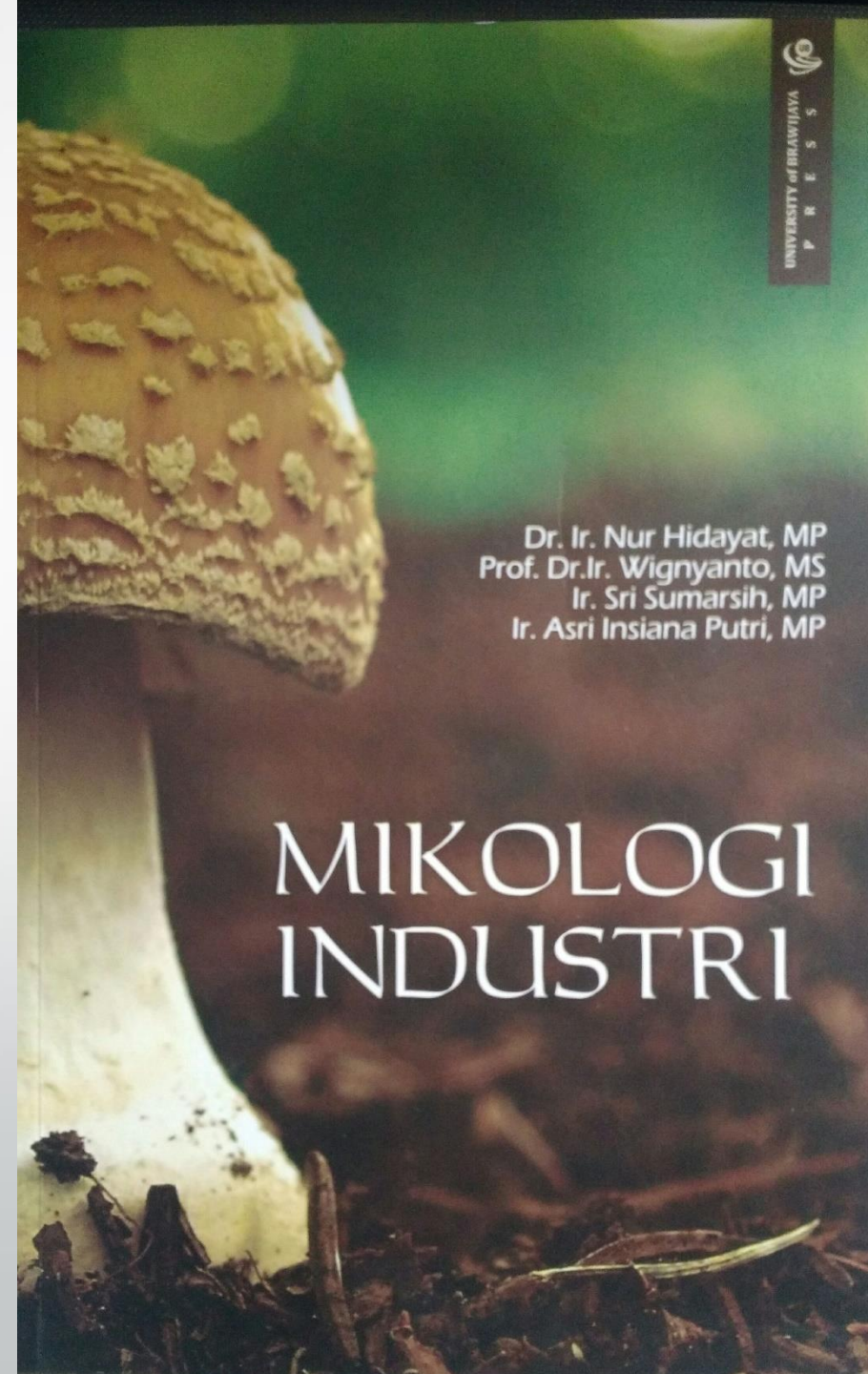


# Teknologi Mikrobial (Jamur II)

Nur Hidayat.

Teknologi Enzimatis dan Mikrobial



# CPL dan CPMK

## CPL:

- Mampu merancang komponen ~~sistem, sistem~~, proses, dan/atau produk untuk memenuhi ~~kebutuhan dalam kendala yang~~ ~~realistik~~ dengan menerapkan metode, ketrampilan, dan alat keteknikan moderen dalam praktek teknik agroindustri cerdas yang berkelanjutan berbasis kearifan lokal dan berwawasan global

## CPMK:

- Mampu menganalisis bioproses yang melibatkan ~~enzim dan/atau~~ mikrobia(Jamur)

Produk  
Berbasis  
Jamur

Produk Biomass

Produk Enzim

Produk Metabolit

Produk jamur

# Produk Biomass

Produk yang dipanen keseluruhan (substrat dan jamurnya)

Jamur tumbuh pada substrat, melakukan metabolisme dan dipanen secara keseluruhan

Contoh:  
tempe, oncom,  
gatot dsb

# Tempe



- Kedelai direbus dan dikupas kulitnya
- *Rhizopus oligosporus* tumbuh <24 j, menghasilkan padatan hasil pertumbuhan hifa
  - Scr tradisional, tempe dibungkus dengan daun pisang dan dimakan di hari berikutnya
- Kedelai mjd lebih mudah dicerna sbg hasil aktivitas lipase dan protease dari *Rhizopus*

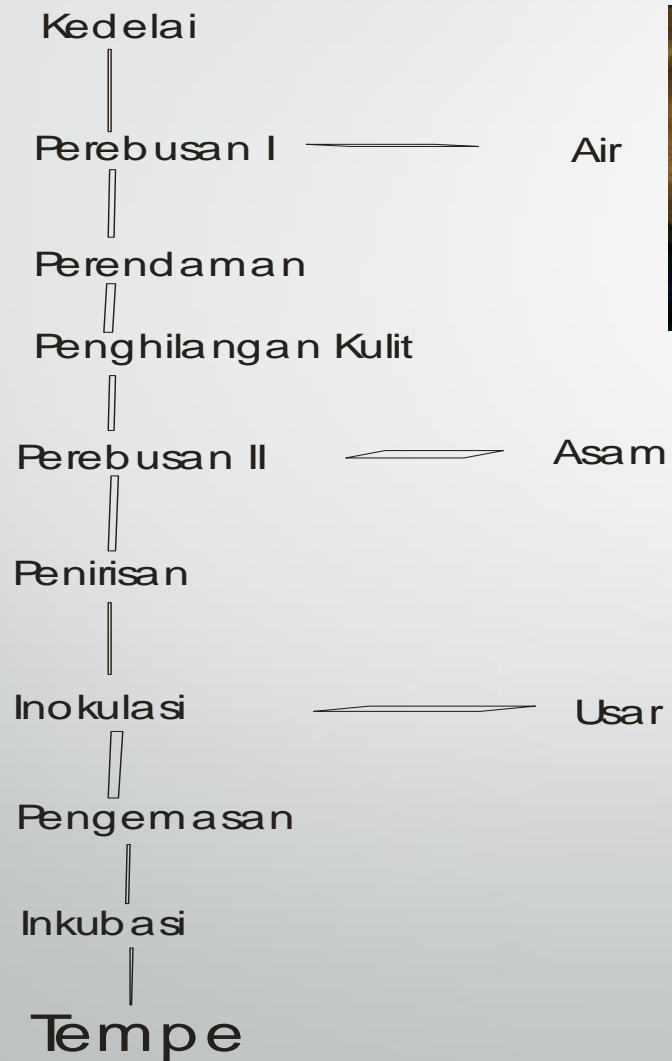
## Tempe kaya vitamin B<sub>12</sub>



- Penting untuk pembentukan sel darah merah
- Di tempe akibat/hasil aktivitas bakteri *Klebsiella*
- Dlm 100 g terdapat 3,9 µg (standar Amerika 3,0 µg/hari)
- Vitamin B<sub>12</sub> tdk rusak oleh pemanasan tetapi dpt rusak oleh sinar matahari.



# Diagram alir pembuatan Tempe





# Produksi Enzim

- Enzim yang umumnya diproduksi adalah enzim ekstraselular
- Enzim diproduksi menggunakan substrat padat ataupun cair
- Contoh produksi enzim amilase, protease, lipase, lignoselulase, xylanase dan sebagainya
- Umumnya menggunakan jamur berfilamen



# Fungal Protease

- Enzim protease merupakan enzim yang banyak diproduksi (lebih dari 70%) dan umumnya dari bakteri dan jamur
- Enzim-enzim ini memiliki aktivitas katalitik dalam kisaran suhu dan pH yang luas.
- Enzim protease mencakup:
  1. Serine Proteases (EC 3.24.21)
  2. Threonine proteases (EC 3.4.25)
  3. Cysteine proteases (EC 3.4.22)
  4. Aspartate proteases (EC 3.4.23)
  5. Glutamic acid proteases (EC 3.4.19)
  6. Metalloproteases (MMPs) (EC 3.4.24)

**Table 1: Cold tolerant fungal strains and enzyme produced for commercial important along with protease**

Sl No	Fungal Stain	Habitat	Enzyme Produced	Commercial Application
1.	<i>Debaryomyces hansenii</i>	5-10 <sup>0</sup> C	β-Glycosidase and cellulase	Food and milk processing
2.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10-15 <sup>0</sup> C	Protease and lipase	Food processing
3.	<i>Mrakia frigida</i>	5-10 <sup>0</sup> C	Cellulase and Trehalase	Paper and milk processing
4.	<i>Candida parapsilosis</i>	5-10 <sup>0</sup> C	Protease and lipase	Food and Fruit processing
5.	<i>Candida maltosa</i>	10-15 <sup>0</sup> C	α-amylase, cellulase, glucoamylase,	Milk and bakery Industry
6.	<i>Debaryomyces castellii</i>	10-15 <sup>0</sup> C	lipase, protease, and xylanase	Food and milk processing
7.	<i>Candida mogii</i>	5-10 <sup>0</sup> C	Xylanase, Protease and lipase	Fruits, Food and milk processing
8.	<i>Kluyveromyces marzianus</i>	5-10 <sup>0</sup> C	Xylanase, Protease and lipase	Fruits, Food and milk processing
9.	<i>Saccharomyces pombe</i>	5-10 <sup>0</sup> C	Lipase and alkaline protease	Food Processing
10.	<i>Saccharomyces sp.</i>	5-10 <sup>0</sup> C	All major protease and lipase	Fruits and Food Processing

**Table 2: Mesophilic fungal strains, enzyme produced including protease for commercial application**

SI No	Fungal Stain	Habitat	Enzyme produced	Commercial Application
1.	<i>Aspergillus candidus</i>	Mesophilic	Alkaline Protease	Animal feed, Textile, Leather
2.	<i>Aspergillus. flavus</i>	Mesophilic	Cellulase and Protease	Pulp, paper and Textile
3.	<i>Aspergillus. fumigatus</i>	Mesophilic	Amylase and Protease	Agriculture, Animal feed, Leather
4.	<i>Cephalosporium sp. KSM</i>	Mesophilic marine	Cellulose and Trehalase	Pulp and paper production
5.	<i>Chrysosporiumkeratinophilu m</i>	Mesophilic marine	Protease and $\beta$ - Glycosidase	Paper industry and detergent
6.	<i>Conidioboluscoronatus</i>	Mesophilic	Invertase and Cellulase	Food processing, Pulp and paper
7.	<i>Entomophthoracoronata</i>	Mesophilic marine	Lipase and alkaline Protease	Food processing and Leather
8.	<i>Fusariumeumartii</i>	Mesophilic marine	Alkaline Protease	Textile, Leather and Detergent
9.	<i>Aspergillus. oryzae</i>	Mesophilic	Alkaline Protease	Textile, Leather and Detergent
10.	<i>Tritirachium album Limber</i>	Mesophilic marine	Alkaline Protease	Textile, Leather and Detergent

**Table 3: Thermophilic fungal strains, enzyme produced including protease and commercial applications**

Sl No	Fungal Strain	Habitat	Enzyme Produced	Commercial application
1.	<i>Canariomyces thermophila</i>	45-60 <sup>0</sup> C	Serine and alkaline protease	Leather and detergent
2.	<i>Chaetomium mesopotamicum</i>	50-60 <sup>0</sup> C	Alkaline Protease	Leather and detergent
3.	<i>Coonemeria verrucosa</i>	45-50 <sup>0</sup> C	cellulase, lipase, phytase, protease	Animal feed and agriculture
4.	<i>Malbranchea cinnamomea</i>	45-55 <sup>0</sup> C	Serine and alkaline protease	Detergent and leather
5.	<i>Myriococcum thermophilum</i>	40-60 <sup>0</sup> C	$\alpha$ -amylase, cellulase, lipase protease	Detergent, animal feed
6.	<i>Talaromyces thermophilus</i>	60-75 <sup>0</sup> C	cellulase, glucoamylase, protease, xylanase	Biofuel, leather and detergent
7.	<i>Thermomyces ibadanensis</i>	40-55 <sup>0</sup> C	Serine Protease and Lipase	Waste treatment
8.	<i>Thielavia australiensis</i>	40-45 <sup>0</sup> C	cellulase, glucoamylase, protease	Biotechnology application
9.	<i>Myceliophthora thermophila</i>	48-56 <sup>0</sup> C	Serine and alkaline Protease	Detergent and leather
10.	<i>Melanocarpus albomyces</i>	50-55 <sup>0</sup> C	$\alpha$ -amylase, lipase, protease, xylanase	Textile and fabric

# Metabolit Jamur

- Produk metabolit dibedakan atas metabolit primer dan metabolit sekunder
- Metabolit primer adalah metabolit yang dihasilkan karena proses metabolisme
- Metabolit sekunder adalah metabolit yang dihasilkan seakan bukan terkait dengan proses metabolisme namun berkaitan dengan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan
- Contoh produk metabolit: asam organik (misal asam sitrat); antibiotika; toksin dsb

# Fermentasi Asam sitrat

- Perkembangan proses fermentasi asam sitrat dapat dibagi menjadi tiga fase.
  - Pada fase pertama produksi asam sitrat terbatas pada spesies *Penicilium* dan *Aspergillus* menggunakan kondisi kultur stasioner atau permukaan.
  - Fase kedua terdiri dari pengembangan proses fermentasi terendam untuk produksi asam sitrat menggunakan *Aspergillus*.
  - Tahap ketiga, melibatkan pengembangan kultur solid state, kultur kontinyu dan teknik fermentasi multistage untuk produksi asam sitrat.



# Jamur yang digunakan untuk produksi asam sitrat

- Mulai dari jamur hingga khamir, beberapa bakteri juga cocok untuk produksi asam sitrat. Kemampuan fermentasi dari galur yang dipilih terkadang ditingkatkan menggunakan mutagen
- Jamur yang banyak digunakan adalah *Aspergillus niger*
- Spesies *Aspergillus* lainnya yaitu, *Aspergillus aculeatus*, *Aspergillus awamori*, *Aspergillus carbonaries*, *Aspergillus goi*, *Aspergillus foetidus*
- Khamir *Saccaromicopsis lipolytica*, *Candida tropicalis*, *Candida oleophila*, *Candida guilliermondii*, *Candida parapsilosis*, *C. citroformans* adalah kandidat penghasil asam sitrat yang baik.

# Produksi Jamur

- Jamur dapat dipanen tanpa substrat
- Jamur yang digunakan adalah kelompok cendawan yang membentuk badan buah.
- Contoh: jamur tiram, jamur kancing, jamur merang, Ganoderma dan sebagainya