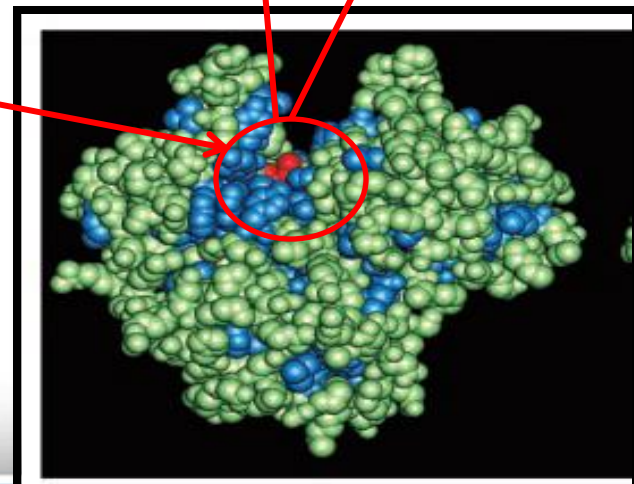


(Griffin, 2002).

mTGase)



(Motoki dan Seguro, 1998)



(Kashiwagi et al, 2002)

Mikroba

Animalia



Streptomyces spp

**MTGase (Microbial
Transglutaminase)**

Haard and Simpson (2000)

Intraseluler

Ekstraseluler

Plasma darah dan plasenta,
Hati dan macrofag dan
Kulit dan daging

Greenberg *et al* (1991)

Aplikasi Transglutaminase Dalam Bidang Pangan

- MTGase telah banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas tekstur beberapa makanan, seperti kamaboko, ham, sosis, tahu, dan mie (Motoki dan Seguro 1998)
- *Streptoverticillium* spp, serta beberapa spesies bakteri seperti *Candida albicans*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces platensis* dan *Streptomyces lividans*. (Lin et al. 2006).
Streptoverticillium mobaraense (Kikuchi et al.2003),*Streptomyces cinnamoneum*
Streptomycesladakanum *Streptomyces fradiae* (Liu et al. 2007) dan beberapa dari kelompok bacillus

Beberapa Enzim yang sudah dikomersialisasikan

Enzim	Penggunaan	Jenis enzim	Bentuk jual
Protease			
Bakteri	detergen proses pangan, Bir	Ekstraselular	cair, padat
Kapang	Kulit Industri kue	Ekstraselular	padat
Pepaya,	Keju	Ekstraselular	cair, padat
nenas	Industri bir	Enzim tanaman	cair
Cairan	membantu pen- cernaan	Enzim hewan	tablet (padat)
lambung			
hewan			
Renin	Pembuatan keju	Enzim hewan	cair atau padat
Enzim			
Amilolitik			
Amilase	Gula cair,	Ekstraselular	Cair, padat
Bakteri	Detergen, Tekstil		
Amilase	Gula cair, Bir, in- dustri kue dan roti	Ekstraselular	Cair, padat
Kapang	Gula cair, Bir	Ekstraselular	Cair, padat
Amiloglu- kositase			
Golongan			
lain			
Invertase	Industri gula	Selular	cair, padat
Selulase	Makanan, sari buah Minuman ringan.	Ekstraselular	cair, padat
Lipase	Pangan, Diagnosa	Ekstraselular	Padat
Pektinase	Sari buah, Pangan	Ekstraselular	Cair, padat
Glukosa	Gula cair	Intraselular	Amobil
Isomerase			
Katalase	Pangan, Diagnosa	Intraselular	Amobil

