

---

# Fermentasi menggunakan Bakteri

NUR HIDAYAT

TEKNOLOGI ENZIM DAN MIKROBI



1

CPL –  
CPMK –  
SUB CPMK

---

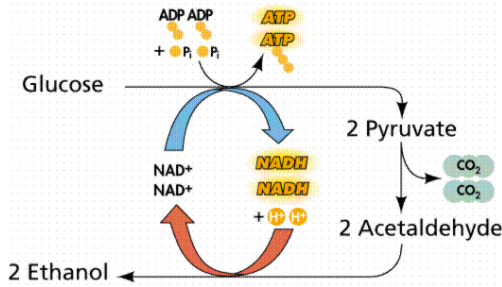
CPL: Mampu merancang komponen sistem, sistem, proses, dan/atau produk untuk memenuhi kebutuhan dalam kendala yang realistis dengan menerapkan metode, ketrampilan, dan alat keteknikan moderen dalam praktek teknik agroindustri cerdas yang berkelanjutan berbasis kearifan lokal dan berwawasan global

CPMK: Mampu menganalisis bioproses yang melibatkan enzim dan/atau mikrobia

SUB CPMK: Ketepatan dalam menjelaskan peran penting bakteri dalam fermentasi

2

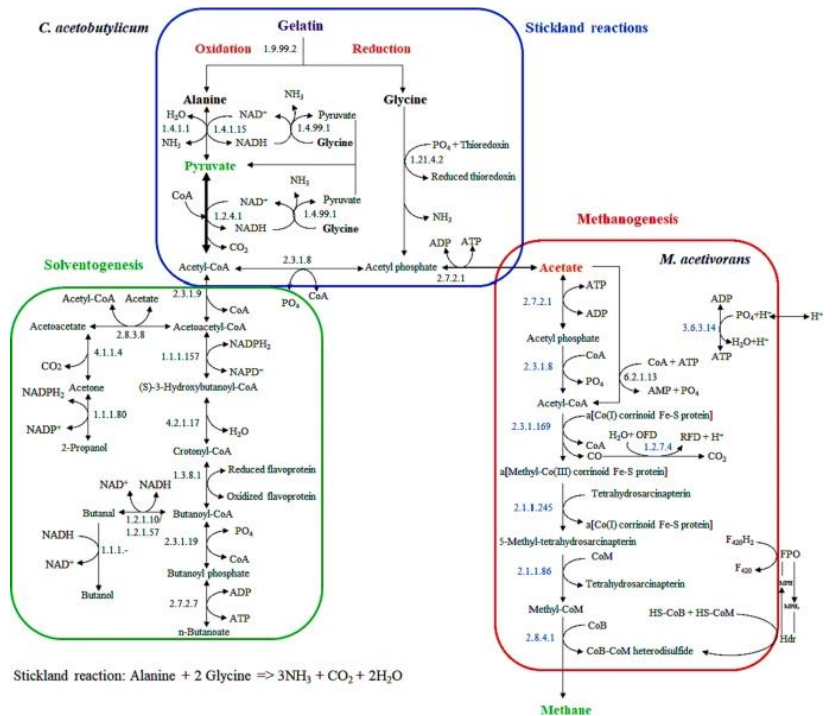
# Fermentasi



- Fermentasi adalah proses redoks anaerobik, di mana terjadi proses oksidasi substrat dan reduksi substrat lainnya sehingga dihasilkan produk dan energi.
- Pada sebagian besar fermentasi, substrat yang sama digunakan sebagai reduktor dan oksidan, sedangkan pada beberapa organisme yang memfermentasi asam amino, satu asam amino dioksidasi dan yang lainnya direduksi (reaksi Stickland).

3

## reaksi Stickland



4

# Fermentasi

## 01

Fermentasi dapat melibatkan bakteri, khamir ataupun jamur

## 02

Fermentasi dapat terjadi pada substrat cair ataupun padat

## 03

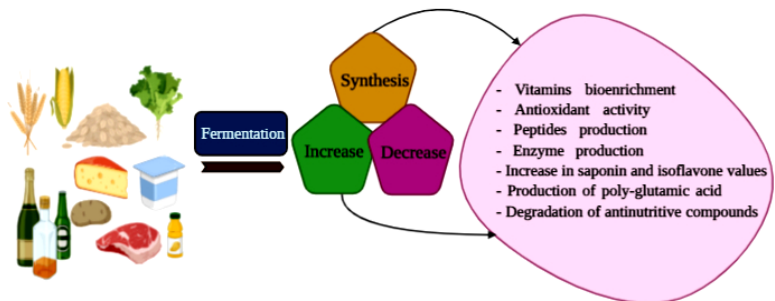
Fermentasi dapat terjadi pada kondisi anaerob maupun aerob

## 04

Bakteri banyak berperan dalam fermentasi pangan, juga pada bioproses untuk lingkungan, pertanian dsb

5

# Fermentasi



- Fermentasi adalah proses yang membantu memecah molekul organik besar melalui aksi mikroorganismen menjadi yang lebih sederhana.
- Fermentasi adalah cara alami untuk meningkatkan vitamin, asam amino esensial, mengurangi anti-nutrisi, meningkatkan pencernaan protein, penampilan makanan, rasa dan aroma
- Fermentasi juga membantu dalam pengurangan energi yang dibutuhkan untuk memasak serta membuat produk yang lebih aman

6

## Kelebihan pangan terfermentasi

---

Makanan fermentasi memiliki umur simpan yang lebih lama daripada makanan aslinya

---

Peningkatan sifat organoleptik; misalnya, keju memiliki sifat organoleptik yang lebih baik dalam hal rasa daripada substrat mentahnya, yaitu. susu.

---

Penghapusan bahan berbahaya/tidak diinginkan dari bahan baku—misalnya, ada pengurangan kandungan sianida beracun dari singkong, dan faktor perut kembung pada kedelai dihilangkan melalui fermentasi

7

---

## Kelebihan pangan terfermentasi

- Peningkatan sifat nutrisi karena adanya mikroorganisme fermentasi. Misalnya, bakteri asam laktat pada yoghurt menambah kualitas nutrisinya.
- Proses fermentasi dapat mengurangi waktu pemasakan produk
- Produk fermentasi seringkali mengalami peningkatan kandungan bioaktifnya misalnya anti-oksidan dan sebagainya

8

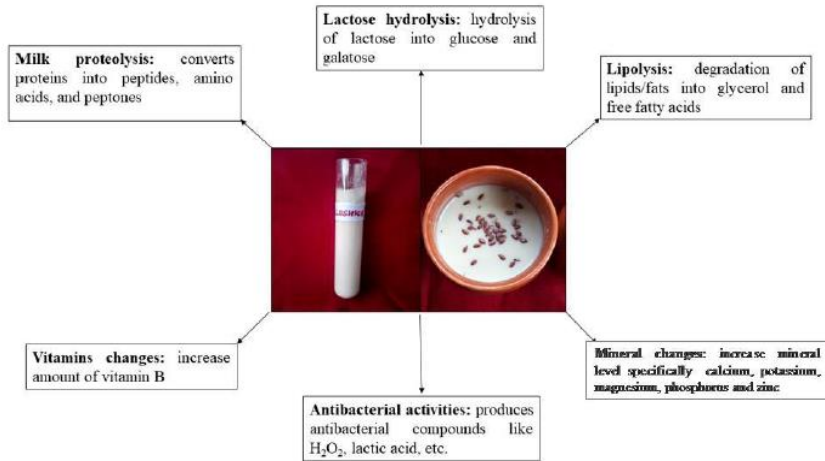


Figure 3. Changes in fermented dairy products during fermentation.

9

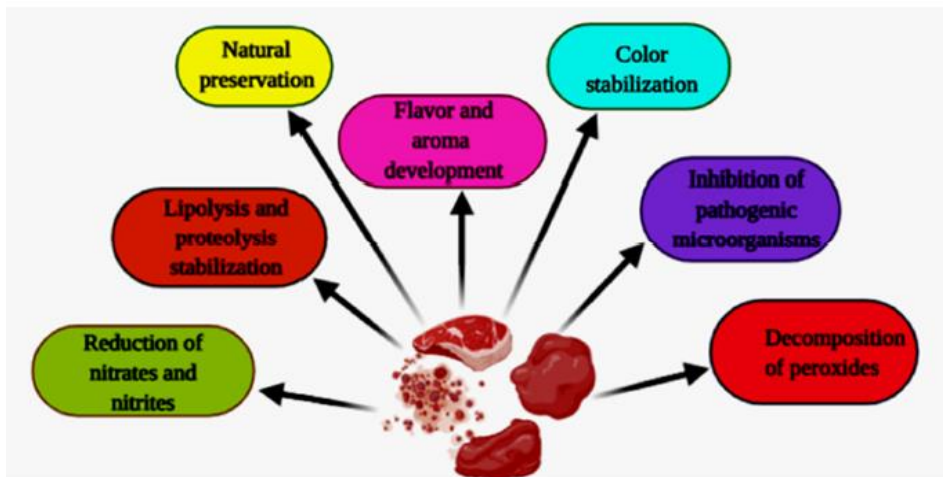


Figure 4. Quality changes in fermented meat products.

10

## Fermentasi oleh Acetobacter

Acetobacter dapat digunakan untuk berbagai proses fermentasi seperti pembuatan asam asetat (vinegar), selulosa (nata) dsb

*Acetobacter xylinum* untuk produksi selulosa

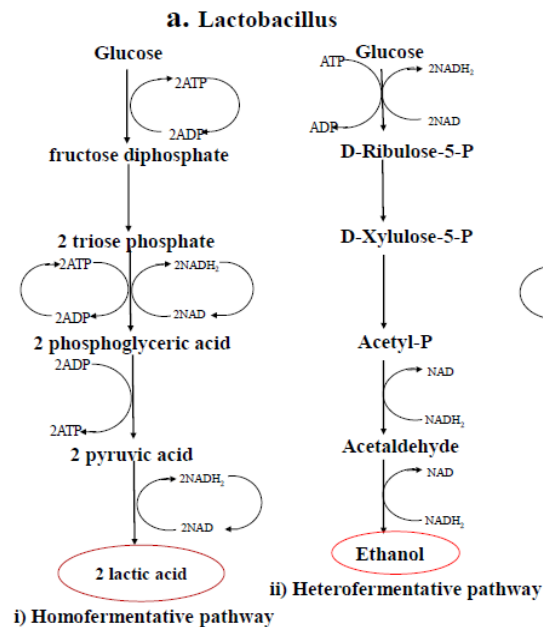
*Acetobacter pasteurianus* untuk produksi asam asetat pada fermentasi kakao

*Acetobacter aceti* untuk produksi asam asetat (vinegar)

11

## Fermentasi asam laktat (BAL)

- Bakteri asam laktat dibagi menurut produk fermentasinya.
- Spesies homofermentatif menghasilkan produk akhir tunggal, asam laktat, sedangkan spesies heterofermentatif menghasilkan senyawa lain, kebanyakan etanol dan karbon dioksida, bersama dengan laktat.



12

**Table 1** Industrial products from fermentations

Products	Starting material	Microorganisms involved
Foods:		
Beer	Grains	<i>Saccharomyces</i> spp.
Wine	Fruits, grapes	<i>Saccharomyces</i> spp.
Bread		
sourdough	Wheat flour	<i>Lactobacillus</i> spp.
white	Wheat flour	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Sausage	Pork and beef	<i>Pediococcus cerevisiae</i>
Pickles	Cucumber	<i>Lactobacillus</i> spp.
Yoghurt	Milk	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>
Brie	Milk	<i>Brevibacterium linens</i> , <i>Penicillium cambertii</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Streptococcus cremoris</i>
Cheddar	Milk	<i>Lactobacillus casei</i> , <i>Streptococcus cremoris</i>
Chemicals:		
Ethanol	Sugar crops, whey, sulfite liquors, starches	<i>Saccharomyces</i> spp.
Lactate	Glucose, maltose, sucrose, whey	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>
Acetone-butanol	Starches, molasses	<i>Clostridium</i> spp.

13

**Table 1.** Some of the most commonly prepared fermented foods/beverages with their fermenting microorganisms.

Fermented Foods/Beverages	Substrates Used	Microorganisms Involved in Fermentation
Dairy products Curd, Yogurt, Cheese, Yakult, Kefir	Milk and milk casein	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. cremoris</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. thermophilus</i> , <i>L. kefir</i> , <i>L. caucasicus</i> , <i>Penicillium camemberti</i> , <i>P. roqueforti</i> , <i>Acetobacter lovaniensis</i> , <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Vegetable products Kimchi, Tempeh, Natto, Miso, Sauerkraut	Soybean, cabbage, ginger, cucumber, broccoli, radish	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>R. oryzae</i> , <i>L. sakei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Thermotoga</i> sp., <i>L. hokkaidonensis</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>Rhodotorula rubra</i> , <i>Leuconostoc carnosum</i> , <i>Bifidobacterium dentium</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Weissella confusa</i> , <i>Candida sake</i>
Cereals Bahtura, Ambali, Chilra, Dosa, Kunu-Zaki, Marchu	Wheat, maize, sorghum, millet, rice	<i>L. pantheris</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>S. cerevisiae</i> , <i>L. mesenteroides</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>Trichosporon pullulans</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>P. cerevisiae</i> , <i>Delbrueckii hansenii</i> , <i>Deb. tamari</i>
Beverages Wine, Beer, Kombucha, Sake	Grapes, rice, cereals	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Zygosaccharomyces bailii</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Acetobacter pasteurianus</i> , <i>Gluconacetobacter</i> , <i>Acetobacter xylinus</i> , <i>Komagataeibacter xylinus</i>
Meat Products Sucuk, Salami, Arjia, Jama, Nham	Meat	<i>L. sakei</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Leuconostoc carnosum</i> , <i>Leuconostoc gelidium</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>E. hirae</i> , <i>E. durans</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>L. divergens</i> , <i>L. carnis</i> , <i>E. corcorum</i> , <i>B. lentus</i>

14

Table 2. Some essential commercial enzymes used in fermented foods/beverages.

Substrates	Enzymes	Microbial Source	Enzymatic Action/Process
Dairy	Protease	<i>A. niger</i> , <i>A. oryzae</i> and <i>B. subtilis</i>	Cheese production
	Catalase	<i>S. boydii</i> and <i>Bacillus</i> sp.	Removing H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Lactase	<i>B. subtilis</i>	Lactose-free milk
Cereals	Amylase	<i>B. licheniformis</i> and <i>B. subtilis</i>	Malting, mashing, liquefaction, and production of flavor esters
	Protease	<i>A. niger</i>	
	Pentosanase	<i>Trichoderma</i> sp.	
	Glucose oxidase	<i>P. notatum</i>	
	Phytase	<i>A. niger</i>	
	Pullulanase	<i>B. acidopullulyticus</i>	
	Xylanase	<i>A. oryzae</i> and <i>B. subtilis</i>	
	Lipases	<i>Aspergillus niger</i>	
	B-glucanase	<i>B. subtilis</i> , <i>A. niger</i> and <i>P. funiculosum</i>	
	A-acetolactate-decarboxylase	<i>B. subtilis</i>	
	Amyloglucosidase	<i>A. niger</i> and <i>A. flavus</i>	
Cellulase	<i>T. longibrachiatum</i>		
Pectinase	<i>A. niger</i>		

15

## Fermentasi asam propionat

- Asam propionat (PA, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH), cairan tidak berwarna dengan bau yang sedikit tidak sedap, merupakan bahan kimia blok bangunan berbasis C<sub>3</sub> yang penting yang digunakan sebagai pengawet dalam biji-bijian (52%), roti dan produk susu (18%), herbisida (16 %), dan selulosa asetat propionat (10%)
- Bakteri yang digunakan adalah *Propionibacterium acidipropionici*
- *Substrat* yg umum adalah minyak bumi, karbohidrat dan gliserol (limbah produksi biodiesel)

16



## \_\_\_\_\_ Fermentasi asam amino

- Meskipun glutamat diisolasi dari gluten pada tahun 1866, nilai aplikasi utamanya ditemukan pada tahun 1908 oleh Kikunae Ikeda.
- Ia mempelajari zat penyaji rasa yang berasal dari rumput laut, yang secara tradisional digunakan sebagai bumbu dasar sup di Jepang, dan mengidentifikasi garam monosodium dari L-glutamat sebagai zat umami.
- M. J. Johnson, seorang profesor emeritus di University of Wisconsin, menggambarkan situasi pada tahun 1955, "ada, di banyak tempat, minat besar dalam produksi asam glutamat secara fermentasi"
- Berbagai asam amino kini telah diproduksi secara komersial melalui fermentasi: glutamate, lisin, metionin, sistein dsb

17

## \_\_\_\_\_ Fermentasi asam amino

- Dr. Ueda, seorang peneliti dari Kyowa Hakko Kogyo Co., Ltd. pada waktu itu, telah menetapkan metode screening
- Setelah menyaring sekitar 500 isolat, mereka menemukan galur unggul, *Corynebacterium glutamicum* (awalnya dilaporkan dengan nama *Micrococcus glutamicus*).
- Strain mengakumulasi 10,3 g glutamat per liter ketika ditumbuhkan dalam labu dengan media cair sintesis dengan glukosa 5%, dan akumulasi dengan mudah ditingkatkan menjadi >30 g/L dengan hasil >25% terhadap input glukosa, yang menunjukkan bahwa strain dapat diterapkan untuk fermentasi glutamat industri.
- Fermentasi glutamat komersial pertama dilakukan pada tahun 1958 di pabrik Kyowa Hakko Kogyo

18

## Fermentasi asam glutamat

Table 1 Glutamate fermentation from different carbon sources by different microorganisms

Carbon source	Microorganism	Titer (g/L)	Reference
Glucose 12%	<i>C. glutamicum</i>	30	[24]
Glucose 7%	<i>C. glutamicum</i>	195	[25]
Cane molasses 13%	<i>C. glutamicum</i>	63	[26]
Acetate 9%	<i>C. glutamicum</i>	23	[27]
Ethanol 7%	<i>Brevibacterium</i> sp.	53.1	[28]
Methanol 11%	<i>M. methylora</i>	6.8	[29]
Methanol 7%	<i>B. methanolicus</i>	69	[30]
n-Paraffin 3%	<i>Corynebacterium</i> sp.	5	[31]
n-Hexadecane 8%	<i>C. hydrocarboclastus</i>	19.6	[32]
Benzate 7%	<i>Brevibacterium</i> sp.	75	[33, 34]

Table 2 Earliest scientific reports on each of the amino acid fermentations

Amino acid	Type of producer	Titer (g/L)	Reference
Ornithine	<i>C. glutamicum</i> A-mutant	26.2	[24]
Lysine	<i>C. glutamicum</i> A-mutant	14	[102]
	<i>C. glutamicum</i> R-mutant	32	[103]
Tyrosine	<i>E. coli</i> R-mutant	?	[104]
Tyrosine, phenylalanine	<i>C. glutamicum</i> R-mutants	2.2	[105]
Methionine	<i>E. coli</i> R-mutant	?	[106]
	<i>C. glutamicum</i> A- and R-mutant	2	[107]
Histidine	<i>E. coli</i> R-mutant	?	[108]
	<i>C. glutamicum</i> R-mutant	7	[109]
Valine	<i>Aerobacter cloacae</i> strain isolated by screening	12	[110]
Threonine	<i>E. coli</i> A-mutant	3.7	[111]
Proline	<i>C. glutamicum</i> A-mutant	11.4	[112]
Tryptophan	<i>C. glutamicum</i> A- and R-mutant	2	[113]
Isoleucine	<i>S. marcescens</i> R-mutant	6.7	[114]
Leucine	<i>S. marcescens</i> A- and R-mutant	13.5	[115]

19

Terimakasih

20