



APLIKASI FERMENTASI DAN ILMU BIOKIMIA DI BIDANG TEKNOLOGI PANGAN

DISAMPAIKAN DALAM ACARA WEBINAR SKUL SERIES 2
YANG DISELENGGARAKAN DEPARTEMEN BIOKIMIA FMIPA
IPB UNIVERSITY TANGGAL 8 AGUSTUS 2020

PEMBICARA:
R. HARYO BIMO SETARTO, S.Si, M.Si

LABORATORIUM MIKROBIOLOGI PANGAN
PUSAT PENELITIAN BIOLOGI
LEMABAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
BOGOR
2020



PROFIL PEMBICARA



Nama: R. Haryo Bimo Setiarto, S.Si, M.Si

Alamat: Perumahan Darmaga Pratama Blok Q12/ No.4, Cibadak Ciampela, Bogor, West Java 16620 – Indonesia

Tempat, Tanggal Lahir: Bogor, January 27th 1988

Email: haryobimo88@gmail.com

Phone number: +6281289022365

Agama: Islam

Pekerjaan : (2010-now) Researcher Food Microbiology at Divison Microbiology, Research Center for Biology, Indonesian Institutes of Sciences

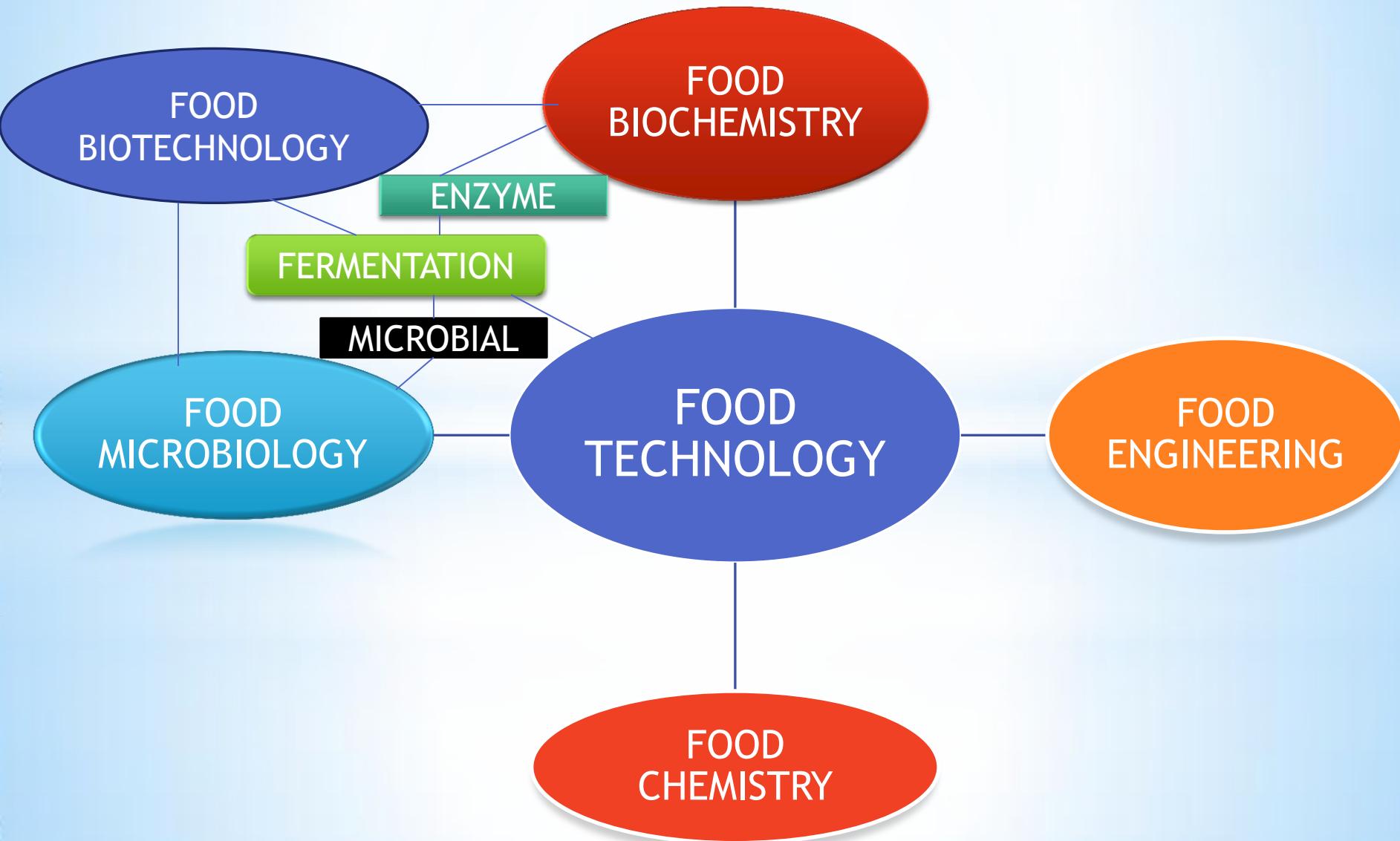
**Riwayat Pendidikan :(1993-1999) SD Negeri Kutabangjarnegara 3
(1999-2002) SMP Negeri 1 Banjarnegara
(2002-2005) SMA Negeri 1 Banjarnegara**

**(2005-2009) Undergraduated Majoring Biochemistry,
Mathematics and Natural Science Faculty,
Bogor Agriculture University**

**(2013-2015) Magister Program Majoring Food Science,
Faculty of Agriculture Technology**

**(2017-now) Doctoral Program Majoring Food Science,
Faculty of Agriculture Technology**

HUBUNGAN BIOKIMIA DAN BIOTEKNOLOGI DENGAN TEKNOLOGI PANGAN



PERANAN FERMENTASI UNTUK MENINGKATKAN NILAI TAMBAH PRODUK PANGAN

No.	Bahan Pangan	Mikroorganisme	Golongan	Produk
1	Susu	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Bakteri	Yoghurt
		<i>Streptococcus termophilus</i>	Bakteri	Yoghurt
		<i>Streptococcus lactis</i>	Bakteri	Mentega
		<i>Panicillium requiforti</i>	Kapang	Keju
		<i>Propioni bacterium</i>	Bakteri	Keju Swiss
		<i>Lactobacillus casei</i>	Bakteri	Susu asam
2	Kedelai	<i>Rhizopus oligosporus</i>	Kapang	Tempe
		<i>Rhizopus stoloniferus</i>	Kapang	Tempe
		<i>Rhizopus oryzae</i>	Kapang	Tempe
		<i>Aspergillus oryzae</i>	Kapang	Kecap
3	Kacang tanah	<i>Neurospora sitophyla</i>	Kapang	Oncom
4	Beras	<i>Saccharomyces cereviseae</i>	Khamir	Tape Ketan
		<i>Endomycopsis fibulegera</i>	Kapang	
5	Singkong	<i>Saccharomyces elipsoides</i>	Khamir	Tape singkong
		<i>Endomycopsis fibulegera</i>	Kapang	
6	Air kelapa	<i>Acetobacter xylinum</i>	Bakteri	Nata de coco
7	Tepung gandum	<i>Saccharomyces elipsoides</i>	Khamir	Roti
8	Kubis	<i>Enterobacter sp.</i>	Bakteri	Asinan
9	Padi-padian atau umbi-umbian	<i>Saccharomyces cereviseae</i>	Khamir	Minuman beralkohol
		<i>Saccharomyces caelsbergensis</i>	Khamir	
10	Mikroorganisme	<i>Spirulina</i> <i>Chlorella</i>	Mikroalga	Protein sel tunggal

BIOTEKNOLOGI KONVENTSIONAL VS MODERN

- Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk memproduksi alkohol, asam asetat, gula, atau bahan makanan, seperti tempe, tape, oncom, dan kecap.
- Dalam bioteknologi modern orang berupaya dapat menghasilkan produk secara efektif dan efisien. Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang didasarkan pada manipulasi atau rekayasa DNA, selain memanfaatkan dasar mikrobiologi dan biokimia.
- Sampai saat ini bioteknologi konvensional paling banyak diaplikasikan di bidang pangan karena relatif mudah dikerjakan, murah, praktis dan memenuhi standar keamanan pangan sehingga layak untuk dikonsumsi.
- Masih banyak perdebatan terkait aplikasi bioteknologi modern di bidang pangan, khususnya ada beberapa negara yang melarang penggunaan organisme transgenik GMO (*Genetically Modified Organism*) di bidang pangan dengan alasan tidak memenuhi standar keamanan pangan.

MANFAAT BIOTEKNOLOGI KONVENTSIONAL

- Bioteknologi konvensional dalam bidang pangan selain dapat menambah nilai guna dan harga suatu produk, juga banyak manfaat yang didapat oleh masyarakat, baik dari segi financial sampai sosio-kultural.
- Dari segi financial, bioteknologi dapat menambah nilai suatu produk sehingga harganya bertambah.
- Dari segi social budaya, pembuatan tuak seperti di daerah Tuban memberikan tambahan lapangan kerja bagi masyarakat dan budaya meminum tuak untuk menghangatkan tubuh menjadi ajang berkumpulnya masyarakat sehingga saling mendekatkan diri antar masyarakat dan menambah keakraban.
- Bahan pangan seperti keju dan mentega, yang seandainya tetap berwujud susu, maka tidak akan tahan lama untuk disimpan. Akan tetapi dengan aplikasi bioteknologi, maka susu tersebut bisa menjadi varian yang lain dan lebih bermanfaat.

CONTOH KASUS PENYALAHGUNAAN BIOTEKNOLOGI MODERN

- Penggunaan insulin hasil rekayasa telah menyebabkan 31 orang meninggal di Inggris.
- Tomat Flavr Savr hasil rekayasa diketahui mengandung gen yang resisten terhadap antibiotik.
- Susu sapi yang disuntik hormon BGH (bovine growth hormone) atau hormon pertumbuhan sapi, disinyalir mengandung bahan kimia baru yang punya potensi berbahaya bagi kesehatan manusia.
- Jagung yang direkayasa sebagai pakan unggas menjadikan unggas tersebut mengandung genetic modified organism (GMO) yang dikhawatirkan membahayakan manusia.
- Penyisipan gen babi ke dalam buah semangka dapat membawa konsekuensi bagi penganut agama tertentu (masalah kehalalan pangan).

DAMPAK APLIKASI BIOTEKNOLOGI DI BIDANG PANGAN

- Dengan menggunakan teknologi rekayasa genetika, kultur jaringan dan rekombinan DNA, dapat dihasilkan tanaman dengan sifat dan produk unggul karena mengandung zat gizi yang lebih jika dibandingkan tanaman biasa, serta juga lebih tahan terhadap hama maupun tekanan lingkungan.
- Adanya mikroorganisme yang membantu proses fermentasi / peragian membantu manusia menghasilkan bahan pangan seperti tempe, tape, oncom, kecap, keju, nata de coco dan yogurt.
- Kemajuan di bidang bioteknologi tak lepas dari berbagai kontroversi yang melingkupi perkembangan teknologinya. Sebagai contoh, teknologi kloning dan rekayasa genetika terhadap tanaman pangan mendapat kecaman dari bermacam-macam golongan.
- Berbagai upaya untuk menanggulangi dampak negatif penggunaan bioteknologi, misalnya perizinan dan pengawasan yang sangat ketat dari pihak terkait kepada para peneliti yang ingin melakukan penelitian-penelitian.

ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI

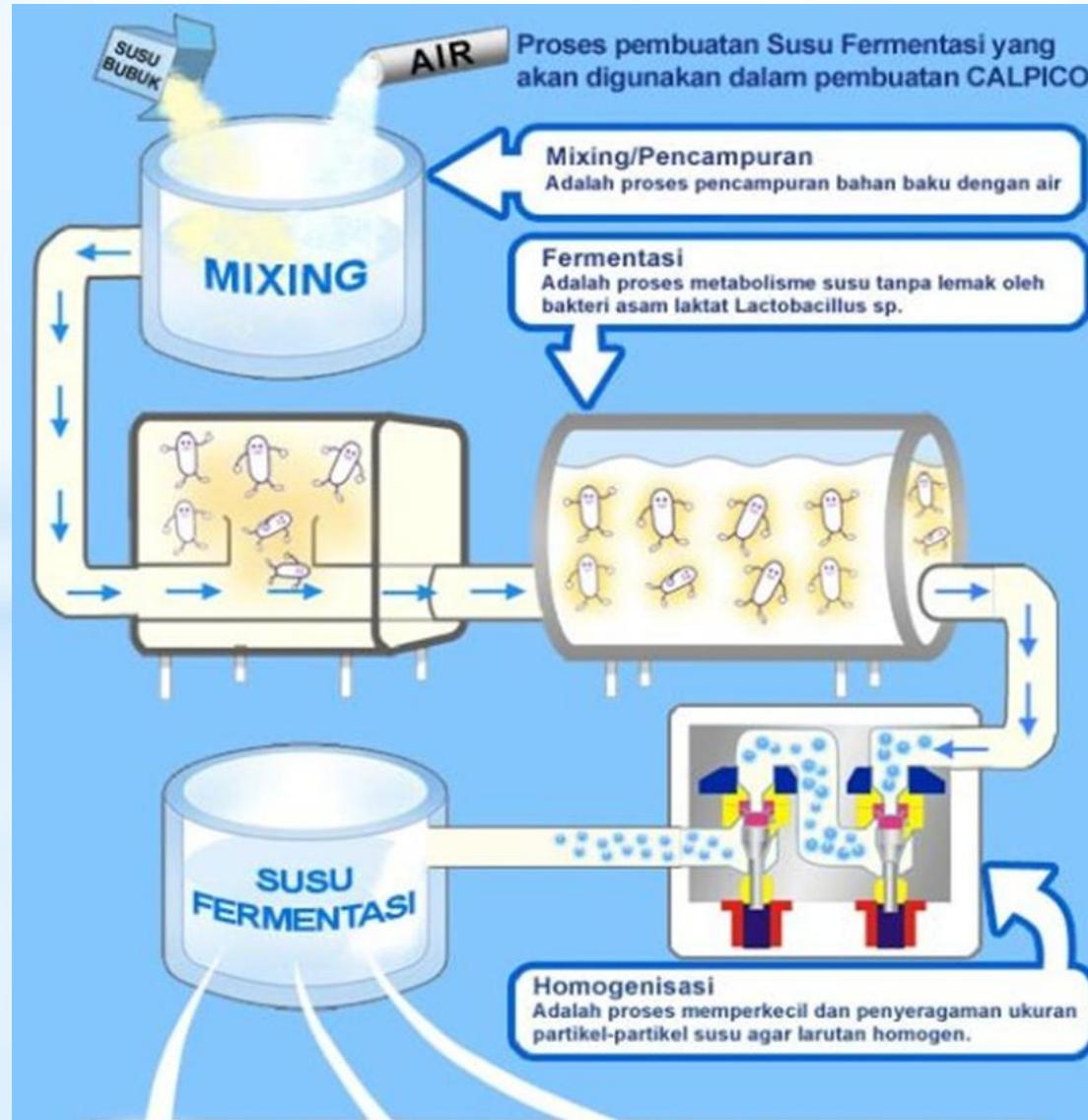


1) Yoghurt

- Untuk membuat yoghurt, susu dipasteurisasi terlebih dahulu, selanjutnya sebagian besar lemak dipisahkan.
- Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan yoghurt, yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.
- Kedua bakteri tersebut ditambahkan pada susu dengan jumlah yang seimbang, selanjutnya disimpan selama \pm 5 jam pada temperatur 45°C.
- Selama penyimpanan tersebut pH akan turun menjadi 4,0 sebagai akibat dari kegiatan bakteri asam laktat. Selanjutnya susu didinginkan dan dapat diberi cita rasa.

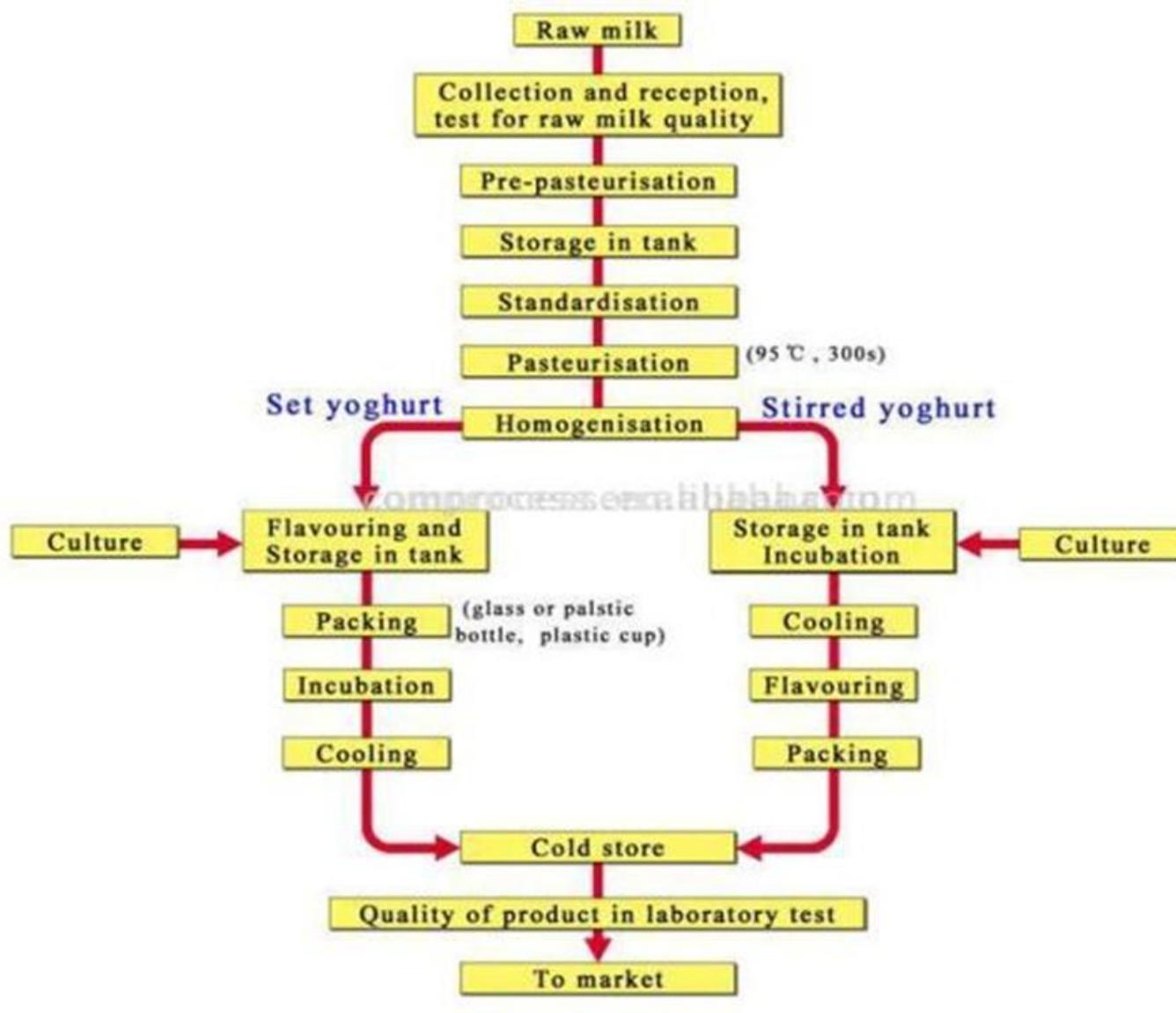
APLIKASI BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PANGAN

PRODUKSI SUSU FERMENTASI



APLIKASI BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PANGAN

PRODUKSI YOGURT



ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI

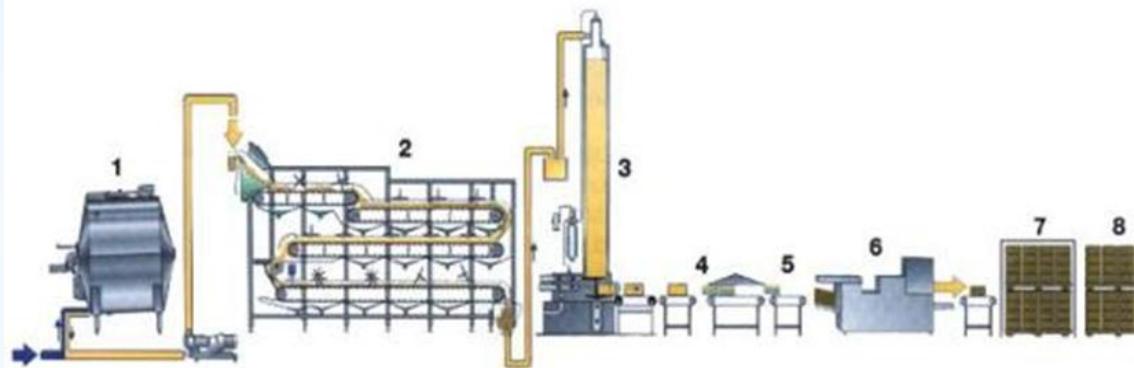


2) Keju

- Dalam pembuatan keju digunakan bakteri asam laktat, yaitu *Lactobacillus* dan *Streptococcus*. Bakteri tersebut berfungsi memfermentasikan laktosa dalam susu menjadi asam laktat.
- Proses pembuatan keju diawali dengan pemanasan susu dengan suhu 90°C atau dipasteurisasi, kemudian didinginkan sampai 30°C. Selanjutnya bakteri asam laktat dicampurkan.
- Akibat dari kegiatan bakteri tersebut pH menurun dan susu terpisah menjadi cairan whey dan dadih padat, kemudian ditambahkan enzim renin dari lambung sapi muda untuk mengumpulkan dadih.
- Enzim renin dewasa ini telah digantikan dengan enzim buatan, yaitu klimosin. Dadih yang terbentuk selanjutnya dipanaskan pada temperature 32°C – 420°C dan ditambah garam, kemudian ditekan untuk membuang air dan disimpan agar matang. Adapun whey yang terbentuk diperas lalu digunakan untuk makanan sapi.

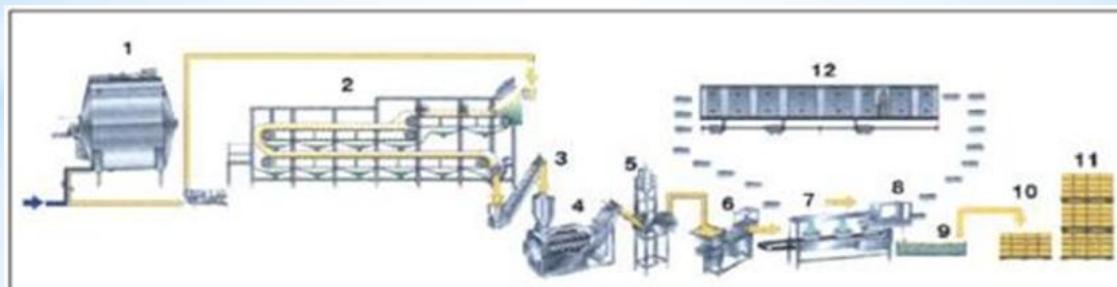
APLIKASI BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PANGAN

PRODUKSI KEJU CHEDDAR DAN KEJU MOZARELLA



Flowchart for mechanized production of Cheddar cheese.

- | | |
|---------------------------|------------------|
| 1 Cheese vat | 5 Weighing |
| 2 Cheddaring machine | 6 Carton packer |
| 3 Block former and bagger | 7 Palletizer |
| 4 Vacuum sealing | 8 Ripening store |
- Milk Curd/cheese



Flowchart for mechanised production of Mozzarella cheese.

- Milk Curd/cheese
- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1 Cheese vat | 7 Hardening tunnel |
| 2 Cheddaring machine | 8 De-moulding |
| 3 Screw conveyor | 9 Brining |
| 4 Cooker/stretcher | 10 Palletising |
| 5 Dry salting | 11 Store |
| 6 Multi-moulding | 12 Mould washing |

ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI

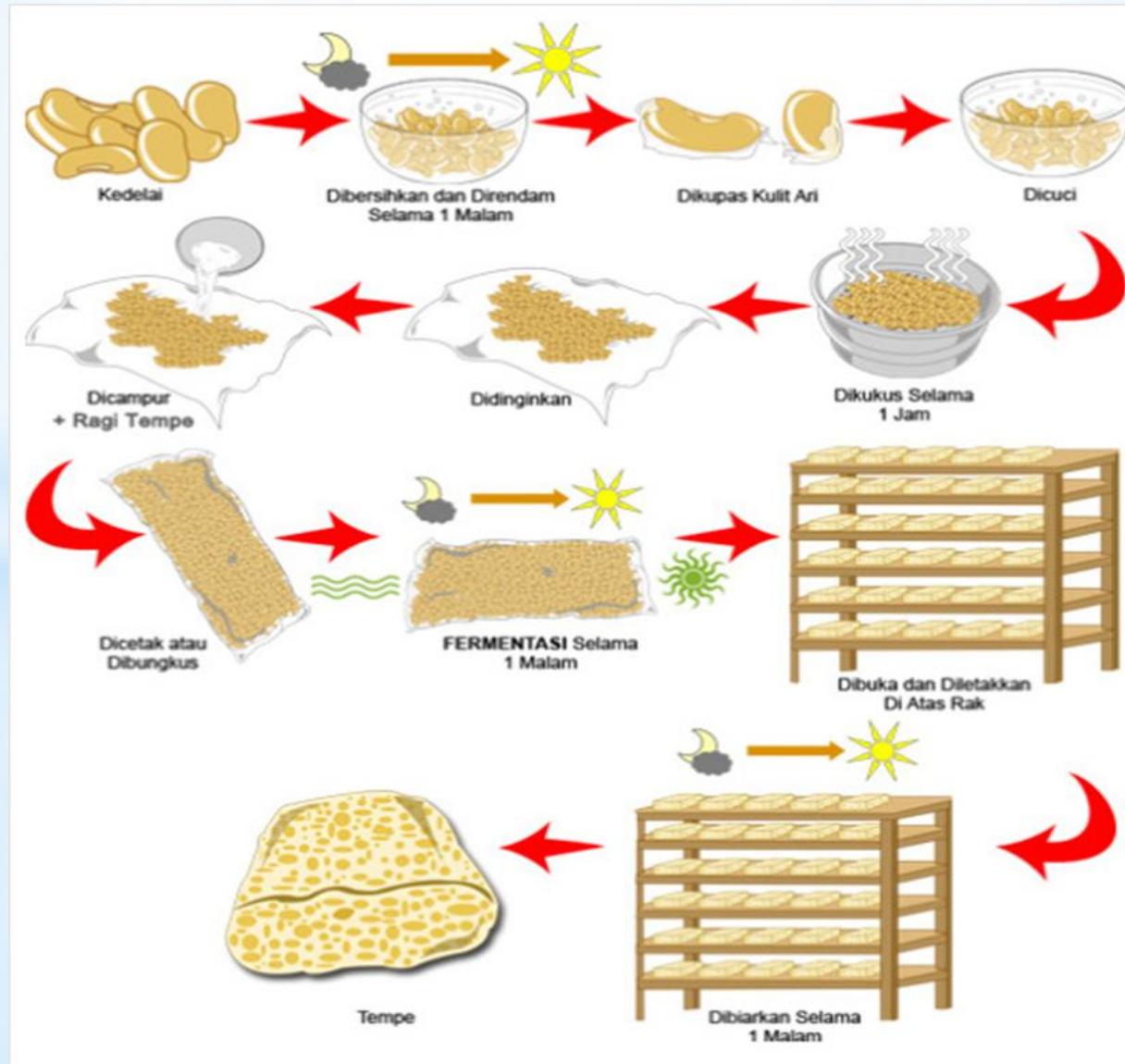


3) Tempe

- Untuk membuat tempe, selain diperlukan bahan dasar kedelai juga diperlukan ragi. Ragi merupakan kumpulan spora mikroorganisme, dalam hal ini kapang.
- Dalam proses pembuatan tempe paling sedikit diperlukan empat jenis kapang dari genus *Rhizopus*, yaitu *Rhyzopus oligosporus*, *Rhyzopus stolonifer*, *Rhyzopus arrhizus*, dan *Rhyzopus oryzae*.
- Miselium dari kapang tersebut akan mengikat keping-keping biji kedelai dan memfermentasikannya menjadi produk tempe.
- Proses fermentasi tersebut menyebabkan terjadinya perubahan kimia pada protein, lemak, dan karbohidrat. Perubahan tersebut meningkatkan kadar protein tempe sampai sembilan kali lipat.

APLIKASI BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PANGAN

PRODUKSI TEMPE



ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI



4) Roti

- Pada pembuatan roti, biji-bijian serelia dipecah dahulu untuk membuat tepung terigu. Selanjutnya oleh enzim amilase tepung dirubah menjadi glukosa.
- Selanjutnya khamir *Saccharomyces cerevisiae*, yang akan memanfaatkan glukosa sebagai substrat respirasinya sehingga akhirnya membentuk gelembung-gelembung yang akan terperangkap pada adonan roti.
- Adanya gelembung ini menyebabkan roti bertekstur ringan dan mengembang. Sedangkan jika ditambah protease maka roti yang dihasilkan akan bertekstur lebih halus.

ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI

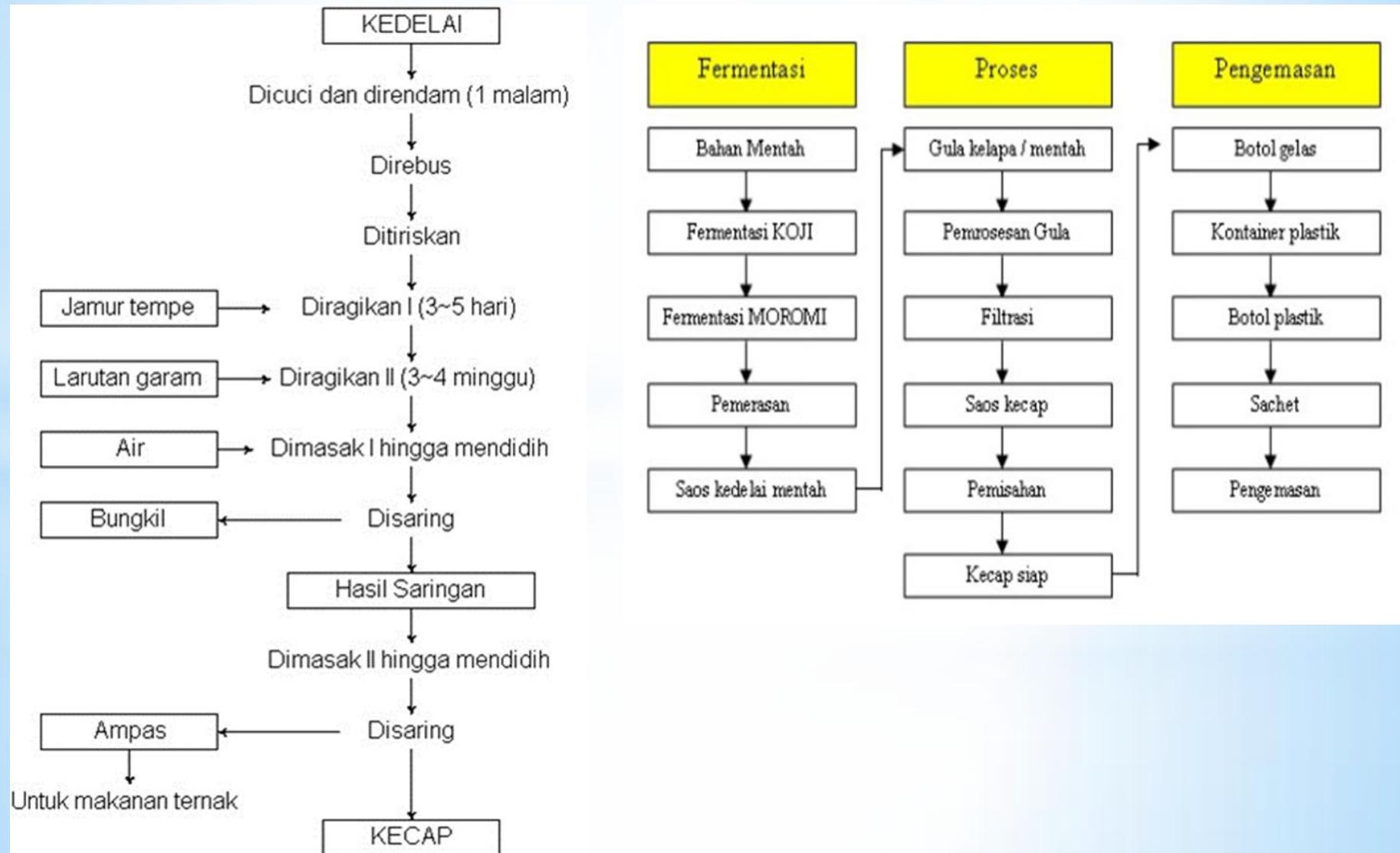


5) Kecap

- Dalam pembuatan kecap, kapang *Aspergillus wentii* dibiakkan pada kulit biji kedelai terlebih dahulu.
- Kapang *Aspergillus wentii* bersama-sama dengan bakteri asam laktat yang tumbuh pada kedelai yang telah dimasak menghancurkan campuran kedelai.
- Setelah proses fermentasi karbohidrat berlangsung cukup lama akhirnya akan dihasilkan produk kecap.

APLIKASI BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PANGAN

PRODUKSI KECAP



ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI



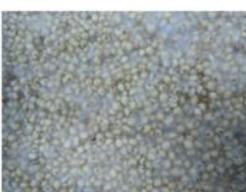
6) Mentega

- Pembuatan mentega menggunakan mikroorganisme *Streptococcus lactis* dan *Leuconostoc ceremoris*.
- Bakteri-bakteri tersebut membentuk proses pengasaman.
- Selanjutnya, susu diberi cita rasa tertentu dan lemak mentega dipisahkan.
- Kemudian lemak mentega diaduk untuk menghasilkan mentega yang siap dimakan.

ANEKA PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS BIOTEKNOLOGI



PRODUKSI TEPUNG SORGUM MODIFIKASI DENGAN FERMENTASI KAPANG, KHAMIR DAN BAKTERI



PRODUKSI TEPUNG TALAS KAYA PATI RESISTEN



PRODUKSI TEPUNG TALAS KAYA PATI RESISTEN



ANEKA PRODUK YOGURT TALAS SINBIOTIK



DIVERSIFIKASI PRODUK YOGURT TALAS SINBIOTIK



Produksi Tepung Gadung kaya Pati Resisten dengan Fermentasi dan Autoclaving-cooling



Fermentasi

Etiologi : bhs Latin ‘fervere’ (mendidihkan).

Mula2 istilah ‘fermentasi’ digunakan pd proses pengubahan glukosa menjadi alkohol yg tjd scr anaerob.

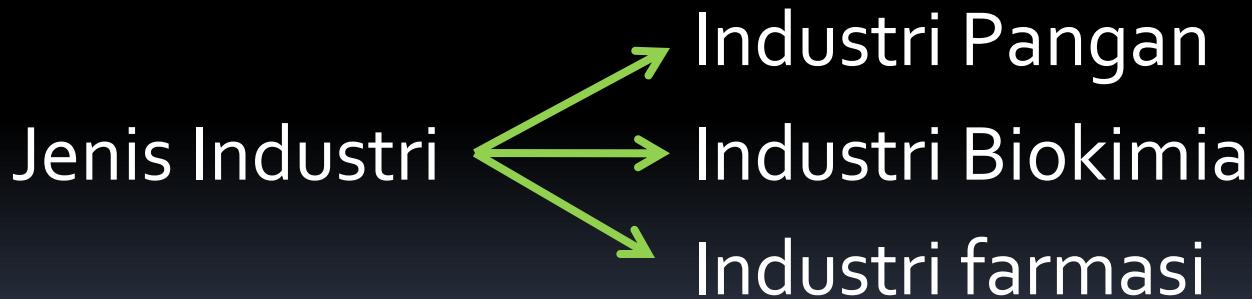
Akhirnya, istilah ‘fermentasi’ didefinisikan :
seluruh perombakan seny organik yg dilakukan mikroorganisme yg melibatkan enzim yg dihasilkannya sbg biokatalis dlm lingkungan yg dikendalikan.

Pengertian lain

1. Proses yg menggunakan suatu senyawa (substrat) menjadi senyawa lain (produk) oleh adanya aktivitas mikroba
2. Suatu proses yg menghasilkan energi dg melibatkan molekul organic baik sebagai donor maupun akseptor elektron
3. Suatu proses yg melibatkan kultur mikroba baik yg bersifat aerob maupun anaerob
4. proses pembusukan bahan makanan
5. *suatu kultur mikroba dalam kondisi optimum untuk menghasilkan produk berupa metabolit-metabolit, enzim, atau produk lain (seperti biomassa)*

Industri Fermentasi

- Industri yang memanfaatkan kemampuan mikroorganisme dalam menghasilkan produk. Perkembangannya sejalan dengan perkembangan mikrobiologi industri.



Perkembangan Industri Fermentasi

➤ Periode sebelum 1900

- Produk utama: alkohol dan vinegar
- Tanki fermentor dari kayu, tembaga
- Pengendalian proses: thermometer, hidrometer, heat exchanger
- Proses: batch dengan kultur murni
- Pelaksanaan: tanpa melalui pilot plant
- tanpa pengendalian kualitas produk

➤ Periode 1900 – 1940

- Produk utama : baker's yeast, gliserol, asam sitrat, asam laktat, aseton-butanol
- Tanki fermentor : dari baja dilengkapi alat aerasi dan pengaduk mekanis
- Pengendali proses : dilakukan kontrol suhu, pH dengan pH elektroda
- Proses : secara batch dan fed batch dengan menggunakan kultur murni
- Pelaksanaan: tanpa pilot plant dan pengendalian kualitas produk

➤ Periode 1940 – sekarang

- Produk utama: penisilin, streptomisin dan antibiotik lain, giberelin, asam amino, nukleoida, enzim
- Tanki fermentor: dilengkapi dengan fasilitas aerasi mekanis dan dioperasikan secara aseptis
- Pengendalian proses: dengan pH dan oksigen elektrode yang diatur secara computerized
- Kultur yang digunakan kultur yang dimutasi dan terseleksi
- Pelaksanaan: mulai dilakukan pilot plant dan pengendalian kualitas produk

➤ Periode 1960 – sekarang

- Produk utama : SCP dengan sumber hidrokarbon
- Tanki fermentor: dilengkapi pengatur tekanan tinggi, alat pemasukan gas, pengatur panas yang dikontrol komputer sepenuhnya
- Proses : dilakukan secara continue dengan kultur hasil rekayasa genetik
- Pelaksanaan: fasilitas pilot plant dan pengendalian kualitas produk selalu dilakukan

➤ Periode 1979 – sekarang

- Produk utama: senyawa asing yang secara normal tidak diproduksi mikrobia mis. Insulin interferon
- Tanki fermentor: hasil pengembangan generasi sebelumnya
- Proses: batch, fed batch atau ontinue dengan kultur hasil pemindahan gen asing de dalam sel mikrobia secara rekayasa enetik
- Pelaksanaan : fasilitas pilot plant dan pengendalian kualitas produk selalu dilakukan

Penggolongan Proses Fermentasi

PENGGOLONGAN BERDASARKAN CARA OPERASI

A. Fermentasi cair

I. *Submerged fermentation* (fermentasi bawah permukaan):

- ▶ *Batch process*
- ▶ *Fed-batch* (gabungan sistem batch dg kontinju)
- ▶ *Continuous process* (proses sinambung/kontinju)

II. *Surface fermentation* (fermentasi permukaan), → misal pada pembuatan *nata de coco*

B. Solid State Fermentation/ fermentasi padat

misal pada pembuatan tape, oncom, koji dll.

PENGGOLONGAN PRODUKSI FERMENTASI

❑ *BERDASARKAN LETAK PRODUKSI*

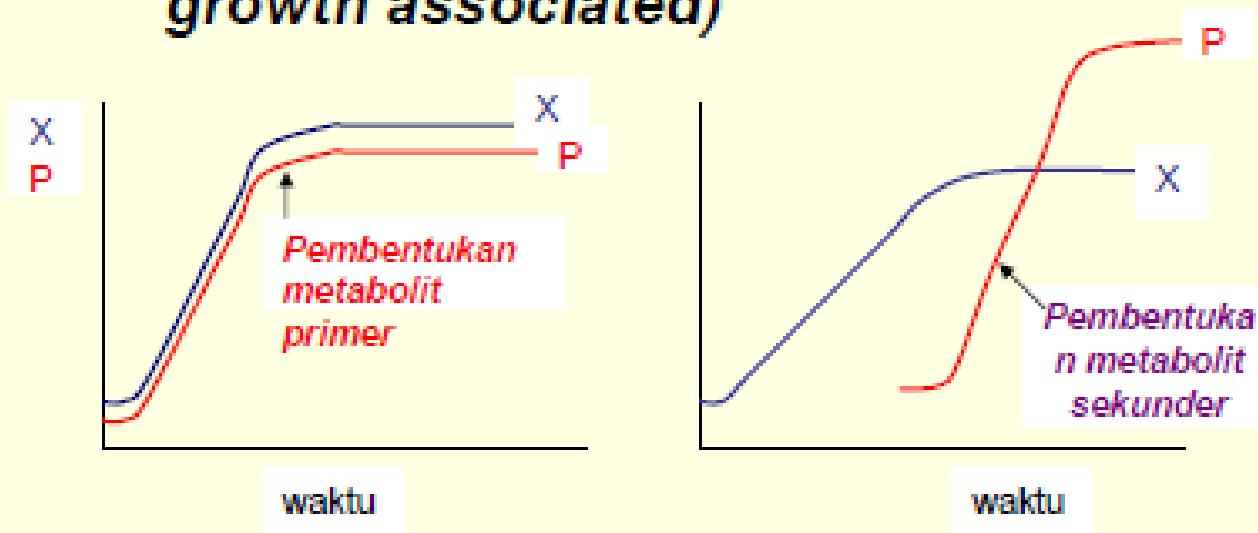
- ▶ □ produk intraseluler
- ▶ □ produk ekstraseluler

❑ *BERDASARKAN PERAN DALAM METABOLISME*

- ▶ □ metabolit primer
- ▶ □ metabolit sekunder

■ BERDASARKAN WAKTU PRODUKSI

- diproduksi bersamaan dengan pertumbuhan (*growth associated*)
- diproduksi pada saat pertumbuhan stasioner (*non-growth associated*)



Keterangan:

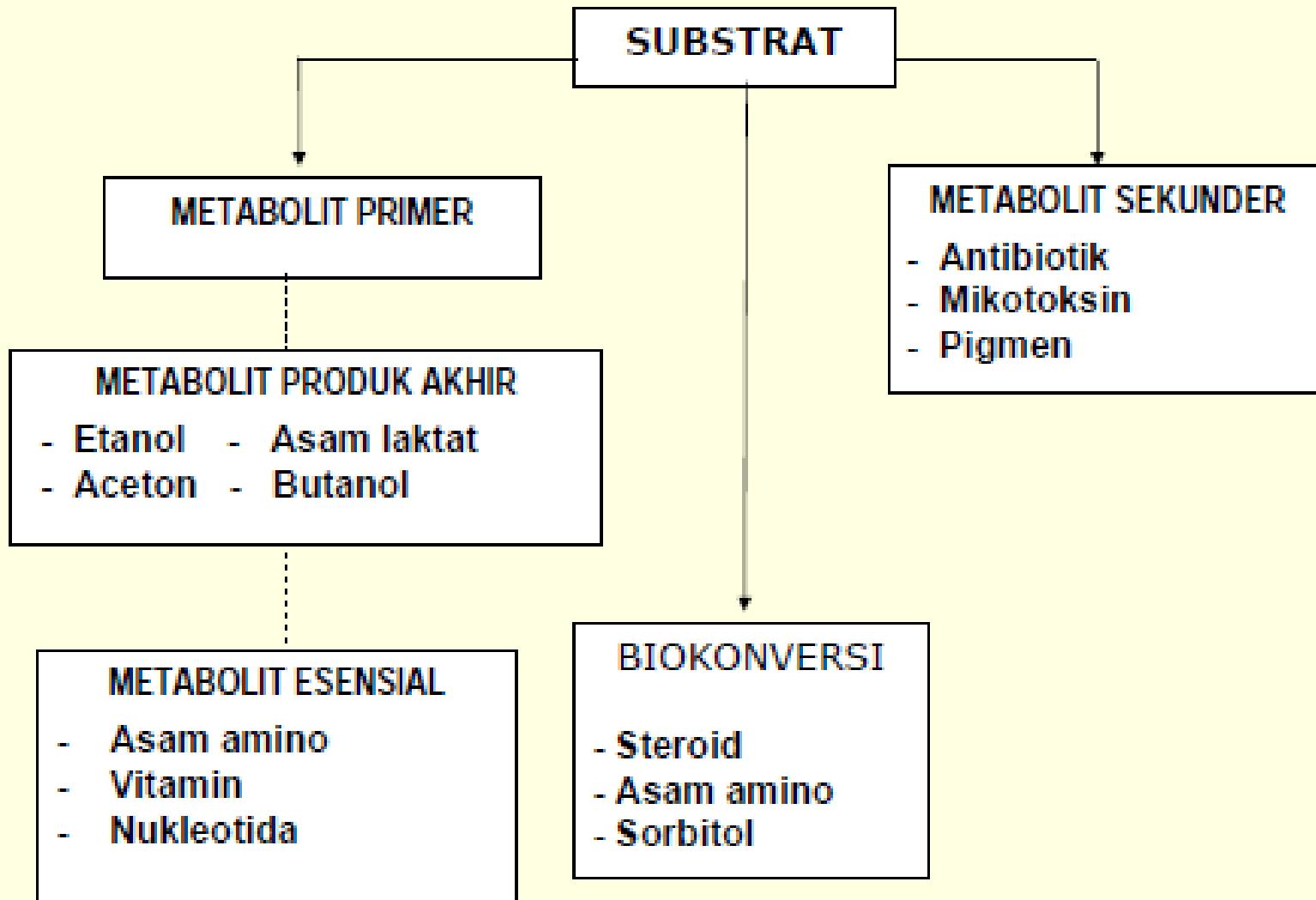
X = pertumbuhan

P = Produk:

-metabolit primer (*growth associated*)

-metabolit sekunder (*non-growth associated*)

KELOMPOK METABOLIT YANG DISINTESES OLEH MIKROBA



Proses fermentasi memerlukan komponen sbb :

- a) Kultur murni dr organisme terpilih dg jumlah yg sesuai dan kondisi fisiologis yang baik;
- b) **disterilisasi**, hati-hati thd komposisi medium pertumbuhan organisme;
- c) Ada **seed fermenter**, fermenter produksi mini sebagai inokulum utk menginisiasi proses dlam fermenter utama;
- d) Fermenter produksi, berukuran besar,
- e) Peralatan utk :
 - i) mengetahui medium kultur tetap dlm keadaan steady state,
 - ii) pemisahan sel,
 - iii) koleksi sel tanpa supernatan,
 - iv) purifikasi produk, dan
 - v) perlakuan panen.

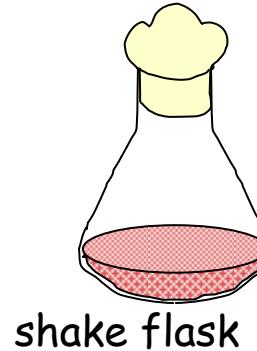
Ada 2 Tipe Sistem Fermentasi :

(di lab)

Sistem Tertutup :

Tidak ada penambahan nutrien lagi setelah inokulasi (kecuali oksigen utk yg aerob)

Pertumbuhan berhenti setelah bbrp saat



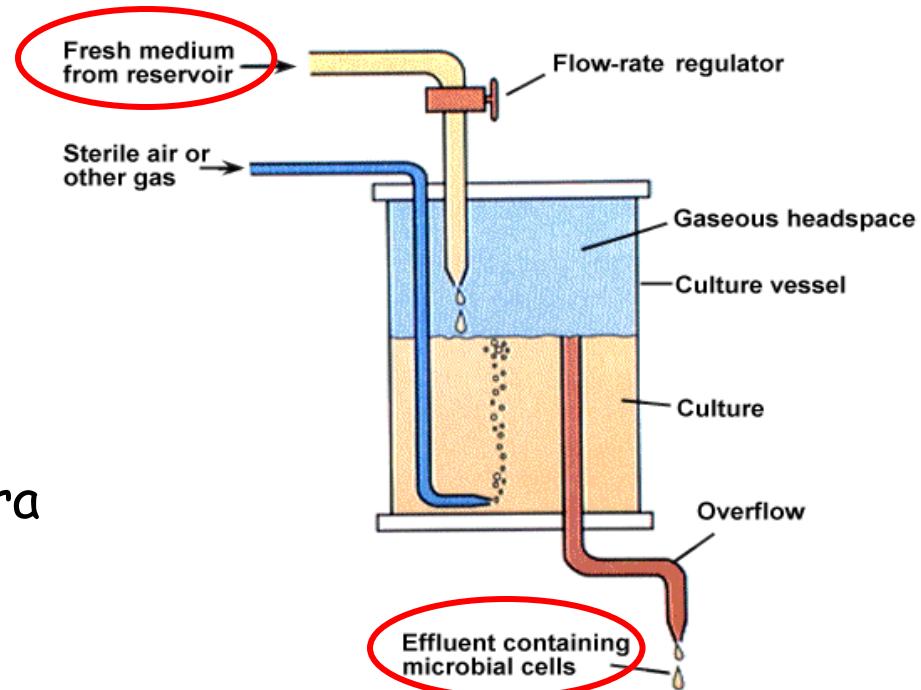
shake flask



agar plate

Sistem Terbuka :

Nutrient secara kontinyu dimasukkan setelah inokulasi, pertumbuhan akan berlangsung terus sepanjang medium segar (fresh medium) ditambahkan. mikroorganisme dan nutrien secara koninyu masuk dan keluar dari fermenter



Tipe Sistem Fermentasi

1) Batch culture: microorganisms are inoculated into a fixed volume of medium and as growth takes place nutrients are consumed and products of growth (biomass, metabolites) accumulate.

2) Semi-continuous:

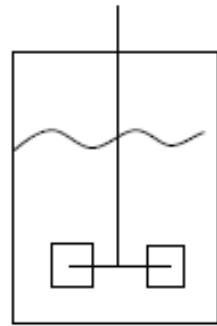
fed batch-gradual addition of concentrated nutrients so that the culture volume and product amount are increased (e.g. industrial production of baker's yeast);

Perfusion-addition of medium to the culture and withdrawal of an equal volume of used cell-free medium (e.g. animal cell cultivations).

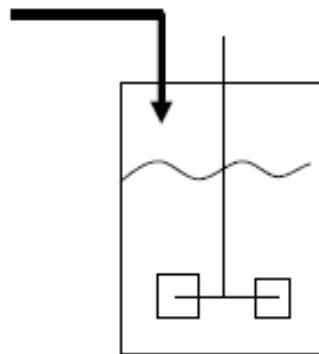
3) Continuous: fresh medium is added to the bioreactor at the exponential phase of growth with a corresponding withdrawal of medium and cells. Cells will grow at a constant rate under a constant condition.

Biotechnological processes of growing microorganisms in a bioreactor

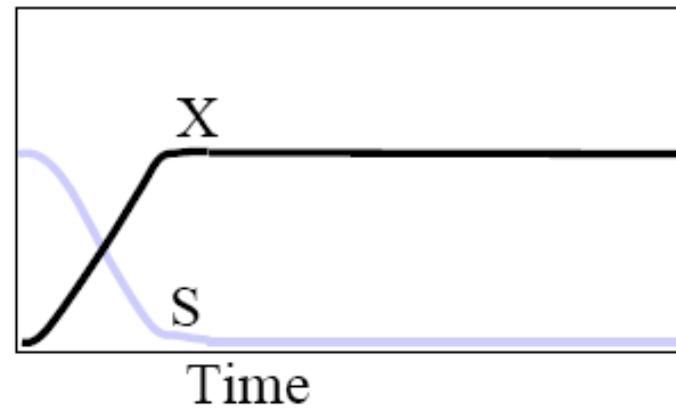
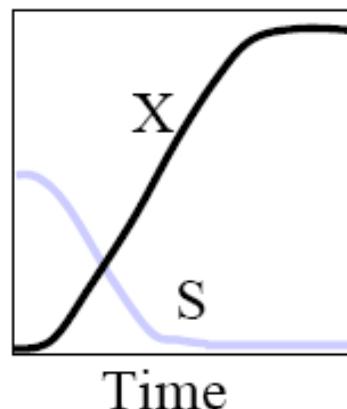
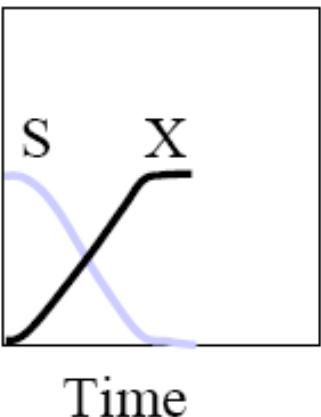
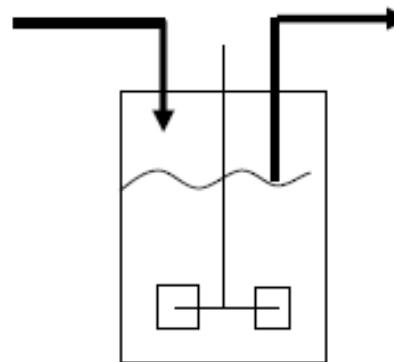
Batch

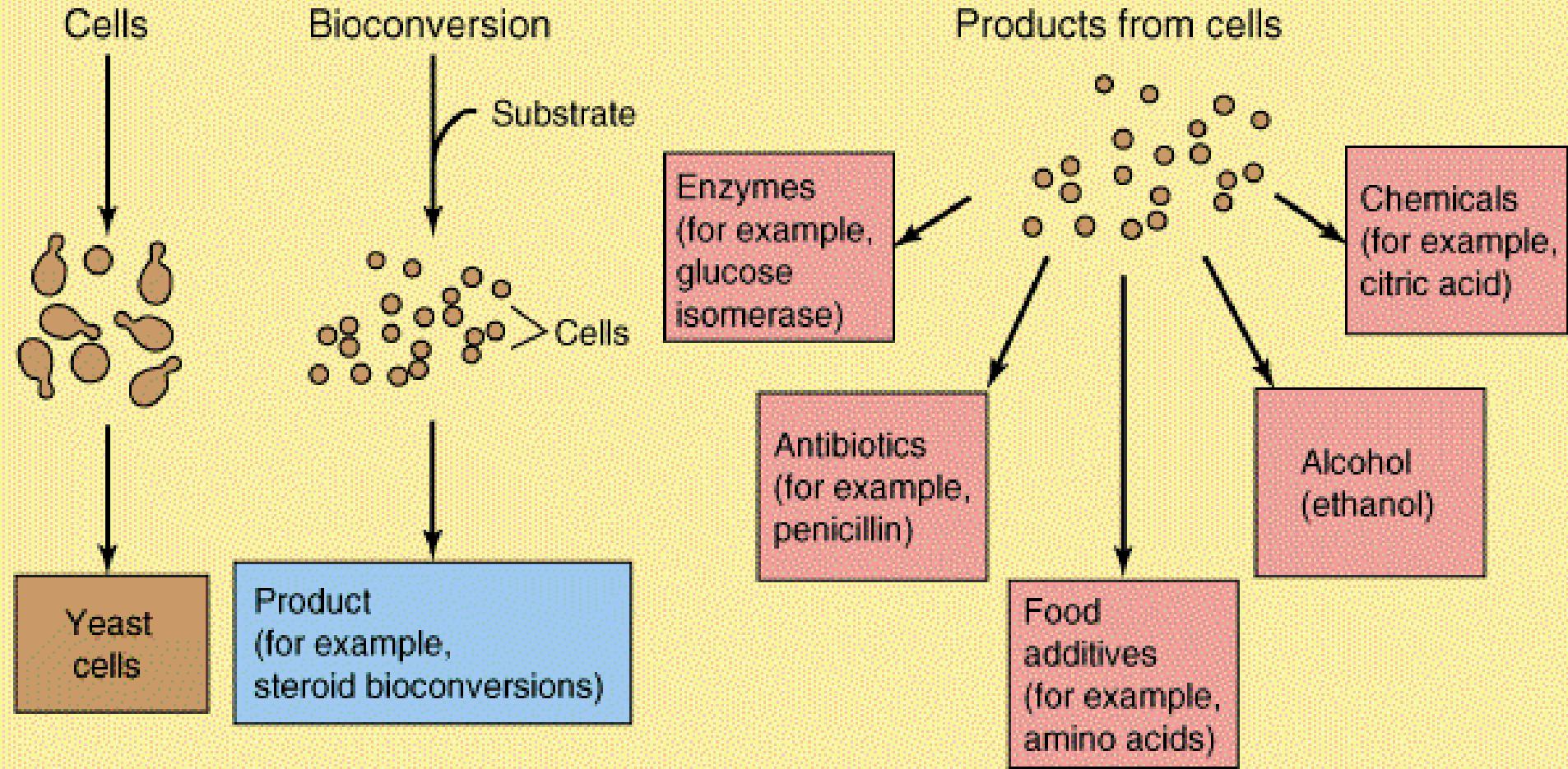


Fed-batch



Continuous





M.O DI DALAM BAHAN PANGAN

- ✓ Merusak / merugikan (kebusukan, kerusakan produk)
- ✓ Menguntungkan (menghasilkan produk)

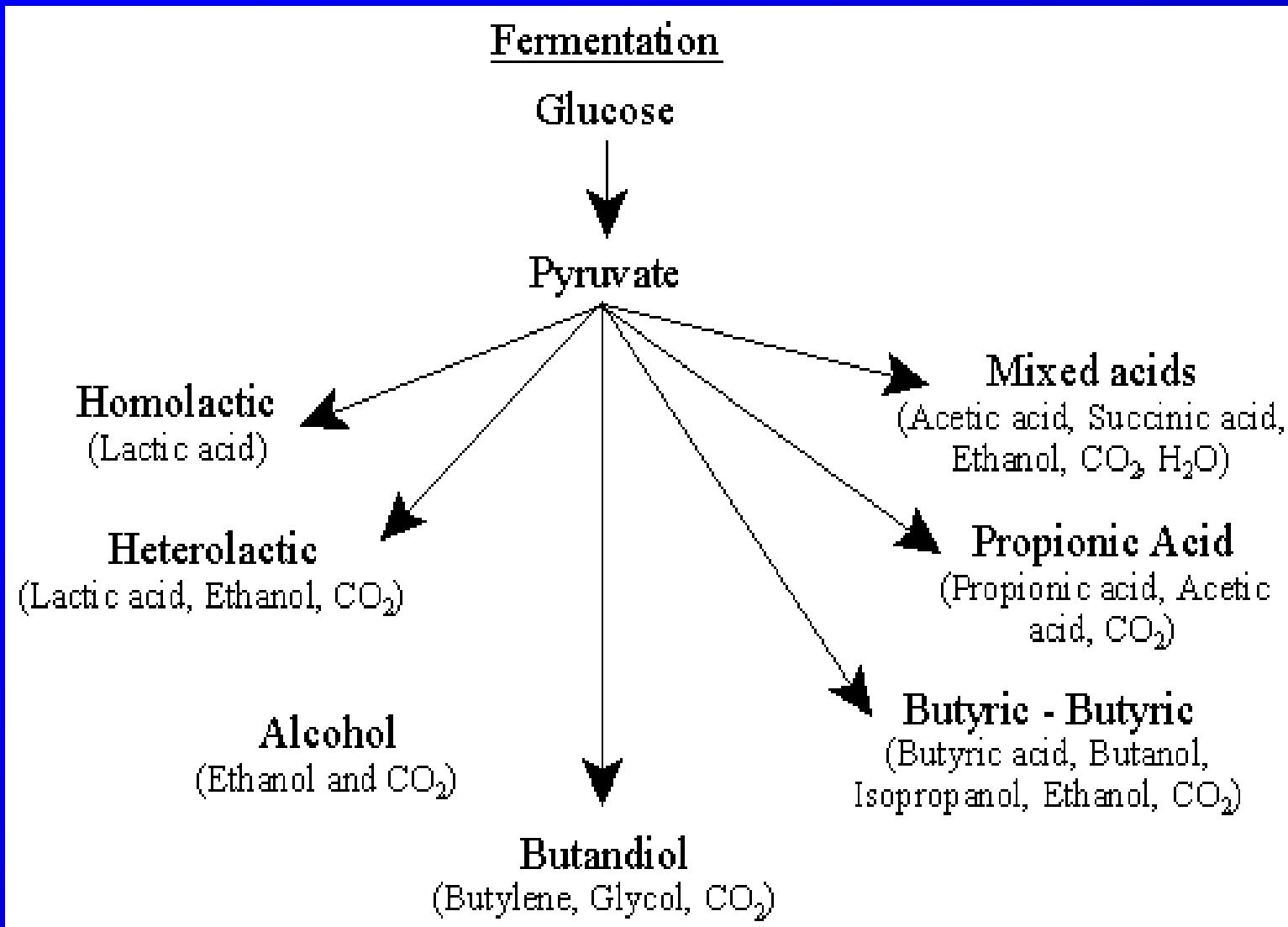
Bahan pangan mengandung :

- Karbohidrat
 - Protein
 - Lemak
 - Air
- Substrat untuk kehidupan m.o

Sumber Pencemaran :

- Pemilihan bahan
- Proses pengolahan
- Penyimpanan / pengemasan

TIPE FERMENTASI



Tipe fermentasi glukosa yang umum adalah :

1. Fermentasi Homolaktat (lintasan yang paling sederhana; piruvat dikonversi langsung menjadi asam laktat ; tidak ada produksi gas; mikroorganisme : *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacillus*)
2. Fermentasi Alkohol (produk : etanol dan CO₂ → khamir *Saccharomyces* sp.),
3. Fermentasi Heterolaktat (ethanol, CO₂, asam laktat; *Leuconostoc* and *Lactobacillus*),
4. Mixed acids fermentation (the characteristic tested for in the methyl red test; *E. coli*).
5. Butanediol fermentation (Acetoin, a precursor for butanediol, is produced; *Enterobacter aerogenes*),
6. Anaerobic butyric-butyric fermentation (organic solvents produced including butanol and butyric acid; *Clostridium* sp.),
7. Propionic acid fermentation (makes holes in Swiss cheese; *Propionibacterium* sp.).

M.O DI DALAM INDUSTRI PANGAN/BAHAN PENOLONG INDUSTRI PANGAN



Beberapa produk telah ada sejak jaman dahulu
(*indigenous knowledge*)

Beberapa contoh adalah :

Produk beralkohol (minuman): anggur, arak, brem bali → *Saccharomyces cerevisiae*



Asam organik, mis :

- Asam laktat : *Lactobacillus*
- Asam asetat : *Acetobacter*
- Asam sitrat : *Aspergillus niger*

Pewarna angkak : *Monascus purpureus*

Produk-produk Susu

- Susu fermentasi (yoghurt, kefir), mentega, keju

Makanan/produk tradisional : Tempe, Oncom, Kecap, tauco , tapai, natto, dll

Jamur merang, jamur kayu



PRODUK BERALKOHOL

BAHAN BAKU :

1. barley
2. Hop (*Humulus japonicus*) : untuk stabilitas proses mikrobiologis, flavor unik



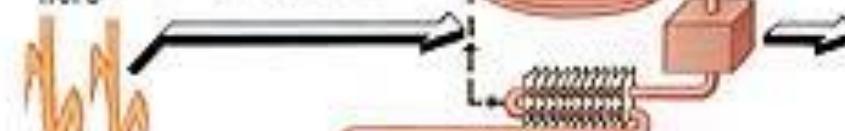
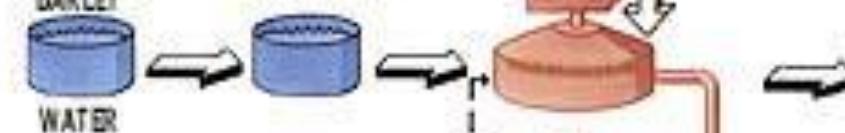
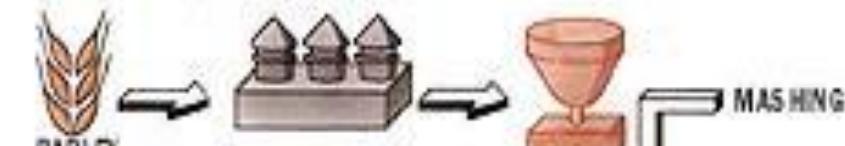
MIKROORGANISME :

Saccharomyces cereviseae, *S. carlbergensis* (*S. uvarum*)

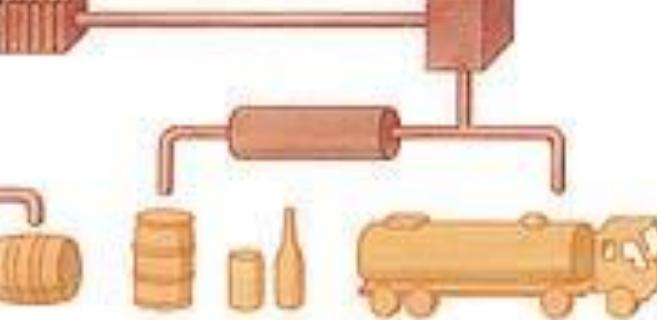
REAKSI :



RAW MATERIALS **PREPARATION** **BREWING**



BY PRODUCTS



**Crushed Grapes/Filtered Juice (27 deg C)
& Wine Yeast**

↓
 SO_2

**Fermentation (4-10 days)
Temperature < 30 deg C**

**First Racking Allowed
to Stand Still**

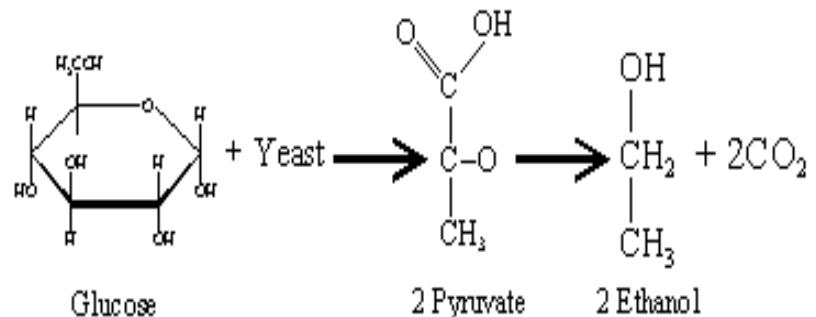
**Aging
Casks/Barrels**

Stabilization, Filtration

**Pasteurization
(may or may not be required)**

Bottling of Wine

Cellaring of Wine



Saccharomyces sp.

ASAM ORGANIK

Beberapa jenis asam organik diakumulasikan oleh beberapa mikroorganisme

Dibentuk sejalan dengan pertumbuhan (metabolit primer)

Beberapa yang bermanfaat dalam industri pangan :

- 1. Asam sitrat**
- 2. Asam asetat**
- 3. Asam laktat**

ASAM SITRAT

Disebut juga *2-hydroxy propane-1,2,3- tricarboxylic acid*



A. niger

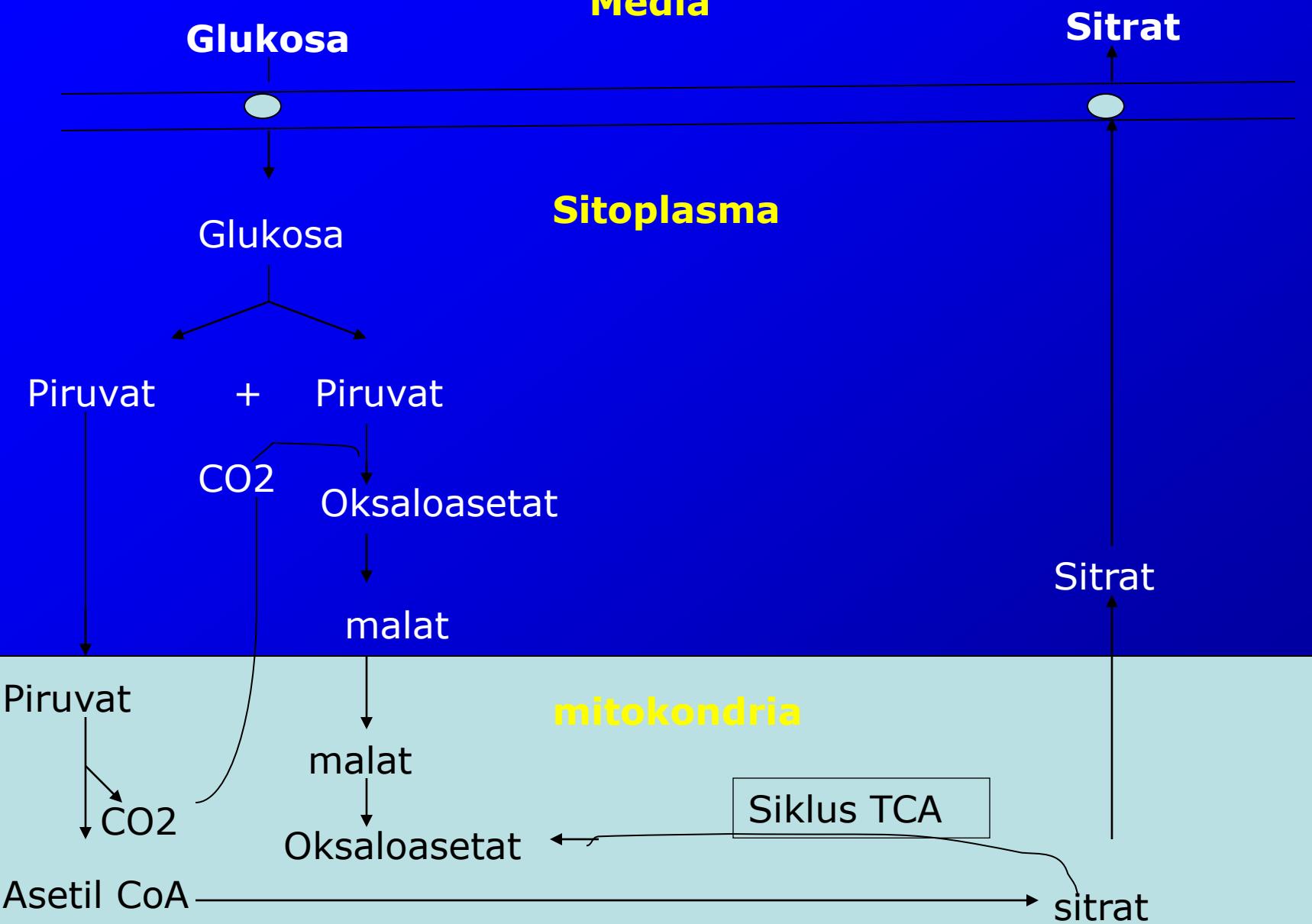
Pertama kali ditemukan sebagai komponen dari lemon, kini diketahui sebagai senyawa antara dalam Siklus Krebs (TCA cycle) yang terjadi pada hampir seluruh organisme.

Ditemukan pada tahun 1920 an sbg hasil mikroba *Aspergillus niger* (kemudian dinamakan *Citromyces*) → merajai produksi dunia

Mikroorganisme lain :

Khamir *Candida catenula*, *C. guilliermondii*, *Yarrowia lipolytica*, *C. tropicalis*.

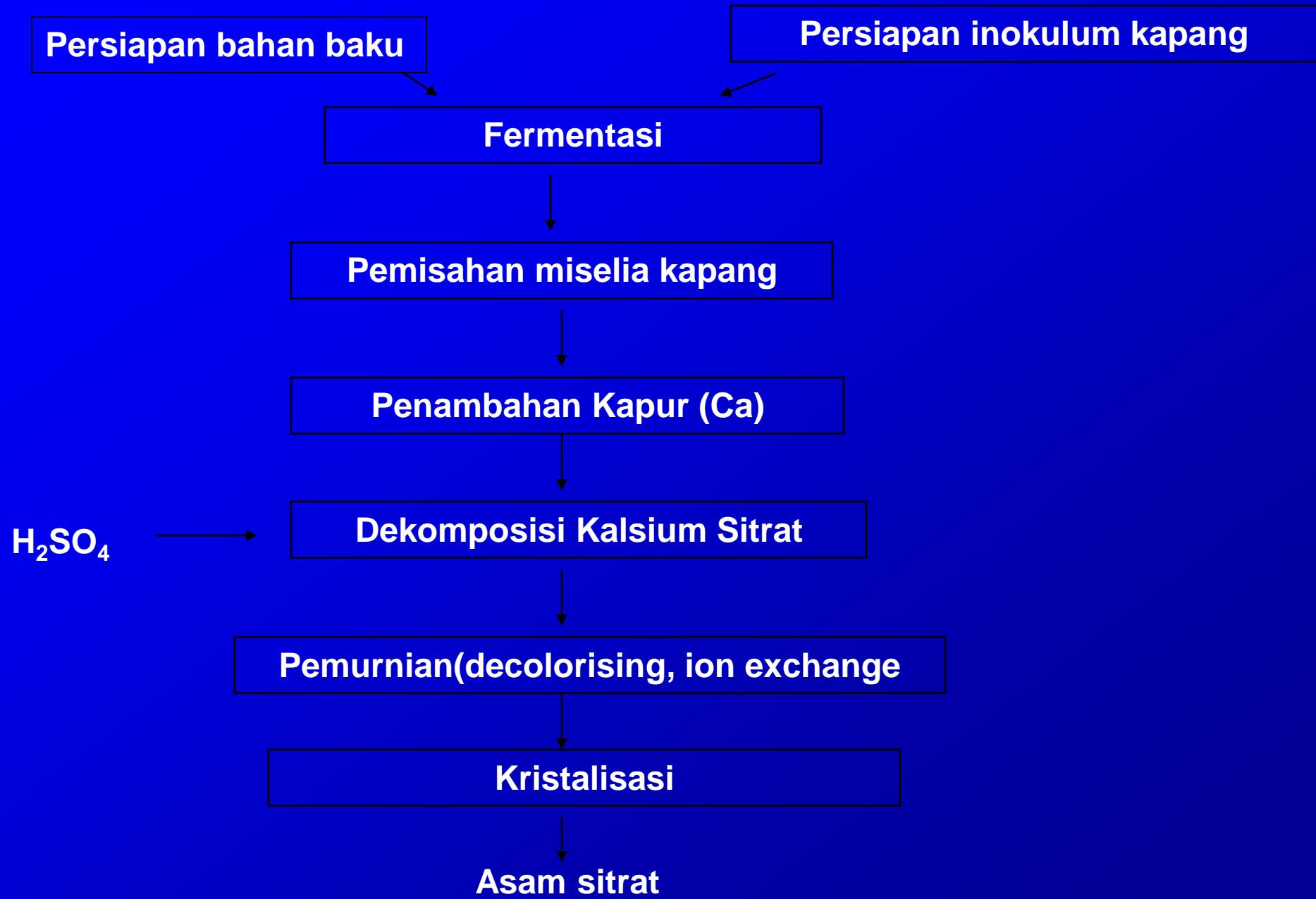
BIOSINTESA



KONDISI OPTIMAL UNTUK PRODUKSI ASAM SITRAT

Konsentrasi gula	120-250 g/l
Ion logam	$Mn < 10^{-8}$ M $Zn < 10^{-6} - 10^{-7}$ M $Fe < 10^{-4}$ M
Tekanan oksigen terlarut	>10mbar
pH	1.6-2.2
Konsentrasi Phosphat	0.2-1.0 g/l
Garam ammonium	>2.0 g/l
Waktu	160-240 jam

DIAGRAM PRODUKSI ASAM SITRAT



BEBERAPA JENIS SUMBER KARBON UNTUK PRODUKSI ASAM SITRAT

- Molases
- Bagasse
- Pati
- Sirup korma
- Cairan apel
- Gula
- Limbah kapas
- Cairan whey
- Limbah brewery
- Pulp ubi jalar
- Limbah cair nanas
- Ekstrak pisang
- Onggok
- dll

APLIKASI ASAM SITRAT :

1. Makanan (pengawet, pengasam) dan permen (21 % dari total produksi)
2. Minuman (45 % dari total produksi)
3. Farmasi (27 % dari total produksi)



Fermentasi Asam Laktat

- Dilakukan oleh beberapa fungi dan bakteri.
- Lactic acid producing bacteria yang utama adalah *Lactobacillus*.
- Bakteri lain: *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidus*.

Beberapa produk khusus lainnya hasil Lactic acid fermentation :

1. Western world: yoghurt, sourdough breads, sauerkraut, cucumber pickles and olives
2. Middle East: pickled vegetables
3. Korea: kimchi (fermented mixture of Chinese cabbage, radishes, red pepper, garlic and ginger)
4. Russia: kefir
5. Egypt: laban rayab and laban zeer (fermented milks), kishk (fermented cereal and milk mixture)
6. Nigeria: gari (fermented cassava)
7. South Africa : magou (fermented maize porridge)
8. Thailand : nham (fermented fresh pork)
9. Philippines : balao balao (fermented rice and shrimp mixture)

ASAM CUKA = VINEGAR = ACETIC ACID

- 1. Dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung gula, pati atau alkohol**
- 2. Merupakan proses biokimia alami dimana alkohol dirubah menjadi asam cuka**
- 3. Mikroorganisme : *Acetobacter aceti***
- 4. Metode produksi : fermentasi kultur terrendam (cair) (selama 1-10 minggu alkohol dari substrat akan diubah menjadi asam asetat oleh bakteri yang diberikan ke dalam drum/tangki fermentasi)**



Makanan tradisional (Indonesia)

➤ Oncom :

- oncom hitam : *Rhizopus oligosporus*

- oncom merah : *Neurospora sitophila*

Kontaminasi : *Aspergilus flavus* → racun
aflatoksin



➤ Tempe (kedelai)

- *Rhizopus oryzae*, *R.arrhizus*,
R.oligosporus, banyak mengandung vit B12



➤ Tempe bongkrek (ampas kelapa)

Rhizopus oligosporus, *R.nodosus*

Kontaminasi ;

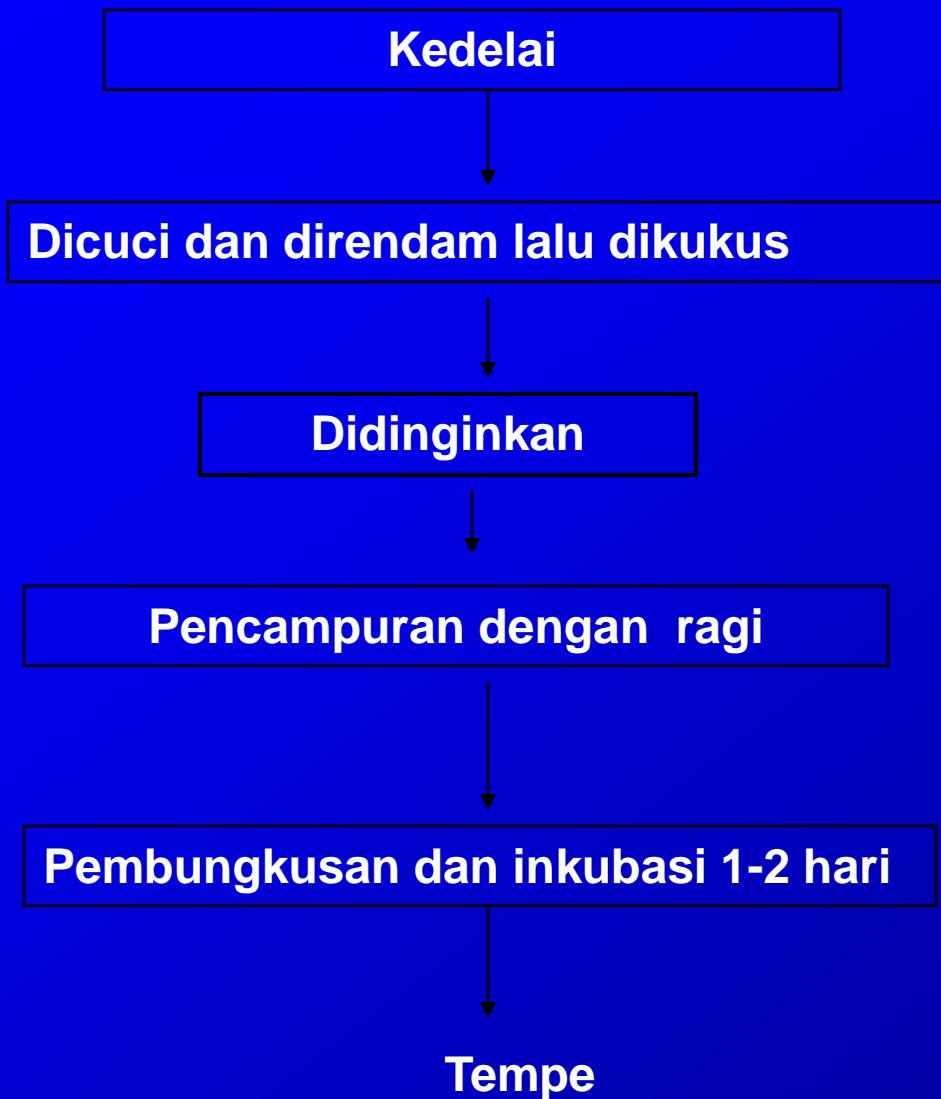
- *Pseudomonas cocovenans*

(racun : toksoflavin)

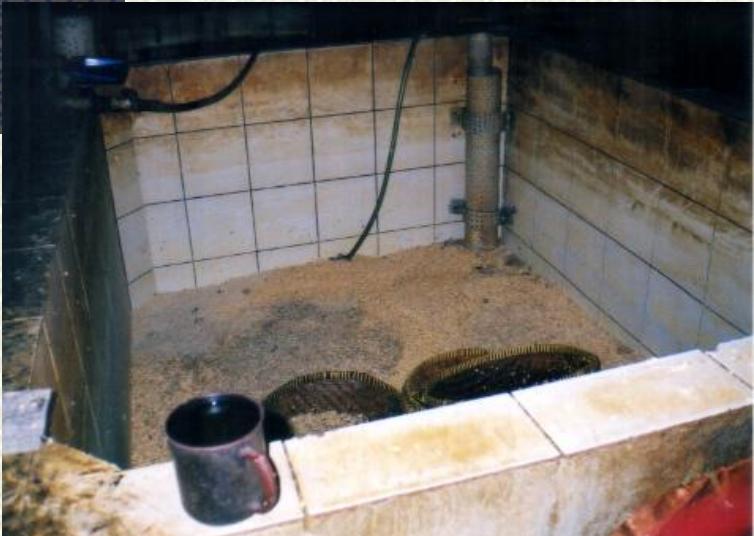
- Asam bongkrek



DIAGRAM PROSES PRODUKSI TEMPE



Tempe ... 1



Bak perendam



Boiler/pemanas

Perebusan





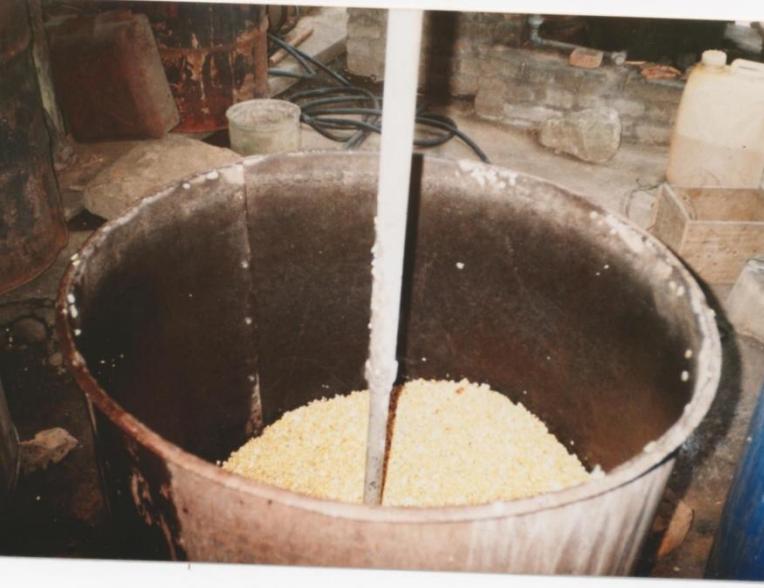
Peragian



Pengemasan



Tempe ... 2





- **Kecap** : *Aspergillus* sp, *Rhizopus* sp



- **Tauco** : *Rhizopus* sp, *Aspergillus* sp



- **Tapai (tape)** : Singkong dan ketan
Rhizopus sp, *Hansenula* sp,
Saccharomyces cerevisiae



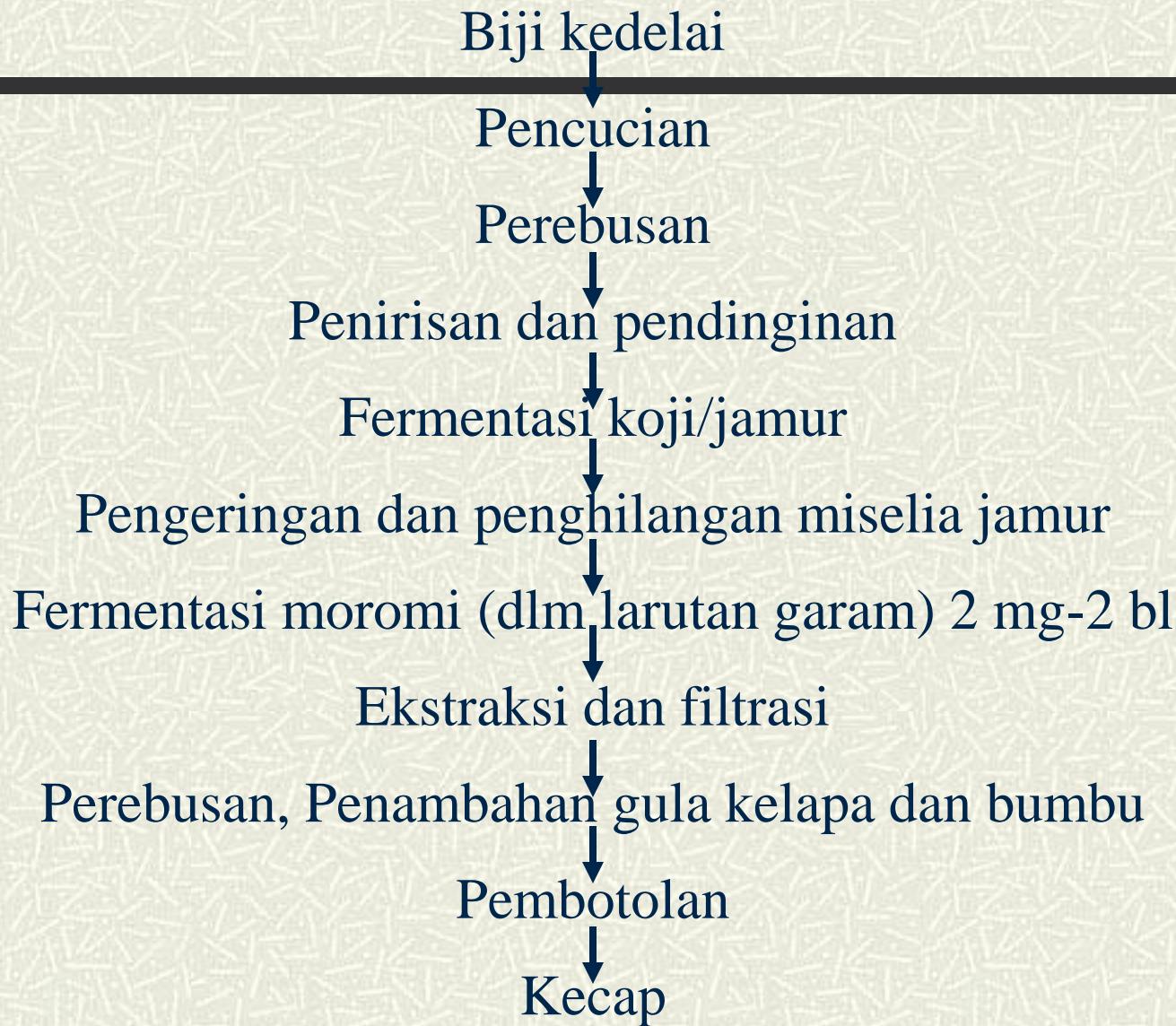
Kenali makanan tradisional hasil fermentasi dari negara-negara lain (TUGAS)



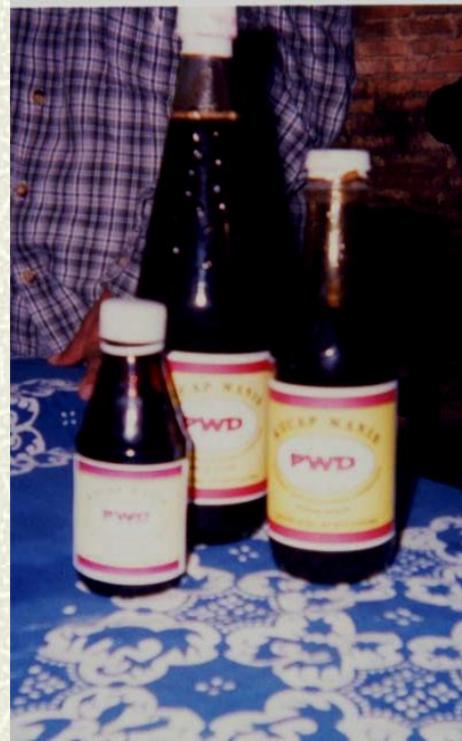
Kecap

- # Kecap dalam masakan berperan sbg penguat flavor
- # Inokulan : *A. oryzae* dan *A. sojae* (dominan), BAL yg bersifat homofermentatif terutama *Pediococcus cerevisiae*, *L. delbruekci*, dan yeast yg toleran thd garam tinggi
- # Utk industri RT banyak yg mgnkan inokulan tempe
- # Yg pertama kali tumbuh adalah BAL (membtk aroma dan flavor yg spesifik) → menghasilkan asam → pH turun → kondisi opt utk pertumbuhan yeast (menghasilkan etanol, komponen flavor)

Pembuatan kecap



Pembuatan Kecap



Soy Sauce Production Process and Environmental Preservation

Production process

processing raw materials (mixing)


koji-making (soy sauce koji)


fermentation and maturation (moromi)


pressing soy sauce


packaging


products


Byproduct

wastes from raw materials

discharged water sludge

soy sauce cake
soy sauce oil

leftover of packaging materials

empty PET bottles

Recycle

animal feed
fertilizer

fertilizer

fuel, animal feed,
stationery
(paper, business cards)

paper

working cloth (fiber)
clear holder

Pembuatan tauco

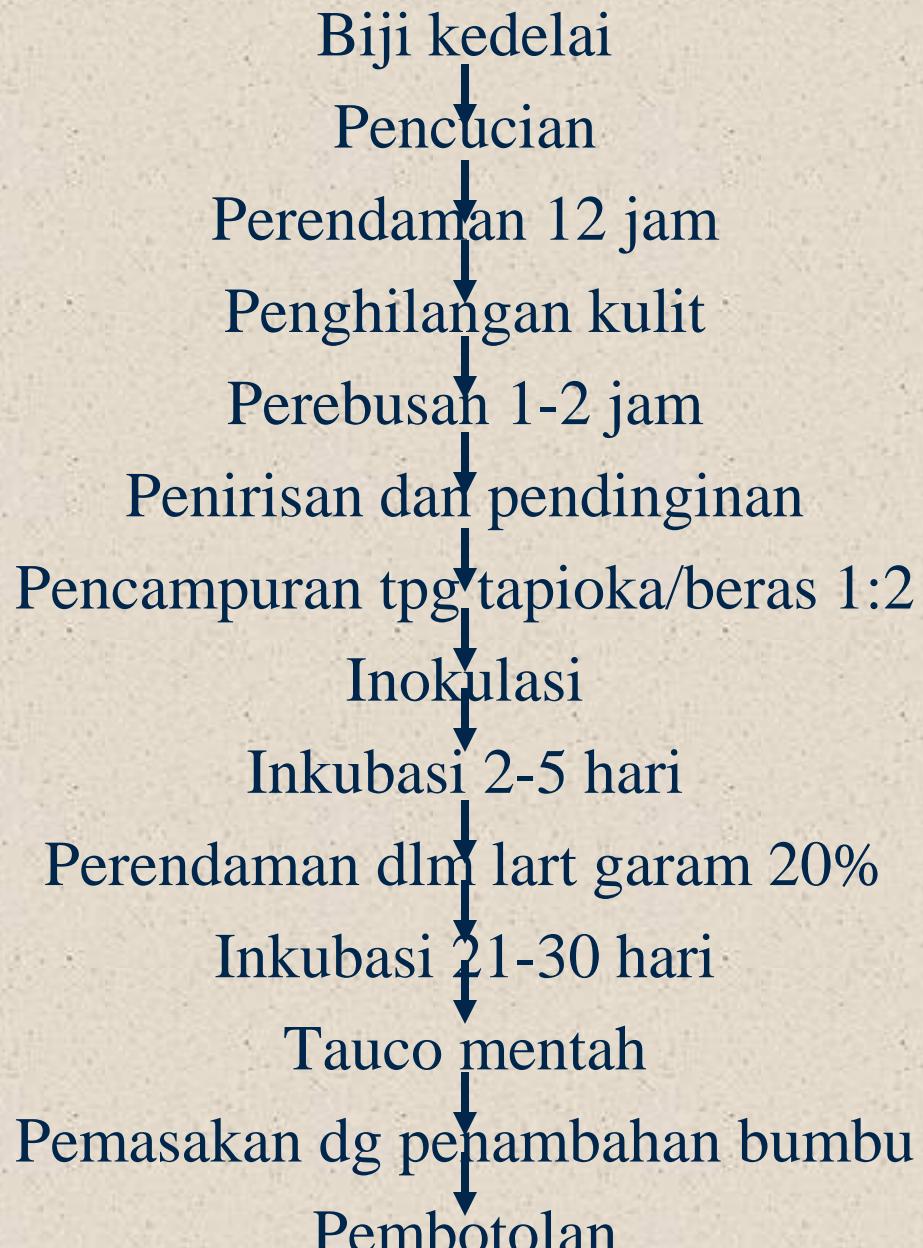
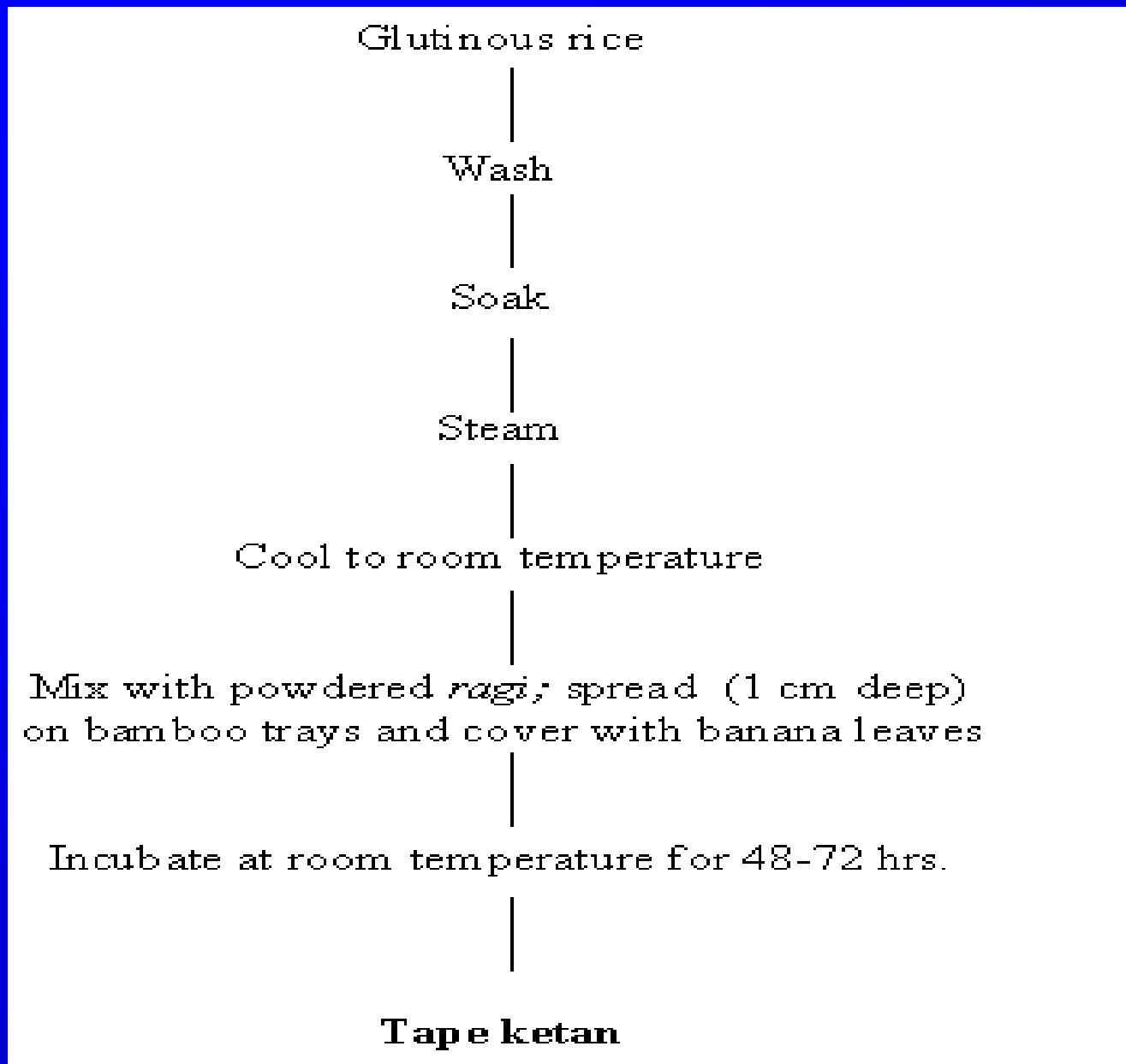


DIAGRAM PROSES PRODUKSI TAPAI KETAN



Reaksi yang terjadi ? →
lihat slide penjelasan produksi alkohol

Fermentasi sayuran dan buah-buahan

- # Sayuran dan buah-buahan digarami terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dg fermentasi → asinan
- # Proses fermentasi berlangsung secara spontan (tanpa starter)
- # Contoh :
 - Tempoyak : fermentasi durian; asinan sawi
 - Di LN : sauerkraut, kimchi

PEWARNA ANGKAK (red yeast rice)

- Pewarna alami
- Mikroorganisme : *Monascus sp* (*M. purpureus* (ungu), *M. koaling* (merah), *M. barkari* (kuning))

Tiga warna angkak yang utama :

1. Jingga : monascorubin dan rubropunktatin
2. Merah : monascorubarin dan rubropunktamin
3. Kuning : monaskin dan angkaflavin

Sifat pigmen angkak :

1. Kelarutan tinggi
2. Warna stabil
3. Mudah dicerna
4. Tidak bersifat karsinogenik



PRODUKSI ANGKAK :

Pada umumnya menggunakan kultivasi substrat padat

Media yang digunakan : beras, kentang, singkong tepung ketela, gapplek, sagu, campuran onggok dan ampas tahu.
Secara komersil umumnya menggunakan beras

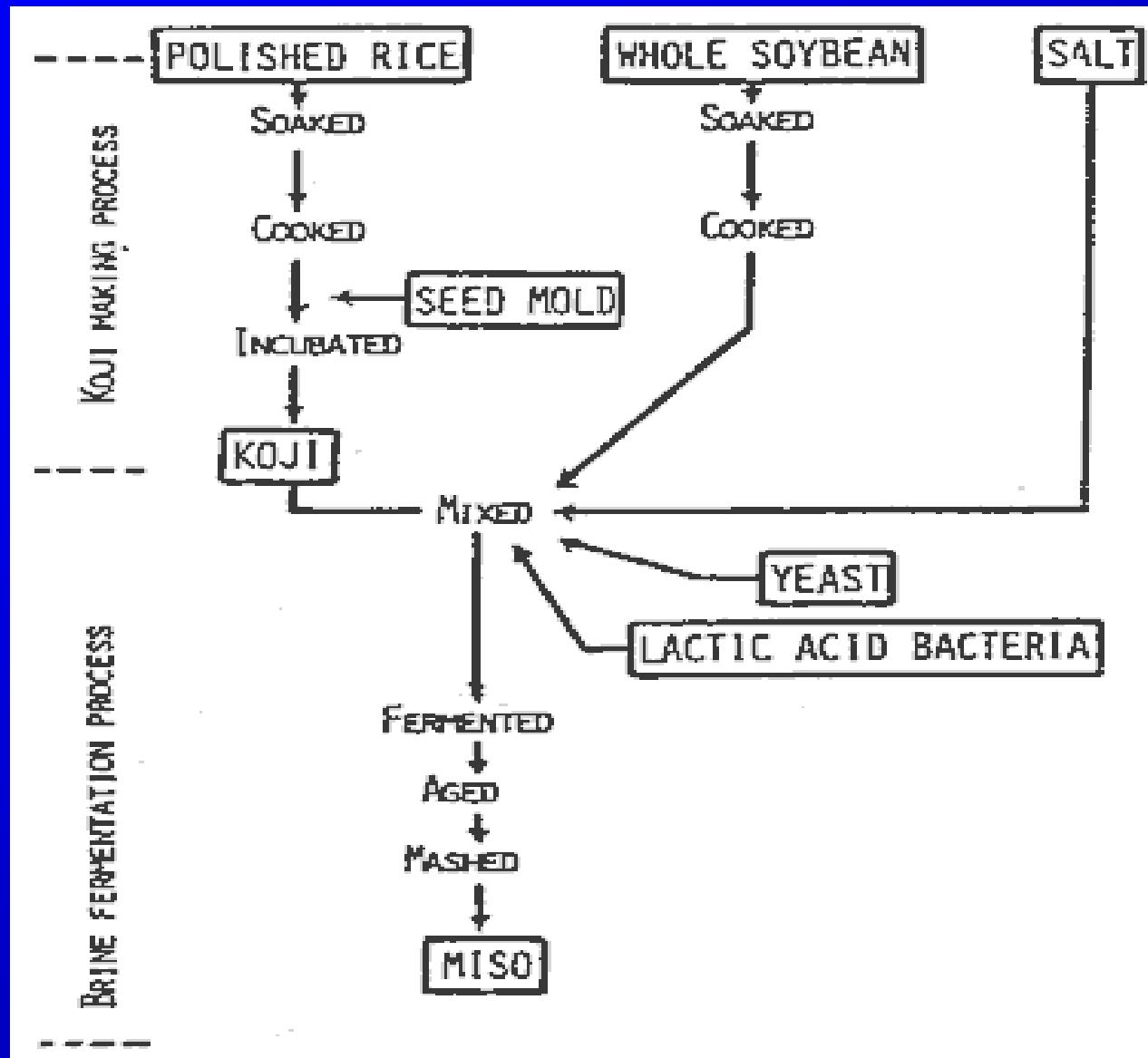




**Untuk inokulasi
dapat digunakan
produk angkak
yang telah digiling
sebagai starter**



DIAGRAM PROSES MISO



PRODUKSI MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus* = jamur tiram putih; champignon, jamur merang, dll)

Substrat yang digunakan :

- **Jerami padi**
- **Serbuk gergaji**
- **Vermi compost dari kayu, limbah kertas, sisa media jamur, limbah pangan**



Terima kasih