

MIKROBIOLOGI PANGAN DAN INDUSTRI



Figure 26-16a Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

By: KUSNADI,MSI.



Figure 26-8 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



Figure 26-1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



Tempe Bongkrek Telan Korban Lagi

AMN MADANI REPUBLIKA

Kasus kematian itu pun sempat ditutup-tutupi. Purbalingga sedang mengikuti lomba ketahanan pangan tingkat nasional.

Kemiskinan di perdesaan Jawa Tengah tampaknya semakin kronis. Warga pun mengonsumsi apa saja demi mempertahankan hidupnya, termasuk makan tempe bongkrek. Akibatnya, seperti yang terjadi di Desa Sirau, Kecamatan Karangjambu, Kabupaten Purbalingga, puluhan warga keracunan, lima di antaranya tewas serta 48 lainnya dirawat di rumah sakit (RS).

Korban menemui ajalnya secara bergelombang sejak Ahad (21/9) hingga Senin (22/9). Sampai kemarin, seluruh korban yang sempat dirawat di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Purbalingga sudah dibolehkan pulang. Menurut Direktur RSUD, dr Nonot Mulyono, kondisi korban yang sempat mendapat perawatan sudah membaik.

Mereka yang tewas dalam peristiwa itu adalah Santarji (60 tahun)



Kurang dari satu jam setelah dikonsumsi, sejumlah warga merasa pusing, mual, dan muntah-muntah. Tak sedikit di antara mereka yang pingsan. Khotijah dan Santarji, yang memasak oseng tempe bongkrek, meninggal seketika. Sementara Wasri, Damini, dan Rohati meninggal dalam perjalanan menuju ke rumah sakit.

Rochmat, salah seorang penduduk Sirau, mengungkapkan tempe bongkrek

Hingga kemarin, belum ada kesimpulan penyebab kematian warga Desa Sirau. Tetapi, kata Kepala Subdinas Promotive dan Pencegahan Penyakit Dinas Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial (DKS), dr Sularso, pihaknya sudah mengirim contoh sisa makanan dan muntahan para korban ke laboratorium Kanwil Depkes Jateng di Semarang. Ia mengatakan karena peristiwa tersebut

dan keluarganya yang berobat di RSUD diwanti-wanti untuk tidak mengatakan jika mereka keracunan bongkrek.

Sahidi, salah satu kerabat Mustangin yang diberi pengarahannya, tidak menggubrisnya. Ia justru menceritakan kejadian sesungguhnya. "Saya sudah kehilangan anak menantu, kok malah diancam supaya tidak bilang kalau mereka dirawat bukan



Mikroba bagi manusia pada bidang pangan dan industri

- **Menguntungkan**----- berperan dalam proses-proses perombakan dan penyusunan senyawa organik (makanan) sehingga menghasilkan berbagai produk yang bermanfaat bagi manusia. Berbagai produk makanan olahan peran mikroba sebagai pemroses atau biomasa mikroba sebagai bahan baku
- **Merugikan** -----berperan sebagai agen pengkontaminasi dan pembusukan pada makanan sehingga menyebabkan kerugian pada produksi pangan.

MIKROBA dan PANGAN

- Kehadirannya menentukan kualitas dan tingkat keamanan pangan
- Dapat menyebabkan kerusakan makanan
- Dapat menyebabkan keracunan (intoksikasi)
- Agen bioproses menghasilkan produk pangan
- Dapat dijadikan sumber pangan dan supplement

Mikroba banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan dan industri

1. Ukurannya miroskopis, sehingga ratio antara luas permukaan dan volume menjadi tinggi---- kontak dengan substrat maksimum
2. Memiliki daya reproduksi yang sangat cepat bila dibandingkan dengan organisme lain
3. Memiliki genom sederhana, sehingga mudah direkayasa
4. Tidak menghasilkan senyawa toksik bagi lingkungan
5. Mudah dikembangbiakan di laboratorium, dengan substrat yang sederhana



Mikroorganisme menguntungkan dalam hal:

1. Berperan dalam proses **Fermentasi**: Bahan baku \longrightarrow makanan dan minuman hasil feremntasi
2. Berperan dalam meningkatkan gizi makanan: Kedelai----tempe-----nilai gizi tinggi
3. Berperan dalam pengadaan bau dan rasa, seperti: susu----yoghurt
4. Sebagai sumber protein: jamur konsumsi, seperti: jamur tiram, jamur merang, jamur shitake dsb.



Jamur konsumsi



Fermentasi :

- Fermentasi berasal dari kata “fervere” artinya mendidih, pertama kali dicetuskan oleh Louis Pasteur; mengamati buah anggur yang berubah menjadi anggur (wine).
- Fermentasi adalah proses perombakan senyawa organik dalam kondisi anaerob menghasilkan produk berupa asam-asam organik, alkohol dan gas



TIPE FERMENTASI

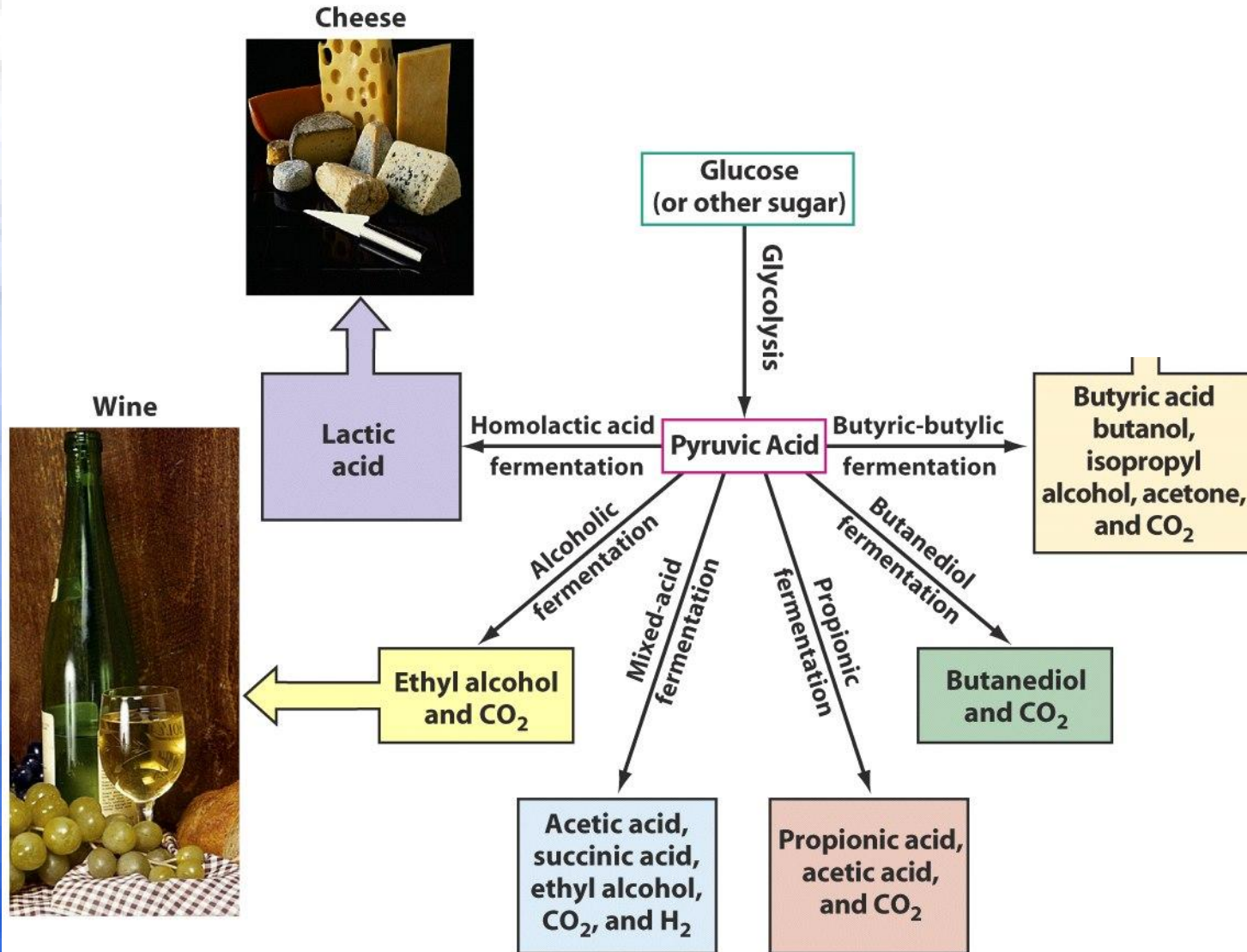
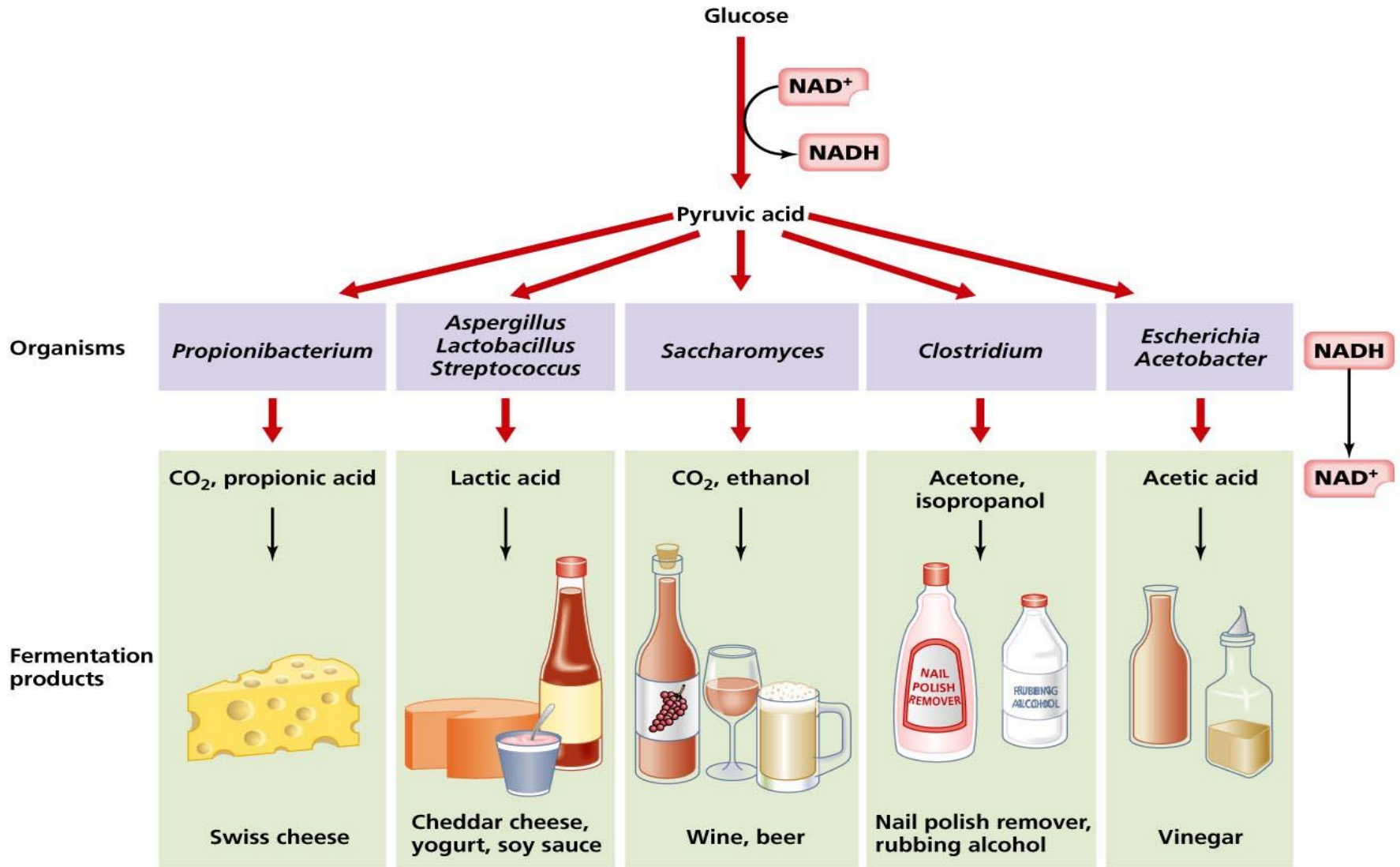


Figure 5-12 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

Tipe Fermentasi		
PATHWAY	END PRODUCTS	EXAMPLES
Lactic acid (Homolactic)	lactic acid (2 molecules)	<i>Lactobacillus</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Streptococcus</i> spp. Pathway can result in food spoilage
Heterolactic	lactic acid, ethanol and CO ₂	<i>Leuconostoc</i> Used in sauerkraut production
Alcohol	ethanol and CO ₂	<i>Saccharomyces</i> (yeast) Important in production of alcoholic beverages, bread and gasohol
Propionic acid	propionic acid and CO ₂	<i>Propionibacterium acnes</i> : metabolizes fatty acids in oil glands to propionic acid <i>Propionibacterium freudenreichii</i> gives flavor to and produces holes in Swiss cheese
Butyric acid	Butyric acid, butanol, acetone, isopropyl alcohol and CO ₂	<i>Clostridium</i> spp. produce butyric acid that causes butter and cheese spoilage Butanol and acetone are important organic solvents
Butanediol	Butanediol and CO ₂	Butanediol produced by <i>Enterobacter</i> , <i>Serratia</i> , <i>Erwinia</i> and <i>Klebsiella</i> . The intermediate, acetoin, is detected by the VP test . This test is used together with the MR test often to distinguish <i>Enterobacter</i> from <i>Escherichia coli</i> (VP-). <i>E. coli</i> is an important indicator organism of fecal contamination.
Mixed acid	ethanol, acetic acid, lactic acid, succinic acid, formic acid and CO ₂	Variety of acid products. Typically carried out by members of the Enterobacteriaceae including <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> and <i>Shigella</i> pathogens. Products detected by reaction with methyl red pH indicator.
Methanogenesis	methane and CO ₂	certain Archaea. majority of earth's methane production



Mikroorganisme dan Produk fermentasi





Fermentasi berdasarkan produk:

1. **Alkoholik** : anggur (wine), beer, tape, sake, whiskey, cider dll.



2. **Non-alkoholik**: Tempe, yoghurt, kimchi, saurkrauet, kefir, keju, kecap dsb.





FERMENTASI ALKOHOL

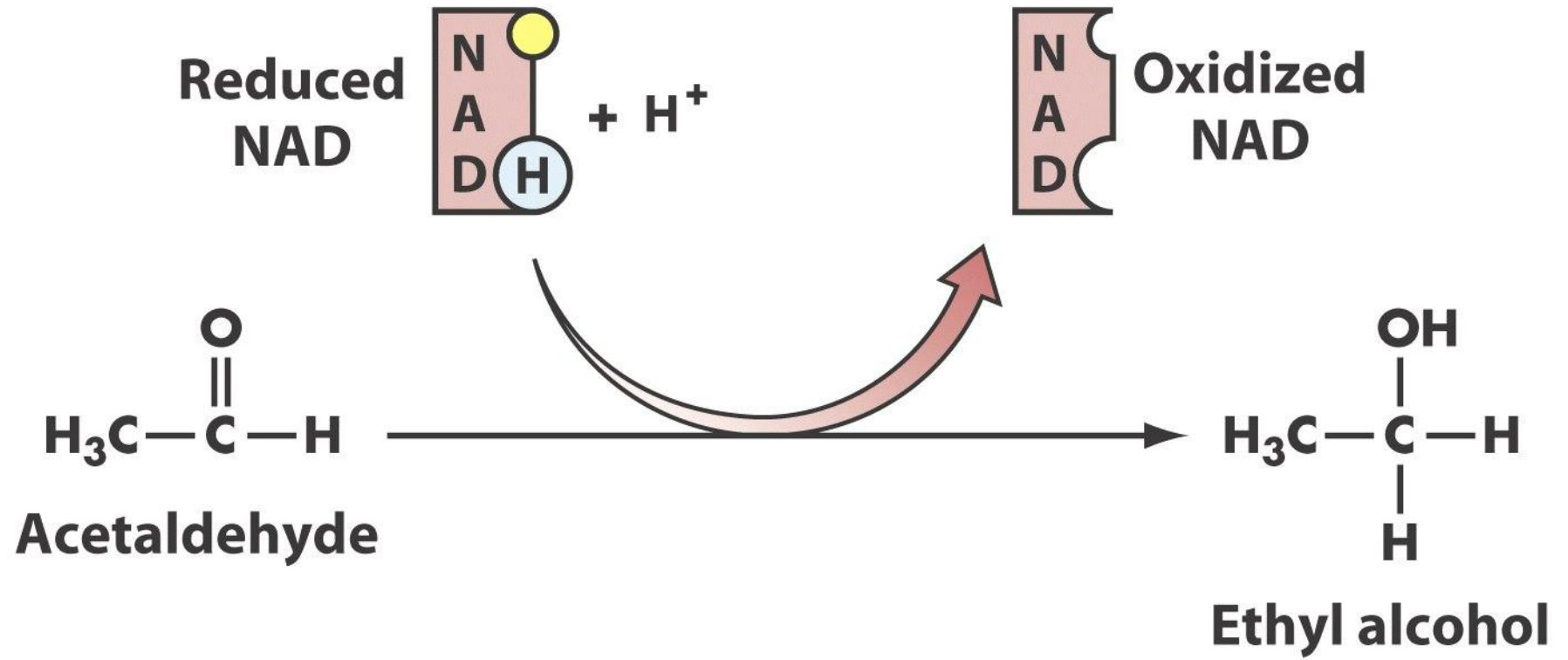
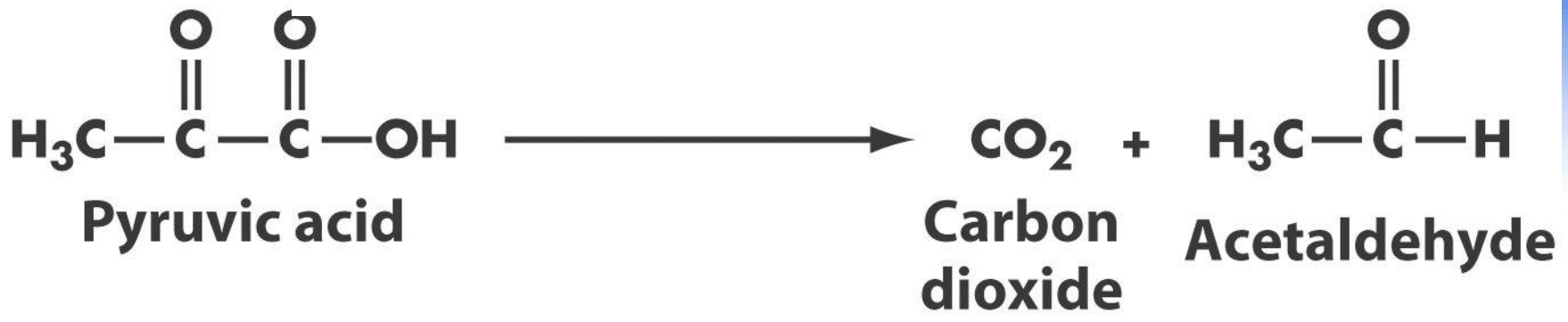


Figure 5-14 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

FERMENTASI ASAM LAKTAT

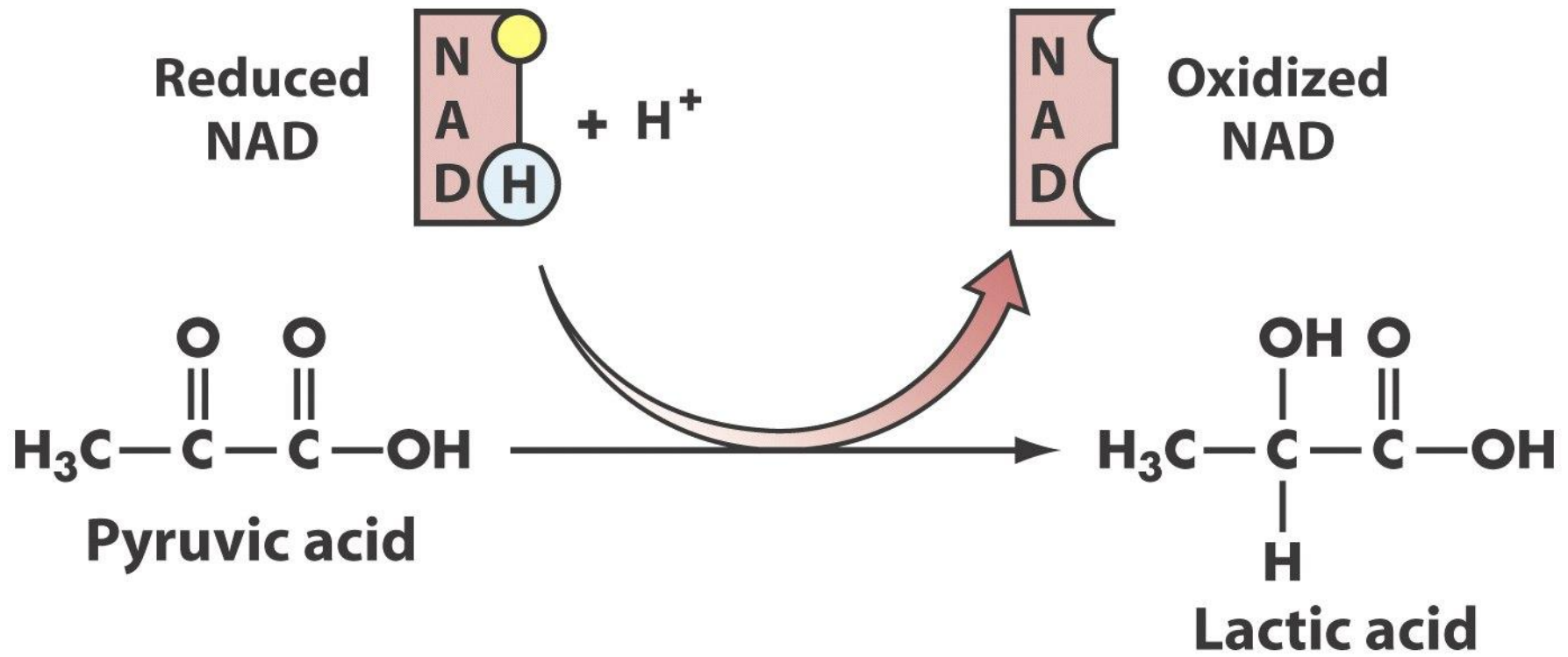
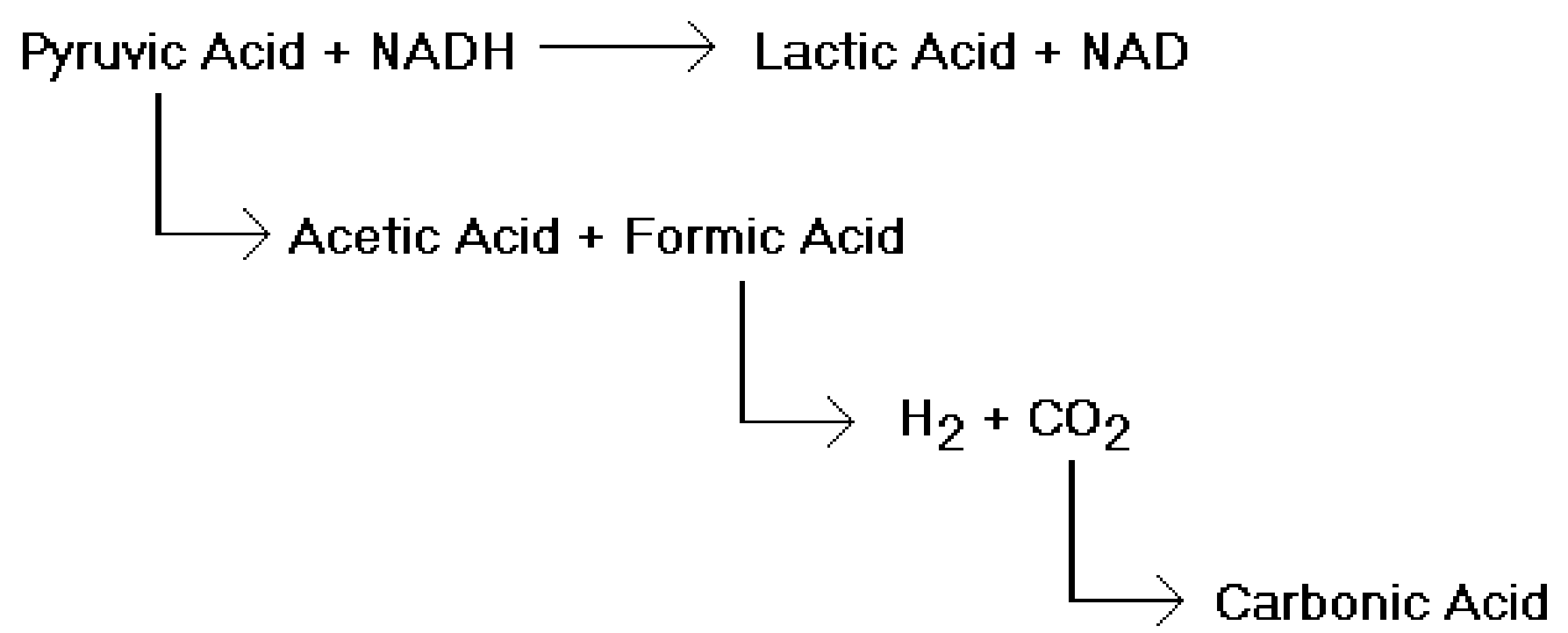


Figure 5-13 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

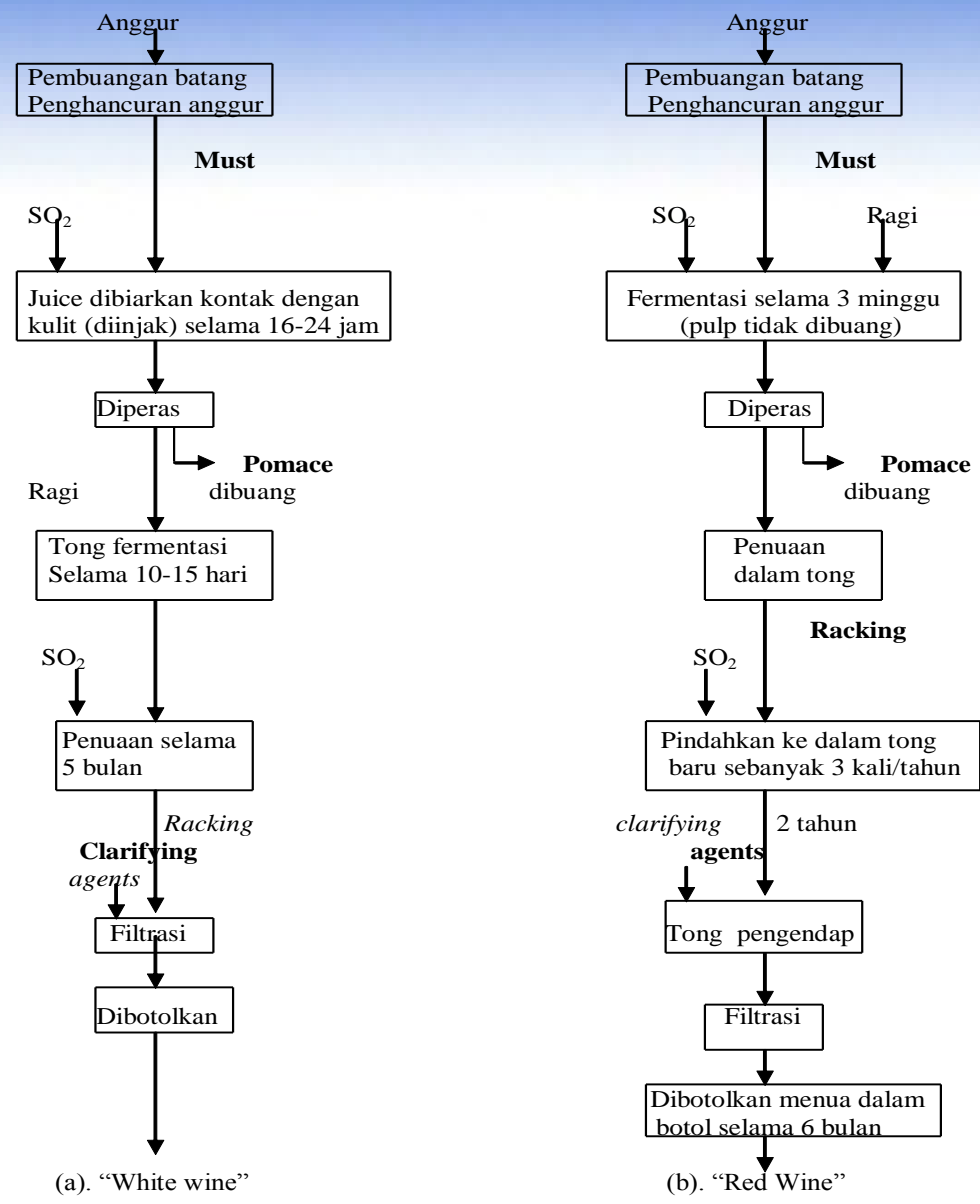


Fermentation Pathways: Mixed acid fermentation



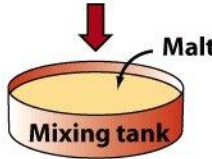
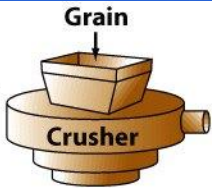


Fermentasi anggur (Wine)

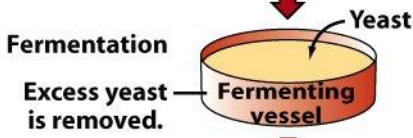
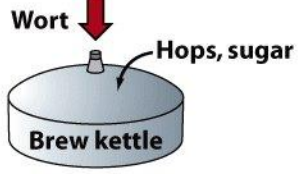
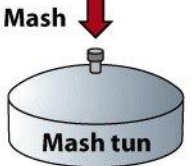




Malted grain is crushed and mixed with hot water until enzymes degrade the starch into sugars.



The resulting mash goes to the mash tun for further enzyme activity.



Beer is filtered, pasteurized, and then bottled



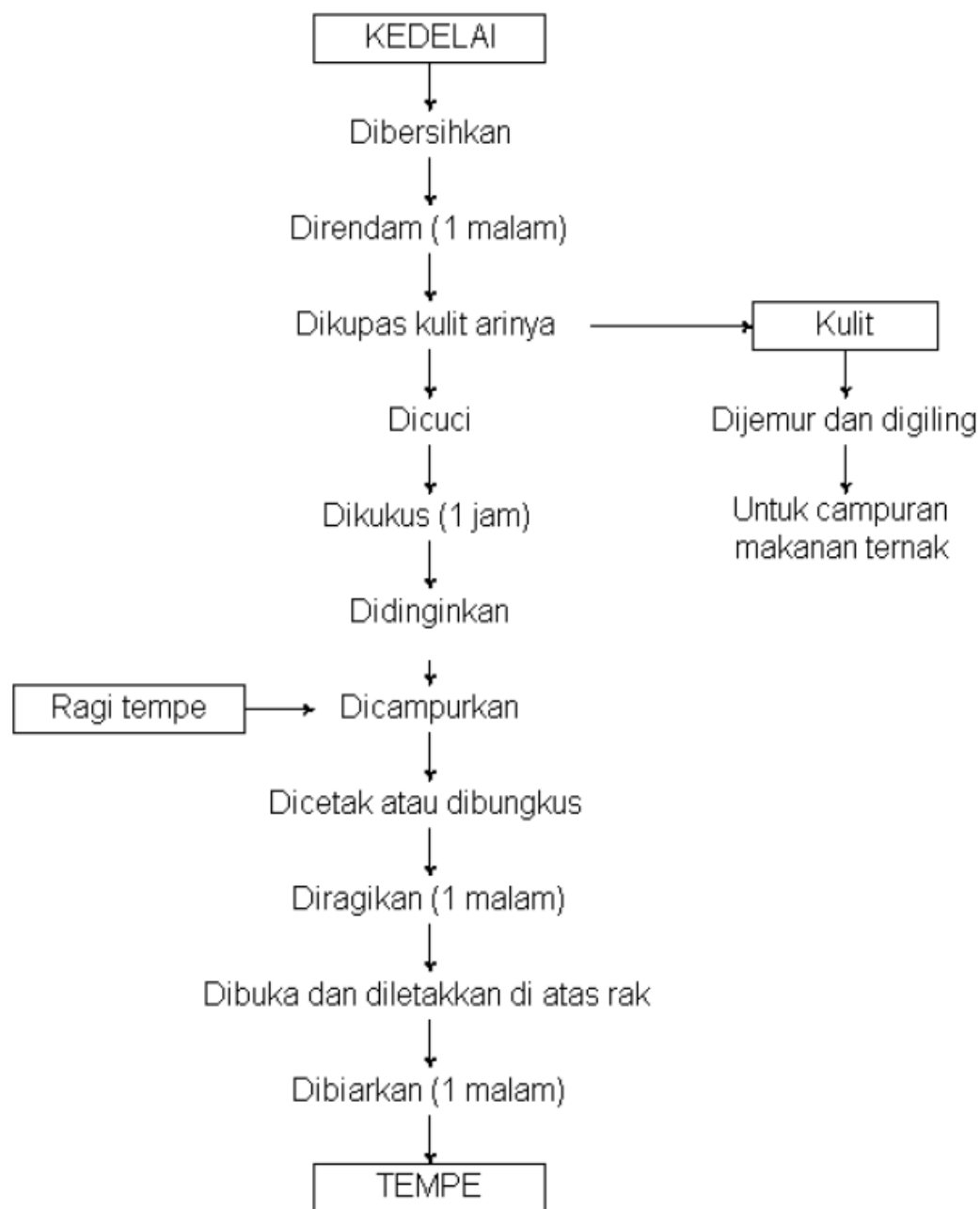
Figure 26-11 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

Tempe

- Produk fermentasi tradisional Indonesia
- Hasil fermentasi kedelai dengan kapang *Rhizopus* spp ----tempe
- Memiliki kandungan gizi dan daya cerna yang tinggi, serta memiliki kandungan isoflavon sebagai antioksidan
- Hasseltine (1965) meneliti terdapat 40 strain dari 6 spesies *Rhizopus* berperan dalam pembuatan tempe: *Rhizopus oligosporus*, *R. arrhizus*, *R. oryzae*, *R. stoloniferus*, *R. formosaensis* dsb.



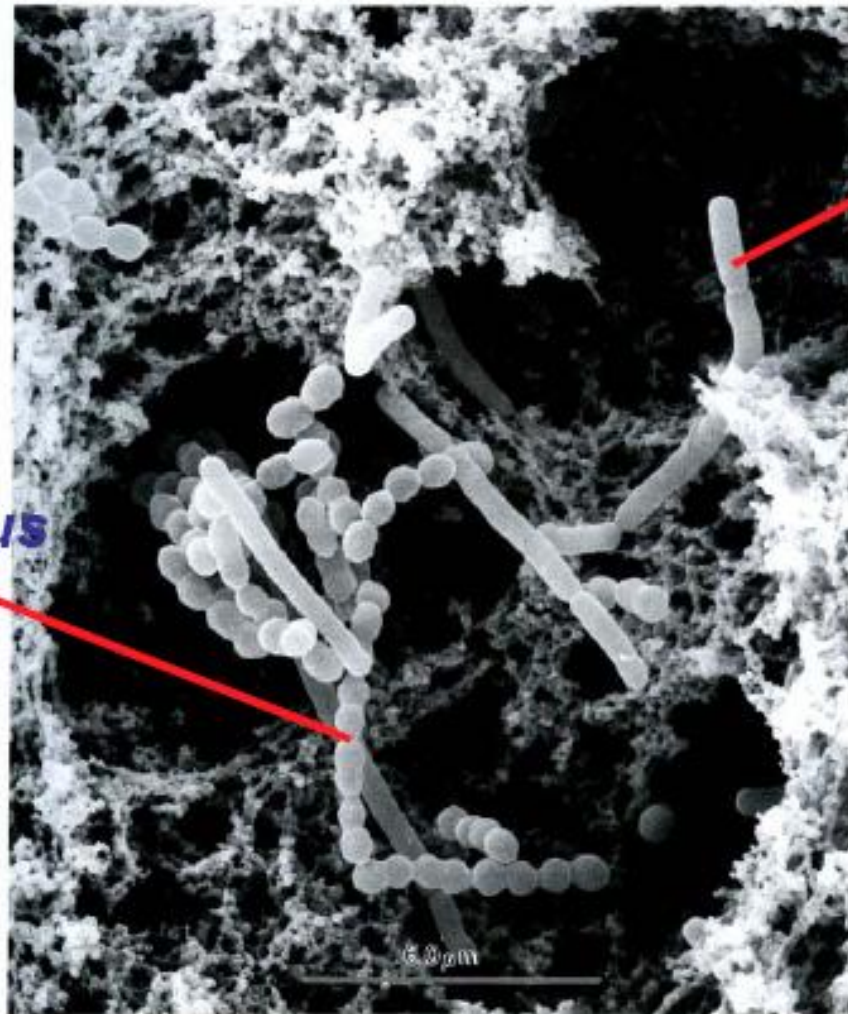
DIAGRAM ALIR PEMBUATAN TEMPE



Produk fermentasi susu

- 1. Yoghurt:** -----bahan baku susu-----
asam laktat oleh Bakteri asam laktat
(BAL), yaitu: *Streptococcus*
thermophilus dan *Lactobacillus*
bulgaricus
- 2. Kefir:** mikroorganisme: *Streptococcus*
lactis, *L. bulgaricus* dan *Candida* sp.

Str. thermophilus



Lb. bulgaricus

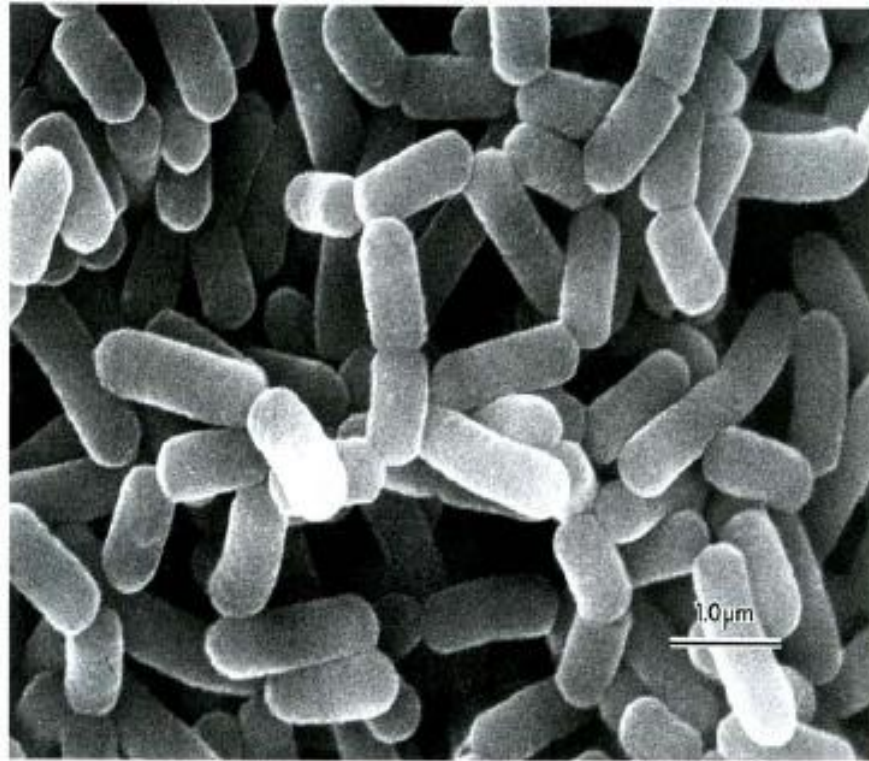
Yogurt must be fermented by two bacteria:
Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus and *St.*
thermophilus. (IDF rule)

Probiotik

- **Probiotik merupakan bakteri hidup yang diberikan sebagai suplemen makanan yang mempunyai pengaruh menguntungkan bagi kesehatan manusia dengan memperbaiki keseimbangan mikroflora intestinal.**
- **Salah satu produk probiotik yang populer di masyarakat adalah yakult.**



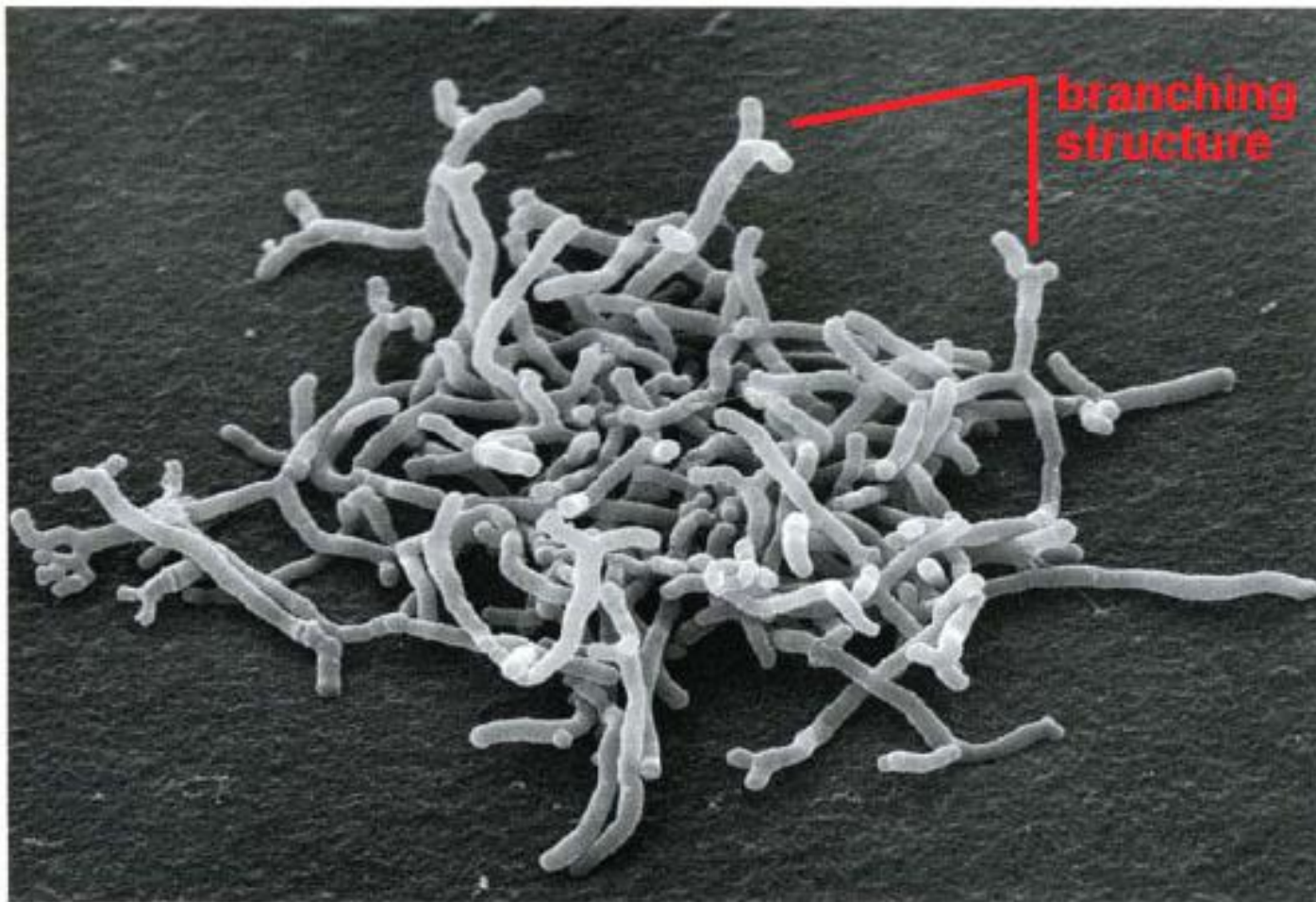
Yakult



Lactobacillus casei

Intestinal bacteria, Probiotics

Strain Shirota is very famous one which used in Every fermented products of Yakuruto Company



Bifidobacterium longum

Probiotics, LAB from taking in the broad sense
Production of acetic acid:lactic acid (3:2)
Branching structure is unique



Figure 26-7a Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

Tape

- Bahan baku: beras ketan, singkong
- Mikroorganisme: *Endomycopsis fibuligera*, *Saccharomyces cerevisiae*, *R. oryzae*, *Mucor*, *Chlamydomucor*

Saurkrauet dan Kimchi

- Produk fermentasi dari sayuran (asinan), bahan baku: kubis
- Menghasilkan asam laktat
- Mikroorganisme : Bakteri asam laktat:

Cider

- Produk fermentasi alkoholik
- Bahan bakui: sari buah-buahan
- Mikroorganisme yang berperan:
Saccharomyces cerevisiae



Mikrorogansime merugikan:

1. Merubah bau, rasa dan warna yang tidak dikehendaki
2. Menurunkan berat atau volume
3. Menurunkan nilai gizi/nutrisi
4. Merubah bentuk dan susunan senyawa
5. Menghasilkan toksin

Mikotoksikosis

- Toksin yang dihasilkan oleh beberapa jenis jamur
- Seperti aflatoksin (hepatotoksin dan karsinogenik) --- *Aspergillus flavus*
- Ergotoksin (halusinasi) ---- *Claviceps purpurea*



Prinsip metode pengawetan makanan

1. Mencegah dan menghindari kontaminasi
2. Menghambat pertumbuhan mikroba (mikrobistatis)
3. Membunuh mikroba (mikrobisida)



Metode Pengawetan makanan

1. Penanganan secara aseptik
2. Suhu tinggi: pendidihan, Uap bertekanan (sterilisasi) dan pasteurisasi.
3. Suhu rendah: lemari es, freezer
4. Dehidrasi
5. Menaikan tekanan osmotik: manisan dan penggaraman
6. Radiasi : ultraviolet dan sinar gama

Bacterial Counts in Frozen Foods after 12 Months' Frozen Storage and after Thawing 24 h at 70°F

Product	BACTERIA PER GRAM	
	Frozen	After thawing
Beef stew	390	1,400,000
Beefsteak	390	1,400,000
Carrots, scalded	3,000	5,800,000
Eggs (canned)	190,000	70,000,000
Green beans, scalded	1,000	40,000,000
Haddock	38,000	770,000
Oysters	22,000	320,000,000
Peaches, with sugar 3:1	60	700
Peas, scalded	1,000	24,000,000
Pork chops	1,300	8,700,000
Raspberries, with sugar 3:1	3,000	8,000
Sour cherries, with sugar 3:1	0	20
Strawberries, with sugar 2:1	200	2,000
Sweet corn, scalded	1,500	60,000,000

Food sample (preparation of homogenate)

- Direct microscopic examination
- Stained preparations
- Wet mounts

- Total colony counts
- Differential enumeration

Categories of microorganisms:

Bacteria
Molds
Yeasts

Metabolic types:

Lipolytic
Proteolytic
Saccharolytic

Physiological types:

Aerobic
Anaerobic
Facultative
Microaerophilic

Mesophilic
Psychrophilic
Thermophilic

- Identification of specific groups or species of microorganisms (examples)

Bacteria:

Bacillus cereus
Campylobacter jejuni
Clostridium botulinum
Clostridium perfringens
Coliforms
Fecal streptococci
Salmonella spp.
Shigella spp.
Staphylococcus aureus
Vibrio parahaemolyticus

Fungi:

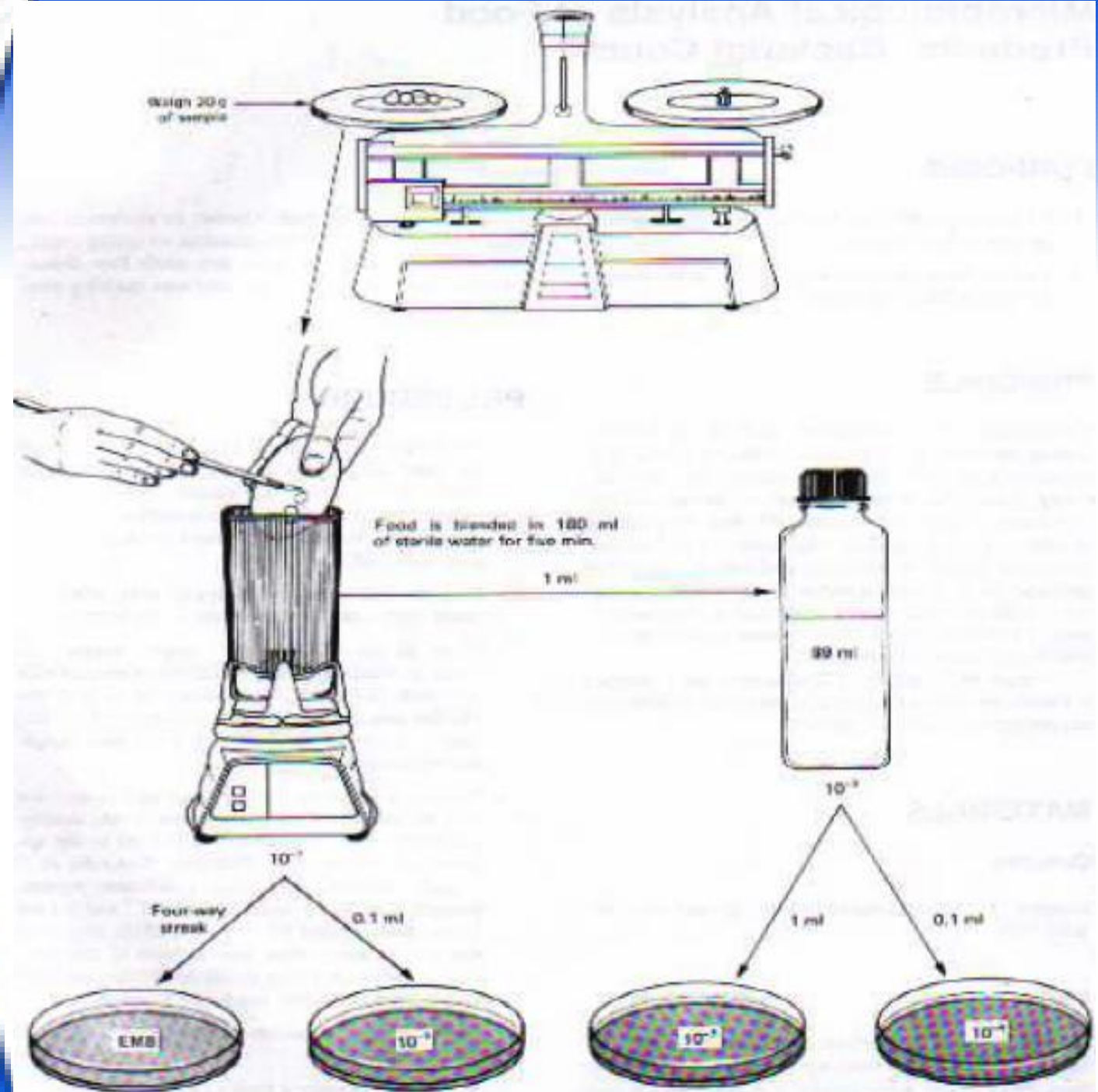
Aspergillus
Claviceps
Fusarium
Penicillium

Protozoa:

Entamoeba histolytica
Giardia lamblia
Toxoplasma gondii

Viruses:

Adenovirus
Enterovirus
Hepatitis A
Parvovirus





Beberapa jenis
patogen pada makanan

Ham	<i>Staphylococcus aureus</i> and its enterotoxin
Fermented meats	<i>Staphylococcus aureus</i> and its enterotoxin
Fish	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> Histamine (from <i>Proteus</i> spp.) Fish poisons
Crustaceans	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> Fish poisons
Cheese	<i>Staphylococcus aureus</i> and its enterotoxin <i>Brucella</i> spp. Enteropathogenic <i>Escherichia coli</i>
Dry milk	<i>Salmonella</i> <i>Staphylococcus aureus</i> and its enterotoxin



Kerusakan bahan makanan

Food	Type of spoilage	Some microorganisms involved
Bread	Moldy	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Bacillus subtilis</i>
Maple sap and syrup	Ropy	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	Ropy Yeasty	<i>Saccharomyces</i> <i>Zygosaccharomyces</i>
Fresh fruits and vegetables	Pink Moldy	<i>Micrococcus roseus</i> <i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i>
	Soft rot	<i>Rhizopus</i> <i>Erwinia</i>
	Gray mold rot Black mold rot	<i>Botrytis</i> <i>A. niger</i>
Pickles, sauerkraut	Film yeasts, pink yeasts	<i>Rhodotorula</i>
Fresh meat	Putrefaction	<i>Alcaligenes</i> <i>Clostridium</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i>
Cured meat	Moldy	<i>Aspergillus</i> <i>Rhizopus</i> <i>Penicillium</i>
	Souring	<i>Pseudomonas</i> <i>Micrococcus</i>
	Greening, slime	<i>Lactobacillus</i> <i>Leuconostoc</i>
Fish	Discoloration	<i>Pseudomonas</i>
	Putrefaction	<i>Alcaligenes</i> <i>Flavobacterium</i>
Eggs	Green rot	<i>P. fluorescens</i>
	Colorless rots	<i>Pseudomonas</i> <i>Alcaligenes</i>
Concentrated orange juice	Black rots	<i>Proteus</i>
	"Off" flavor	<i>Lactobacillus</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Acetobacter</i>
Poultry	Slime, odor	<i>Pseudomonas</i> <i>Alcaligenes</i>

Mikrobiologi industri

- Kegiatan industri yang melibatkan berbagai jenis mikroorganisme sebagai jasad pemroses
- Meliputi: produk makanan dan minuman beralkohol, farmasi, bahan kimia dll.
- Mikroorganisme yang berperan: bakteri, jamur, dan mikroalga.



Sifat penting lain yang harus dimiliki mikroorganisme industri adalah:

- Tidak berbahaya bagi manusia, dan secara ekonomis produknya penting bagi hewan dan tumbuhan.
- Harus non-patogen dan bebas toksin, atau jika menghasilkan toksin, harus cepat di-inaktifkan.
- Mudah dipindahkan dari medium biakan.
- Mikroorganisme industri harus dapat direkayasa secara genetik.
- Memiliki karakteristik genetik yang stabil



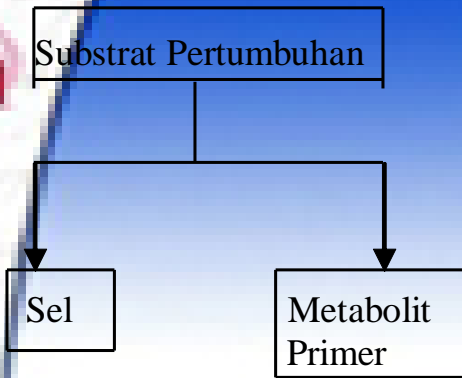
Persyaratan lain untuk industri

- Medium: harus mudah diperoleh, tidak menjadi bahan/makanan pokok dan relatif murah. Bisa memanfaatkan berbagai limbah pertanian seperti jerami, tongkol jagung, serbuk gergaji, bagas, onggok dsb.
- Produk: harus mudah dipasarkan, dihasilkan dalam jumlah besar dan nilai ekonomi
- Limbah: harus mudah didaurulang, tidak mencemari lingkungan

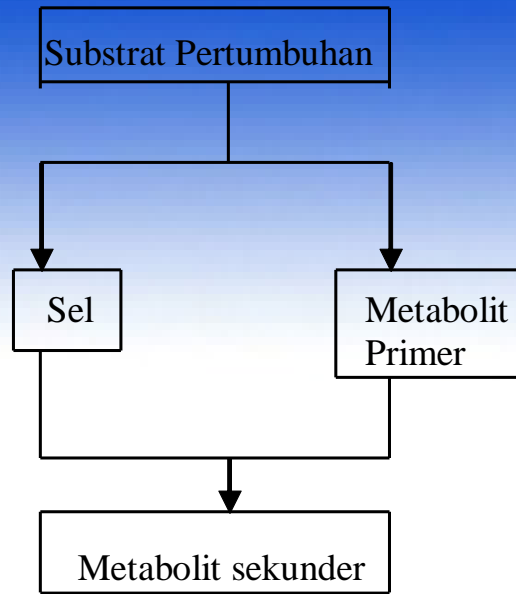


Produk mikrobiologi industri

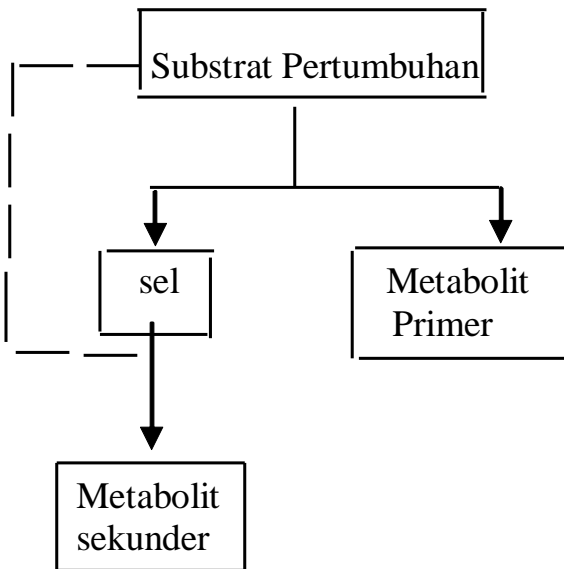
- Metabolit primer: metabolit yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang penting untuk pertumbuhan mikroba tersebut
- Metabolit sekunder: dihasilkan untuk pertahanan tubuh mikroba



Sel dan metabolit dihasilkan
Kurang atau lebih simultan



Setelah sel dan metabolit primer
dihasilkan, sel merubah metabolit
primer menjadi sekunder.

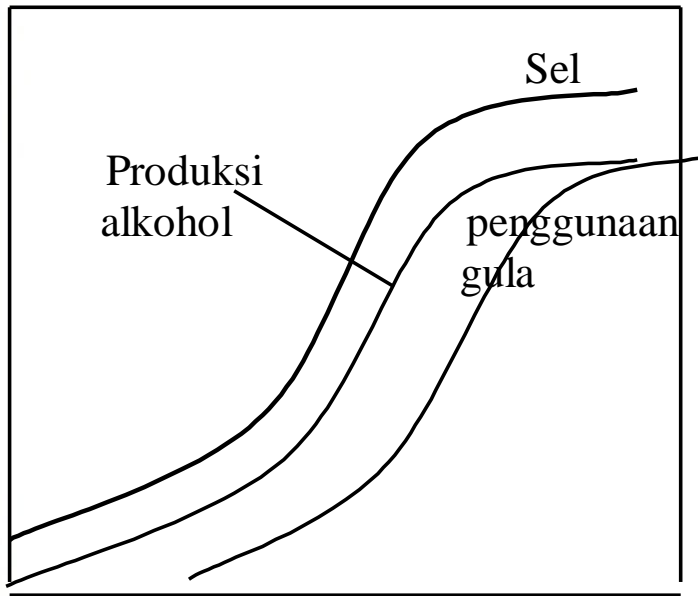


Setelah sel dihasilkan, selanjutnya substrat
pertumbuhan dirubah menjadi metabolit
sekunder



Perbandingan metabolit primer dan sekunder

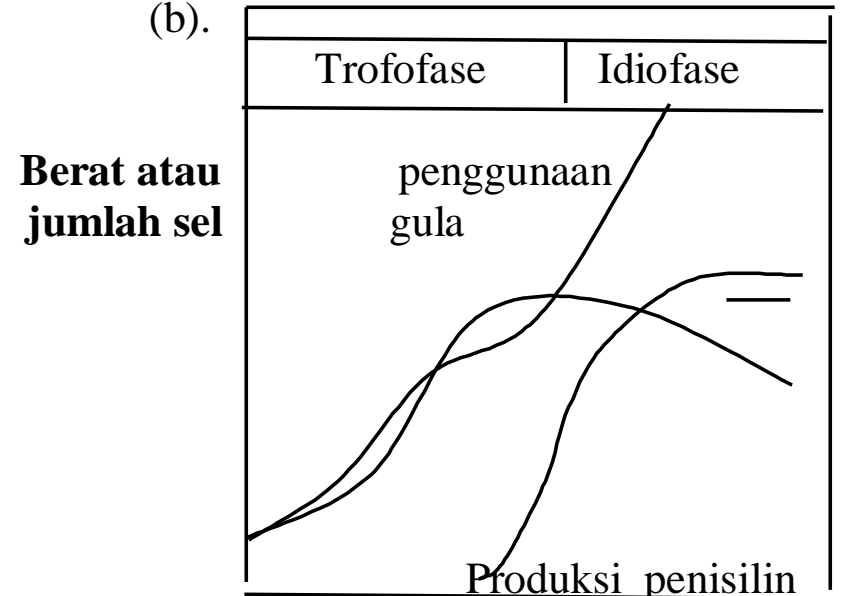
(a).



Berat atau jumlah sel

Waktu

(b).



Berat atau jumlah sel

Waktu

Karakteristik metabolit sekunder

- Setiap metabolit sekunder dihasilkan hanya oleh sebagian kecil organisme/relatif sedikit.
- Metabolit sekunder kelihatannya tidak penting untuk pertumbuhan dan reproduksi sel.
- Pembentukan metabolit sekunder sangat ekstrim bergantung pada kondisi pertumbuhan, khususnya komposisi medium. Sering terjadi tekanan pembentukan metabolit sekunder.
- Metabolit sekunder sering dihasilkan sebagai kelompok struktur yang berhubungan erat. Sebagai contoh, strain tunggal spesies *Streptomyces* ditemukan dapat menghasilkan 32 antibiotika antrasiklin yang berbeda tetapi berhubungan.
- Sering terjadi produksi metabolit sekunder secara berlebihan, sedangkan metabolit primer terikat pada metabolisme primernya, biasanya tidak mengalami kelebihan produksi seperti hal tersebut



Tabel Asam amino yang digunakan pada industri makanan

(Sumber: Brock & madigan,1991)

Asam amino	Makanan	Tujuan
Glutamat (MSG)	Berbagai makanan	Meningkatkan rasa
Aspartat dan alanin	Juice Buah	Menyempurnakan rasa
Glisin	Pemanis makanan	Perbaikan rasa
Sistein	Roti	Perbaikan kualitas
	Juice Buah	Antioksidan
Triftofan + histidin	Berbagai makanan, susu bubuk	Antioksidan, mencegah tengik
Aspartam (dibuat dari fenilalanin + asam aspartat)	Minuman ringan, dsb.	Pemanis rendah-kalori
Lisin	Roti (Jepang)	Tambahan nutrisi
Metionin	Produk kedelai	Tambahan nutrisi



Tabel Berabagi enzim yang dihasilam mikroorganisme dan penggunaannya

(sumber: Brock & Madigan,1991)

Enzim	Sumber	Penggunaan	Industri
Amilase	Fungi	Roti	Pembakaran
	Bakteri	Pati pelapis	Kertas
Protease	Fungi	Pembuatan sirup dan glukosa	Makanan
	Bakteri	Pati ' <i>cold-swelling laundry</i> '	Pati
	Fungi	Membantu pencernaan	Farmasi
	Bakteri	Membuang lapisan (mengurangi ukuran)	Tekstil
	Fungi	Roti	Pembakaran
	Bakteri	Membuang noda	' Dry cleaning '
	Bakteri	Mengempukkan daging	Daging
	Bakteri	Membersihkan luka	Obat
Invertase	Bakteri	Membuang lapisan (mengurangi ukuran)	Tekstil
	Bakteri	Deterjen rumah-tangga	Laundry
Glukosa oksidase	Ragi	Permen ' <i>soft-center</i> '	Permen
	Fungi	Membuang glukosa, oksigen. Kertas uji untuk diabeter	Makanan Farmasi
Glukosa isomerase	Bakteri	Sirup jagung fruktosa-tinggi	Minuman ringan
Pektinase	Fungi	Memeras, menguraikan	Wine, juice buah
Rennin	Fungi	Koagulasi susu	Keju.
Streotokinase	Bakteri	Mengobati pasien karena serangan jantung	Farmasi
DNA plymerase	Bakteri	PCR/polymerase chain reaction	Laboratorium
Lipase	Fungi	Meningkatkan rasa, menghilangkan noda	Makanan, deterjen

Cuka/vinegar (asam asetat)

- Cuka merupakan produk yang dihasilkan dari perubahan etil alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat, anggota genera *Acetobacter* dan *Gluconobacter*.
- Dilakukan dalam kondisi aerobik
- Digunakan fermentor :
 1. Metode Orleans atau tong-terbuka
 2. Metode Trickle,
 3. Metode bubble,



touchscreen controller

autoclavable glass vessels

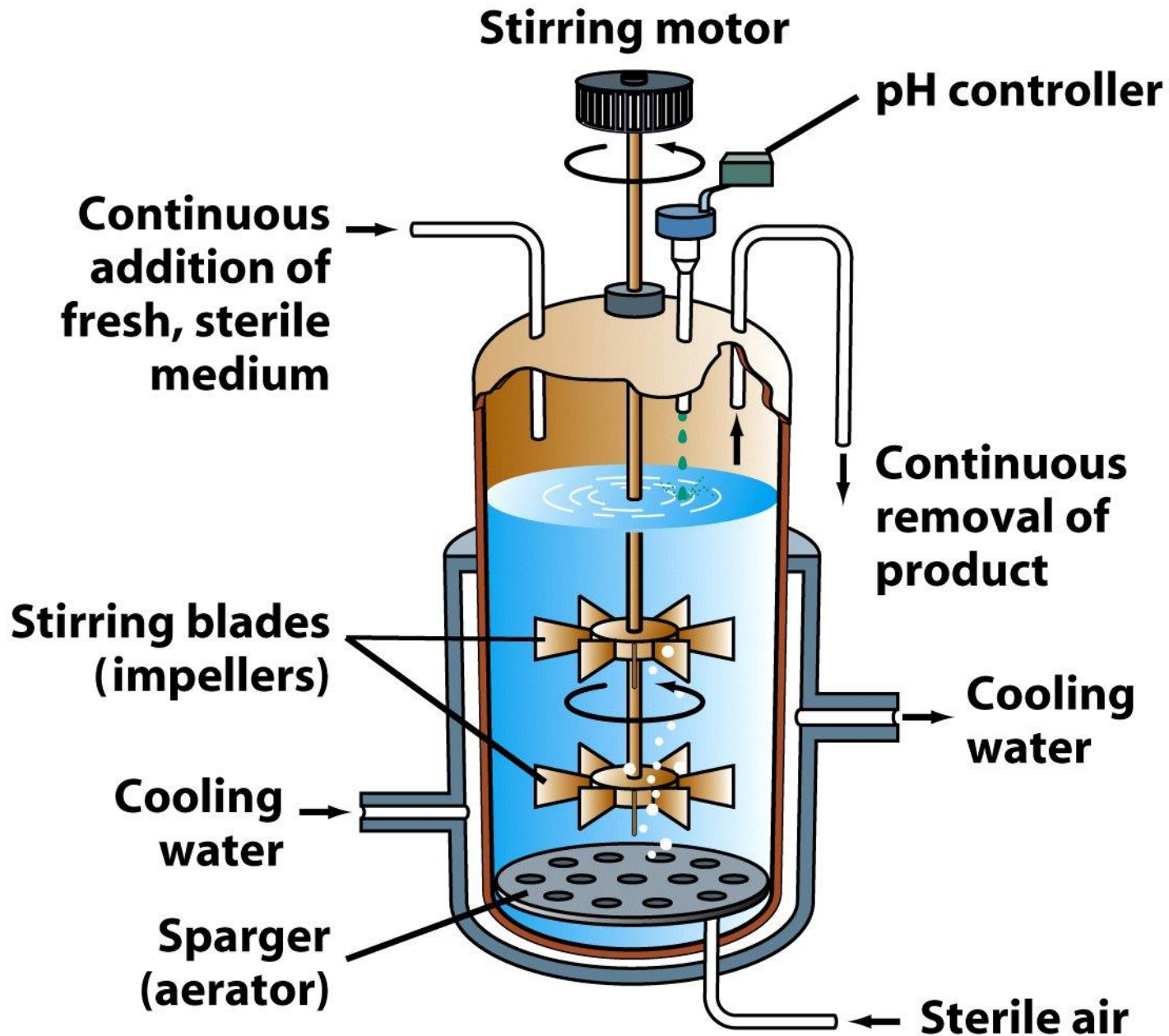


Figure 26-14 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



Figure 26-13b Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



Figure 26-12b Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

Terima kasih