

MIKROORGANISME DALAM FERMENTASI PANGAN

TEKNOLOGI FERMENTASI

- Karakteristik MO untuk fermentasi:

- a. Mikroba harus mampu tumbuh dg cpt dlm suatu substrat da lingk.dan mdh dibudidayakan dlm jml besar

- b. Mampu mengatur ketahanan fisiologis dlm kondisi diatas & menghasilkan enzim dg mdh dan bsr shgg perub. Kimia dapt terjd

c. Kondisi lingk yg diperlukan utk pertumb dan produksi max. hrs sederhana

- MO utk ferment yg terpenting : mampu menghasilkan enzim dalam jumlah yg besar
- Yg berperan: bakteri, kapang dan khamir
- Bakteri: bakteri pembtk asa laktat, pembentuk as. Asetat, khamir penghasil alkohol, kapang mampu memfermentasi beberapa bahan pangan

BAL

- Hasil: Metab. KH $\longrightarrow$ As. Laktat
- Homofermentatif $\longrightarrow$ As laktat
- Heterofermentatif $\longrightarrow$
As.laktat, CO₂, as.volatil, alkohol, ester
- *Streptococcus thermophilus*, *S. lactis*, *S. cremoris* $\rightarrow$ gram +, bulat: industri susu
- *Pediococcus cereviceae* $\rightarrow$ gram +, bulat, pasangan / empat2: merusak anggur, bir $\rightarrow$ fermentasi daging

- *Leuconostos mesenteroides, Leuconostoc dextranicum*: gram +, bulat; perusakan larutan gula → produksi dextran berlendir; fermentasi : sayuran; sari buah, anggur
- *L. lactis, L. acidophilus, L. Bulgaricus, L. Plantarum, L. delbruckii*: batang, gram +, pasangan . Tahan keadaan asam. Banyak terdpt pd tahapan akhir fermentasi asam laktat, Fermen. Susu dan sayuran

BAP

Kelp. *Propionibacterium*, batang, gram +
Fermentasi KH dan asam laktat →
asamasam propionat, asetat dan KH.
→ Keju Swiss

BAS

- Ditemukan dlm gol: *Acetobacter*
- *A. aceti*
- Metabolisme: aerobik
- Oksidasi alkohol dan KH
as.asetat



KAPANG

Utk keju dll: kecap, tempe : *Aspergillus*,
Rhizopus, *Penicillium*

Position of yeasts and moulds (filamentous microfungi) in fungal taxonomy



Yeasts

~ 800 species
In food: ~ 50 species

Fungi (Eumycota)

Chytridiomycetes

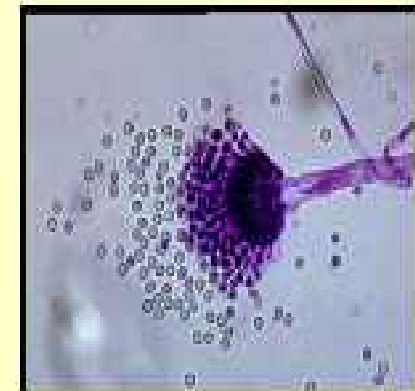
Zygomycetes

Ascomycetes

Basidiomycetes

Deuteromycetes

(Fungi imperfecti)



Moulds

~ 80.000 species
In food: ~ 100 species

Main differences between yeasts and filamentous fungi (moulds)

<i>Characteristics</i>	<i>Yeasts</i>	<i>Moulds</i>
Vegetative cells	Unicellular (budding and pseudomycelia)	Mycella
Growth rate (generation time)	1-2 hours	6-48 hours
Metabolism	Facultative aerobic/anaerobic	Aerobic
Lytic enzymes (hydrolases)	Few	Many
Toxin production	No	Yes

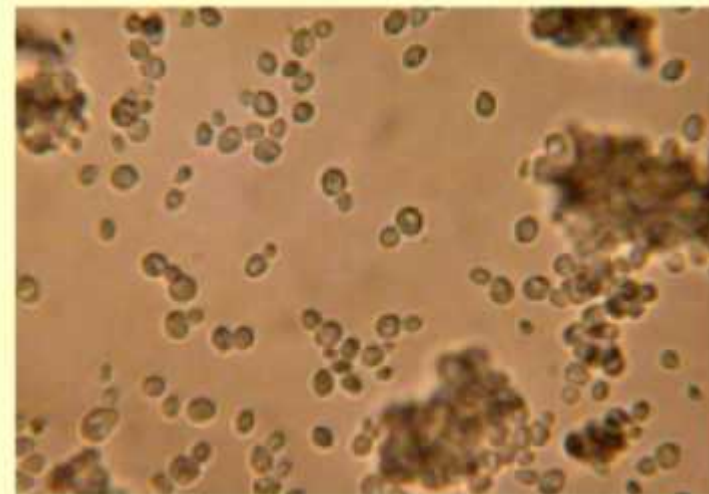
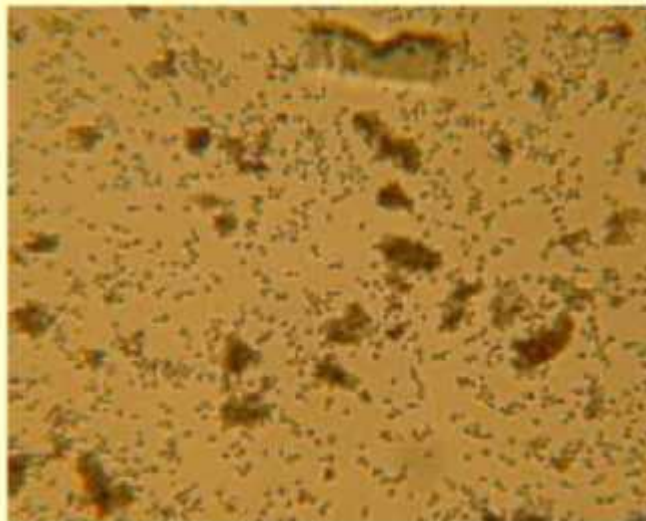
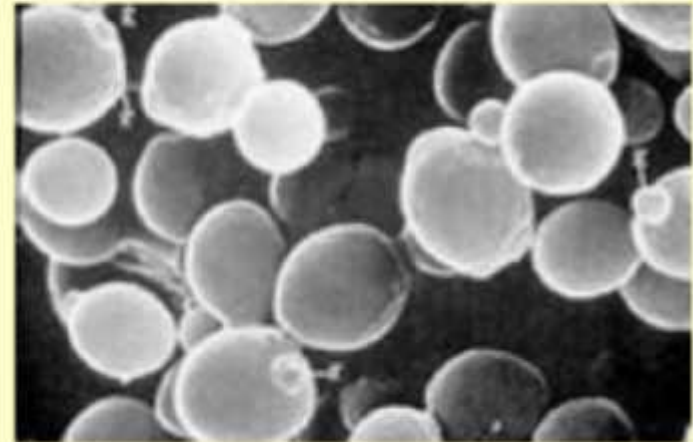


Dimorphic fungi: ability for budding and pseudomycelia or true mycelia

Yeasts

Cell morphology: ellipsoidal, cylindrical, lemon-shaped, filamentous (with pseudohyphae or septate hyphae)

Metabolism: respiration and in some cases ethanolic fermentation

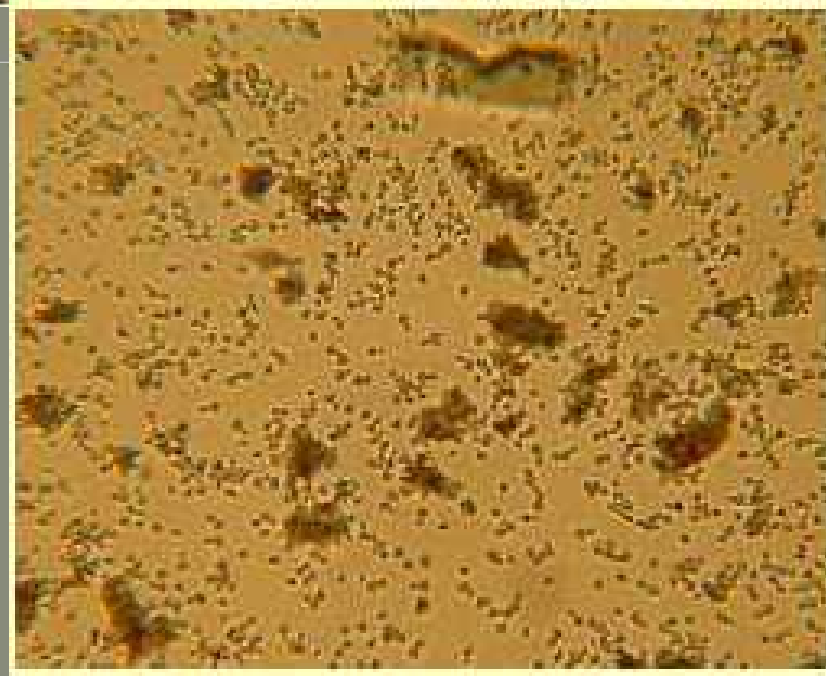
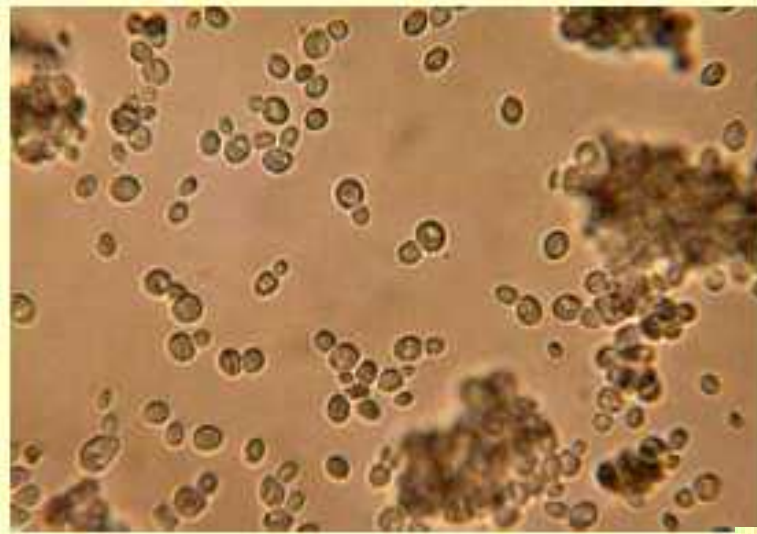


Saccharomyces cerevisiae

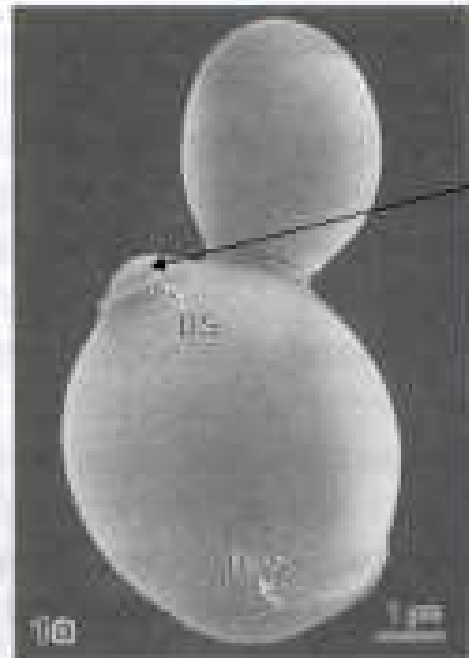
KARAKTERISTIK DAN MORFOLOGY YEAST

- Yeast: → golongan fungi , berbentuk uniseluler.
- Reproduksi vegetatif: pertunasan.
- Sebagai sel tunggal ukuran sel > dan morfologi beda dengan MO lain.
- dinding sel yang lebih kuat dr protozoa serta tidak melakukan fotosintesis bila dibandingkan dengan ganggang atau algae. Ferm bersifat alkohol, produk utama alkohol: *Sacharomyces cereviceae*

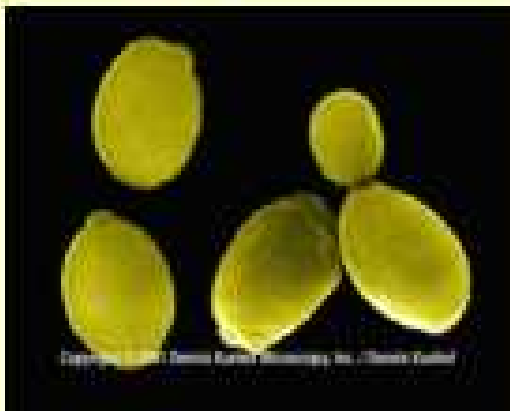
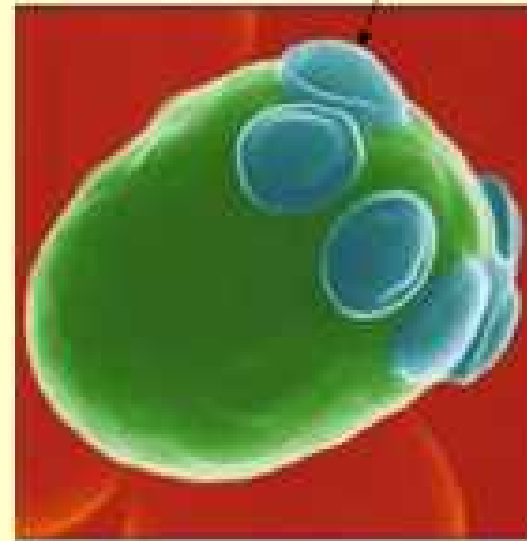
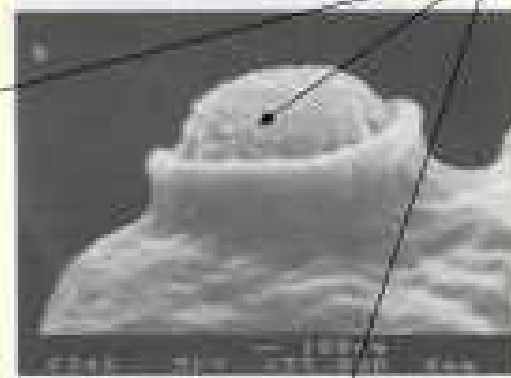
Saccharomyces cerevisiae



Budding



Budscars



Saccharomyces cerevisiae

Bedasar sifat metabolismenya

- Yeast yang bersifat fermentatif
→ Yeast : oksidatif.
- Jenis fermentatif : melakukan fermentasi alkohol yaitu memecah gula (glukosa) menjadi alkohol dan gas → exp. produk roti.
- Sedangkan oksidatif (respirasi) → akan menghasilkan carbon dioksida dan air.

- Pertumbuhan yeast pada media bahan pangan sangat tergantung pada sifat fisiologisnya
- Umumnya yeast tumbuh pada kondisi dengan persediaan cukup air artinya → tidak berlebihan.
- Dibandingkan dengan bakteri, yeast dapat tumbuh dalam larutan yang pekat misalnya larutan gula atau garam lebih juga menyukai suasana asam dan lebih bersifat menyukai adanya oksigen (Steinkraus 1977).

Yeast juga tidak mati oleh adanya

- antibiotik dan beberapa yeast mempunyai sifat antimikroba → sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan mould.
- Adanya sifat-sifat yang tahan pada lingkungan yang stress (garam, asam dan gula) maka dalam persaingannya dengan mikroba lain yeast lebih bisa hidup normal

KELOMPOK YEAST

1. Kelompok yeast sejati (True yeasts)

 - Termasuk kedalam kelas Ascomycetes, dengan ciri selalu berspora.
 - Spesies: *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Pichia*, *Hansenula*, *Debaryomyces* dan *Hanseniaspora*.
 - Yang umum digunakan dalam industri adalah *Saccharomyces cerevisiae* : roti, minuman beralkohol, glyserol dan enzim invertase.

- Pada industri alkohol: yeast → ada yang termasuk fermentasi kuat, → terjadi proses oksidasi yang cepat dari sekelompok yeast sehingga letaknya berada mengapung di permukaan.
- Sedangkan kelompok lain adalah yang terdapat di dasar minuman termasuk pada fermentasi lambat dan selnya cenderung tidak menggerombol → industri bir
- Beberapa yeast bersifat osmofilik → bisa merusak sirop, madu, molases, kecap dan anggur → *Zygosaccharomyces* spp → yeast kontaminan yang sering terdapat dalam fermentasi kecap dan anggur.

2. Kelompok yeast yang liar (*wild yeast*)

Sangat bervariasi untuk tumbuh pada suatu media seperti contohnya Pada industri fermentasi pangan dan minuman sangat dikenal dengan istilah yeast liar (*wild yeast*), → datang sendiri bukan dipakai sebagai strater.

- Kelompok ini adalah yang tidak mempunyai spora yaitu *Candida*, *Torulopsis*, *Brettanomyces*, *Rhodotorula*, *Trichosporon* dan *Kloeckera*.

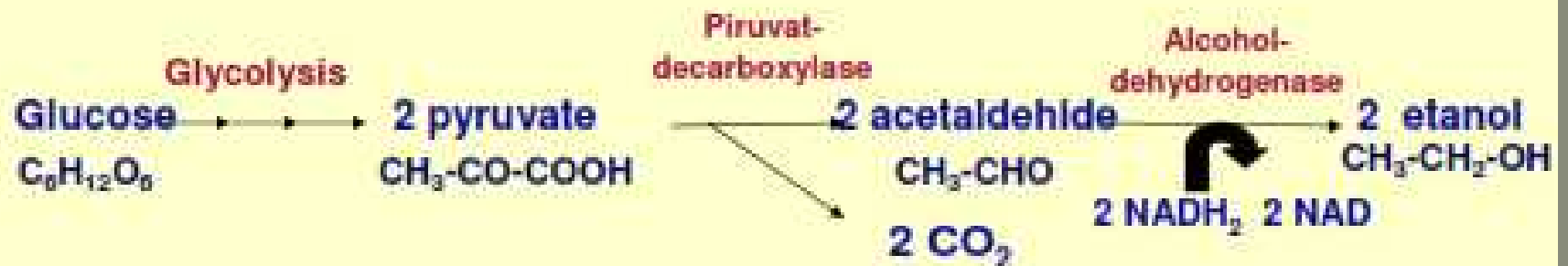
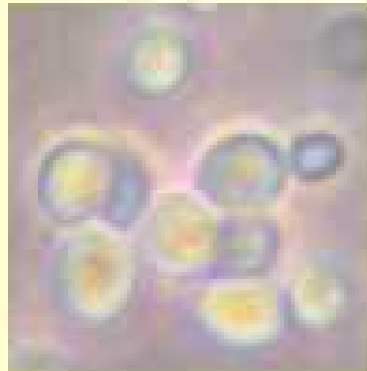
AKTIVITAS YEAST PADA BAHAN PANGAN

1. Aktivitas pada glukosa (karbohidrat)

- Fermentasi yang terjadi pada gula seperti contohnya: glukosa, fruktosa, sukrosa dan maltosa adalah sebagai reaksi metabolisme kunci dari sebagian besar yeast apabila dikulturkan dalam media yang kondisinya fakultatif anaerob
- Laktosa hanya dapat difermentasi oleh beberapa spesies yeast yaitu: *Torula kefyr*, *T. koumiss*, *Saccharomyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Kluy. lactis*, *Candida pseudotropicalis*
- gula → ethanol dan CO₂; dan metabolit sekunder (alkohol tinggi, asam organik, ester, aldehid dan komponen keton)

- Produksi dan keterkaitan rasa dari hasil metabolisme
- sekunder → umumnya oleh *Saccharomyces cerevisiae*
- Sebagian besar yeast tidak memproduksi etanol sebanyak yang dihasilkan oleh *Sacc. cerevisiae*. Akan tetapi pada beberapa spesies seperti *Kloeckera apiculata*, *Hansenula anomala*, *Zygosacc. balii*, *Zygosacc. rouxii*, *Bretanomyces* dan *Candida* memproduksi lebih banyak sekunder metabolitnya (asam asetat, etil asetat dan asetaldehida dalam konsentrasi cukup tinggi)

Ethanolic fermentation



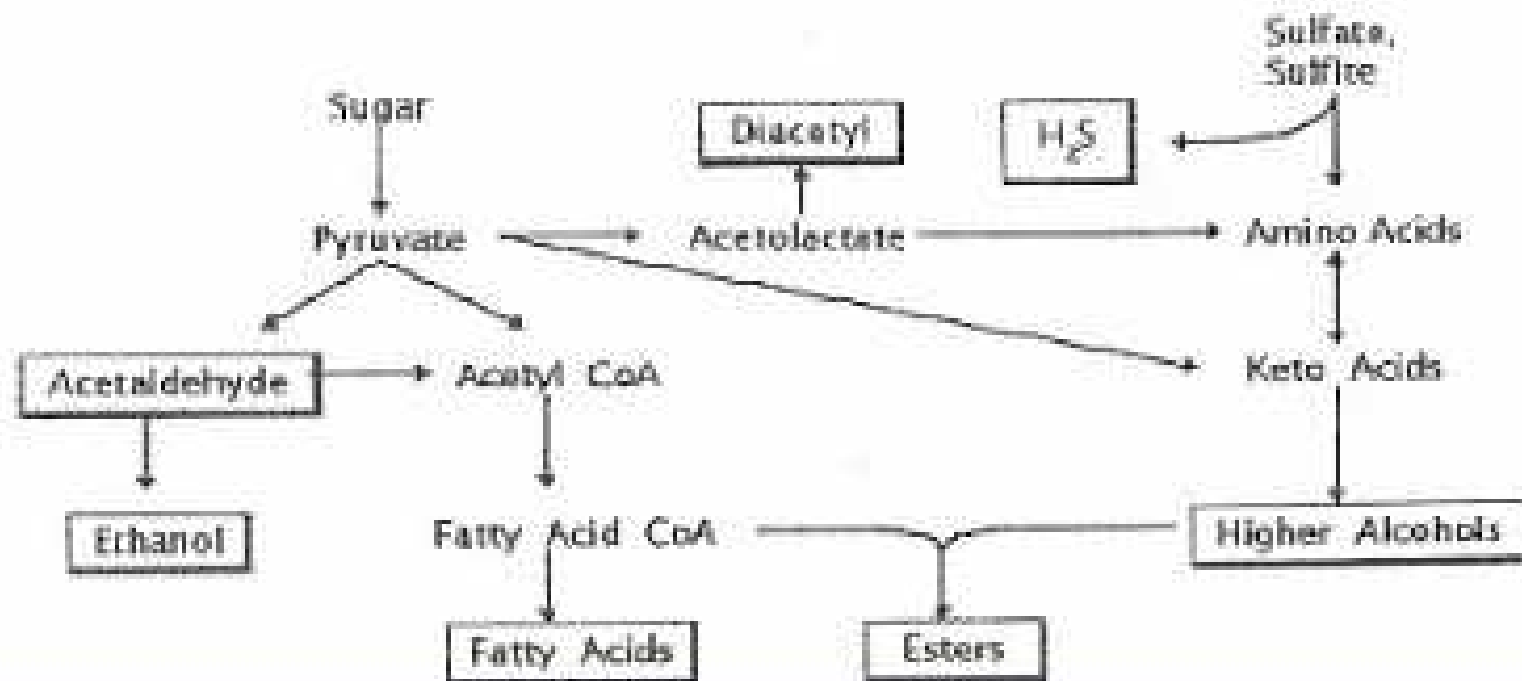
-
- Setiap metabolit yang dihasilkan oleh *Sacc. Cerevisiae* sangat dipengaruhi oleh strain dari yeast dan faktor-faktor lingkungan seperti ketersediaan oksigen, temperatur dan komposisi kimia dari zat untuk pertumbuhannya.

2. Aktivitas dalam senyawa nitrogen

- Metabolisme yeast dari senyawa nitrogen seperti asam amino, amina, urea, purina dan pirimidina .
- Pada fermentasi minuman seperti: bir, anggur dan sake → metabolisme asam amino dikaitkan dengan produksi alkohol tinggi, aldehida dan produk akhir ketogenik (diasetil) yang dapat mempengaruhi sifat sensori rasa.

- Produksi alkohol aromatik, phenylethyl alkohol dalam anggur berkaitan dengan metabolisme phenylalanine yang dilakukan oleh *Sacc. cerevisiae*.
- keju → dari asam amino oleh aktifitas *Kluy. marxianus* dan *Debaryomyces hansenii*.
- → proses dekarboksilasi : asam amino → amin, volatil amin dan ammonia → *C. lipolytica* dan *C. catenulata* (Lee and Richard 1984; Roostita 1993.)

End products of alcoholic fermentation and pathways connected to it



3. Aktivitas pada asam-asam organik

- Yeast → dapat memproduksi / metabolisme pada asam-asam organik → mengubah keasaman dan profil flavor dari suatu produk.
- Asam suksinat adalah termasuk asam karboksilat utama yang diproduksi oleh yeast selama proses fermentasi sampai menghasilkan hingga 2 g/L
- Produksi/hasil metabolisme sangat dipengaruhi kondisi lingkungan

- Exp: bila bahan pangan pada temperatur rendah dan konsentrasi gula yang tinggi maka inokulasi dengan *Sacc. cerevisiae*, *D. hansenii* akan meningkatkan produksi asam asetat, akan tetapi belum diketahui pada jenis yeast yang lain (Berry and Watson 1987; Fleet 1992).
- → Sayuran, buah-buahan seperti: acar (pikle), sayur asin, olive, cucumber brine atau kimchi yaitu produk fermentasi sayuran yang terkenal dari Korea.

- Yeast juga dapat → produksi asam heksanoat, oktanoat dan dekanooat →

agen antimikrobia dimana akan membatasi pertumbuhan dari yeast itu sendiri dan membatasi pertumbuhan mikroba yang lain.
- Didayagunakan sebagai bahan pengawet

- Yeast (*Sacch. cerevisiae*) → suasana asam (pH rendah) dalam tubuh (usus) induk semang → mikroorganisme patogen / virus tidak tahan
- Banyak spesies yeast yang secara oksidatif melakukan metabolisme pada asam organik melalui siklus asam trikarboksilat.
- Penggunaan oksidasi asam organik → keasaman produk turun dan pH meningkatkan pH sampai kondisi yang memungkinkan pertumbuhan bagi bakteri perusak.

4. Aktivitas yeast dalam degradasi protein

- Mikrobial proteolisis adalah salah satu dari reaksi kunci pada reaksi metabolisme yang apabila diteruskan dapat menghasilkan rasa pahit dan diikuti dengan produksi amonia.
- protease dari yeast yang bersifat proteolitik ini isolat dari *Kluyveromyces*, *Endomycopsis*, *Sporobolomyces*, *Aureobasidium pullulans*, dan *Trichosporon cutaneum* merupakan spesies yang kaseinolitik

- Sebanyak 68 strain dari *D.Hansenii* sehubungan dengan perannya dalam makanan dan hanya 4 strain yang bersifat proteolitik.
- Beberapa spesies *Candida* dapat menjadi awal metabolisme suatu produk pangan seperti *C.lipolytica* pada keju adalah karena bersifat spesifik pada aktifitas kerjanya yang proteolitik
- Beberapa yeast → produksi protease ekstraseluler adalah spesies dalam genera *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Pichia*, *Hansenula*, dan *Metschnikowia*

- Sekelompok yeast yang dominan seperti: *Kluy. Marxianus* dan *C. diffluens* dalam produk susu seringkali mempunyai aktivitas kaseinolitiknya yang kuat sering ditemukan di Australian cheddar dan cottage cheese
- *Saccharomyces cerevisiae* dapat memecah laktosa dalam susu segar sehingga dapat berperan dalam produk fermentasi susu.

5. Aktivitas yeast dalam degradasi lemak

- Degradasi lemak → oleh enzim lipase pada makanan dan memproduksi serangkaian asam lemak bebas → ciri penambahan rasa, aroma dan struktur
- Cita rasa bergantung pada jenis asam yang diproduksi dan besarnya konsentrasinya.
- Degradasi fosfolipid dapat mengubah organisasi struktur dari komponen lipid dalam makanan.

- Yeast → bersifat lipolitik terutama ditemukan dalam genera *Candida*, *Rhodotorula*, dan *Cryptococcus*, genus ini berperan dalam metabolisme lemak dari produk daging dan susu.
- Sekitar 30% dari yeast yang diisolasi dari daging cincang dan sosis segar yang diproduksi di Inggris adalah bersifat lipolitik.
- *Candida lipolytica* adalah penghasil lipase ekstraseluler yang sangat kuat dan mampu menurunkan kadar lemak dalam mentega, lemak daging lain dan daging mentah merah, ikan dan minyak zaitun serta minyak kedelai (Fitzgerald and Deeth 1983).
- Yeast lainnya yang diketahui dapat memproduksi enzim lipase di luar sel adalah *Cryp. albidus*, *Cryp. laurentii*, *C. zeylanoides*, *C. famata*, *C. rugosa*, *C. diffluens*, *Kluy. marxianus*, dan spesies organisme yang menyerupai yeast *Trichosporon*

6. Aktivitas dalam degradasi pati

- yeast yang bersifat amilolitik → memproduksi etanol dan biomass yeast dari zat pati dan untuk memproduksi minuman dan makanan dengan karbohidrat rendah
- Yeast → kebanyakan memproduksi enzim amilase diluar sel.
- amilolitik mempunyai potensi penting dalam produk-produk dimana pati digunakan sebagai bahan utamanya sehingga dapat menyumbangkan flavour yang dikehendaki

- Pada fermentasi sayur asin dan asam terdapat beberapa bakteri dan yeast jenis *Candida sake* dan *C. guilliermondii* → kontribusi pada proses fermentasi dengan menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat, asetat, susinat, etanol dan glyserol hasil metabolisme dari glukosa yang berasal dari maltosa dan pati

7. Aktivitas dalam degradasi selulosa dan pektin

- Mikroorganisme yang memproduksi selulosa, dan pektin diluar sel sangat berperan dalam mengawali fermentasi pada buah-buahan dan sayuran dengan memecahkan polisakarida dari kulit.
- *Kluy. marxianus*, *C. kefir*, *C. famata*, *Cryp. albidus*, *Rhodotorula* dan beberapa strain dari *Sacch. cerevisiae*, juga spesies *Trichosporon* dan *Aureobasidium* → mengeluarkan enzim dan mampu menurunkan kadar pektin,
- Yeast yang mampu mendegradasi xilan adalah *Cryp. albidus*, *Trichosporon* dan *Pichia stipitis* dan *Aurebasidium*.

- Yeast yang bersifat pektinolitik nampak sangat aktif dalam fermentasi biji coklat dan biji kopi dalam fermentasi biji coklat dan biji kopi yeast dipergunakan untuk menurunkan kadar pektin dan dapat memberikan kesempatan bagi mikroba lain untuk berperan serta dalam aroma dan flavor pada waktu proses pemasakan

Role of microorganisms in the production of alcoholic beverages (examples)

Yeasts

Sacch. cerevisiae

fermentation of wine, ale-beer

Sacch. pastorianus

fermentation of lager beer

Hanseniaspora / Kloeckera

spontaneous fermentation of wine

Schizosacch. pombe

fermentation of rum

Moulds

Aspergillus oryzae

koji preparation of sake

Bacteria

Oenococcus oenos

malo-lactic fermentation of wine

Enterobacteria

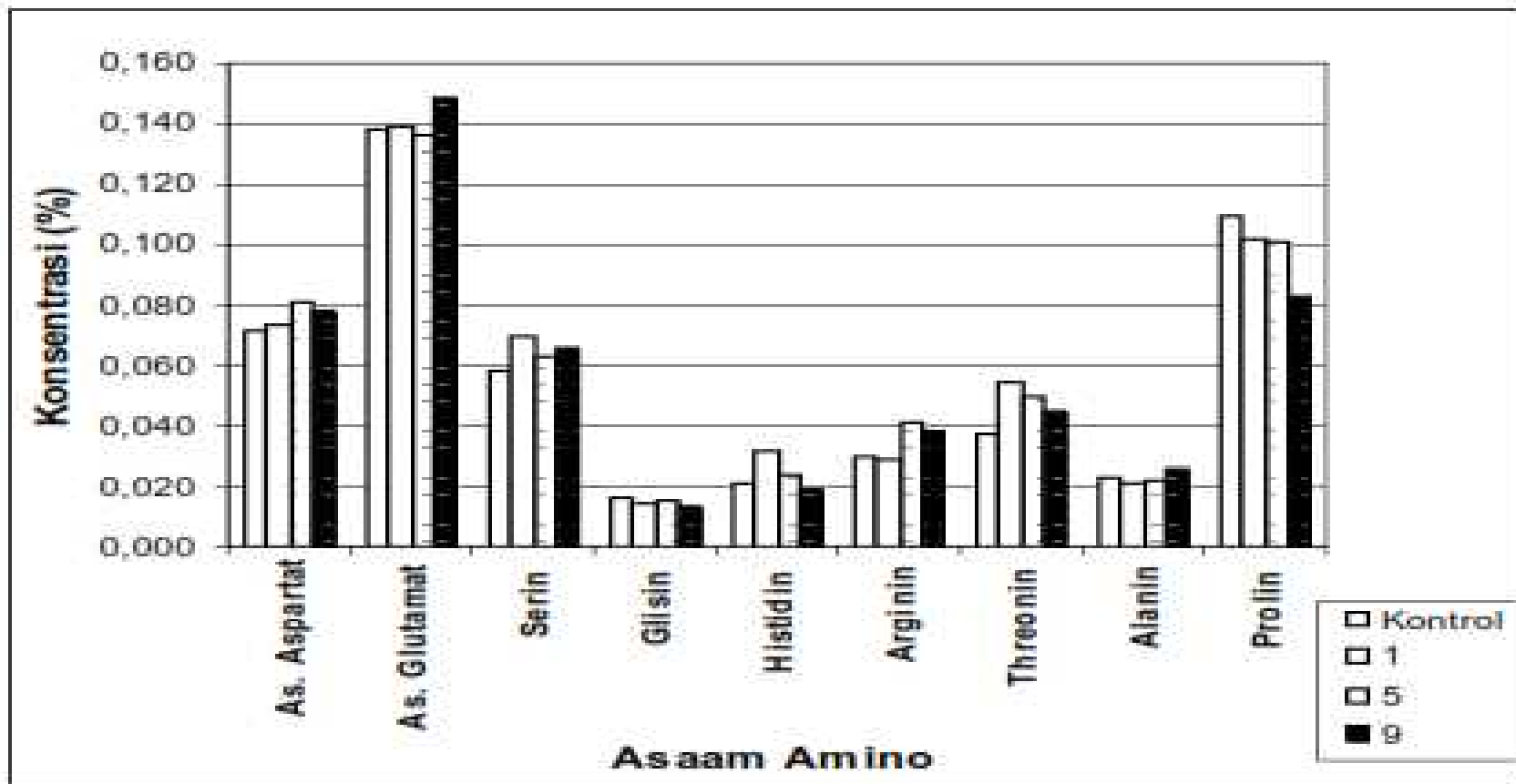
fermentation of lambic beer

Acetic acid bacteria

flavour development in rum

Zymomonas mobilis

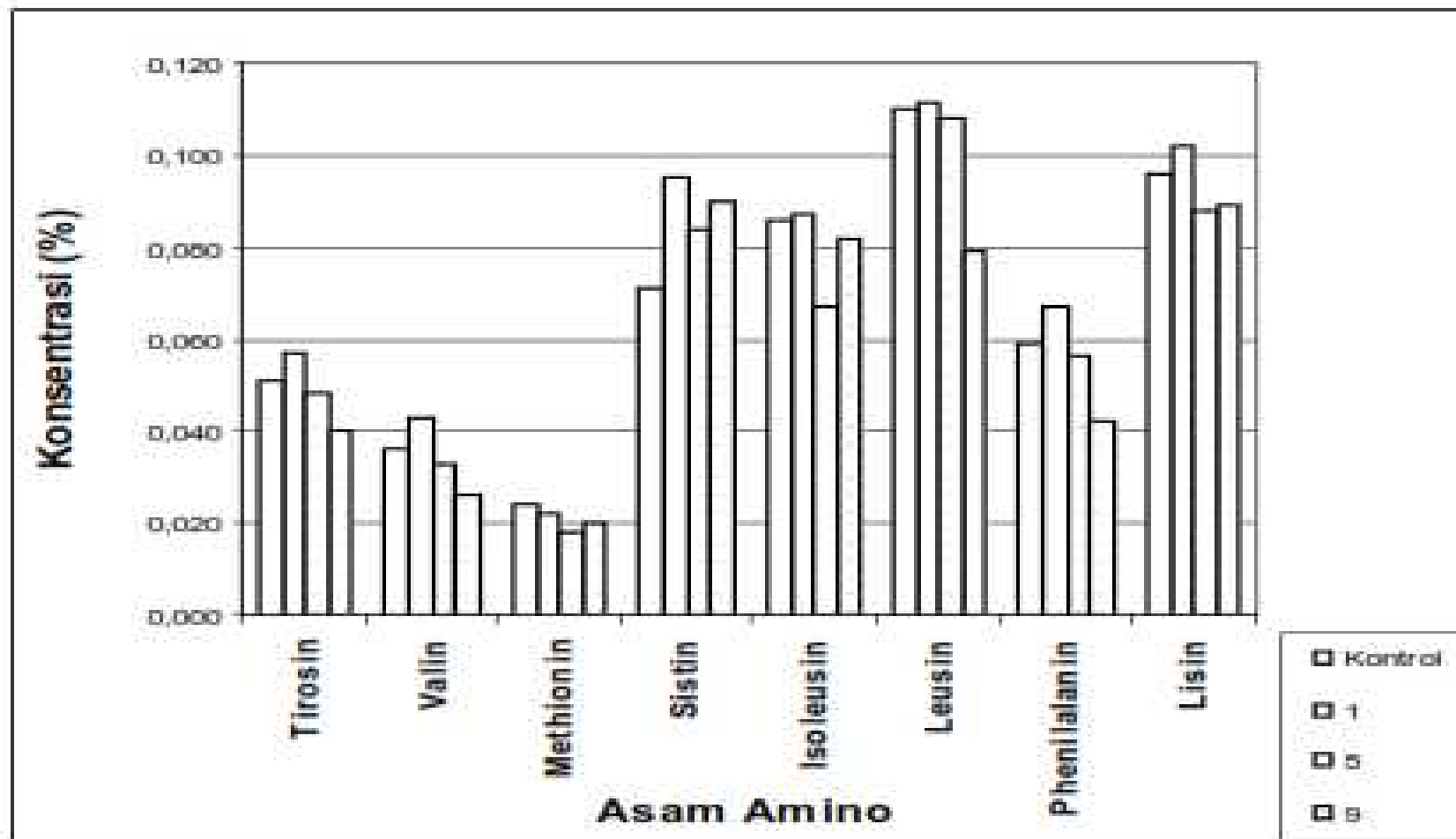
fermentation of pulque



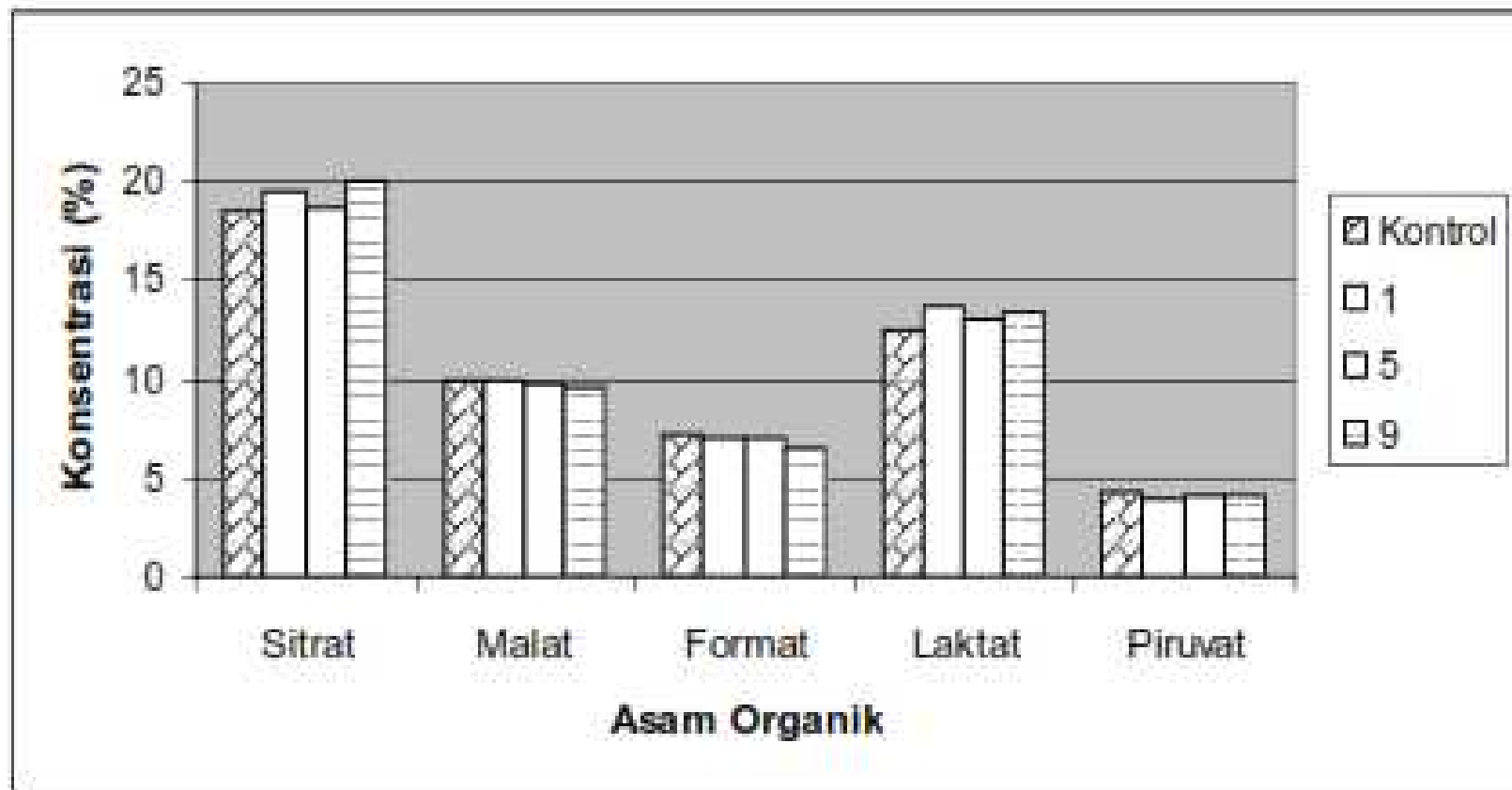
Gambar 1a. Grafik konsentrasi asam amino susu kerbau setelah fermentasi 12 hari oleh khamir *Candida curiosa* (1), *Brettanomyces custersii* (5) dan *Kluyveromyces lactis* (9)

KAJIAN PENAMBAHAN KHAMIR *Kluyveromyces lactis*, *Candida curiosa* DAN *Brettanomyces custersii* ASAL DADIH TERHADAP KONSENTRASI ASAM-ASAM AMINO, LEMAK, ORGANIK DAN KARBOHIDRAT SUSU KERBAU FERMENTASI (DADIH).

Yurliasni., dan Zakaria, Y.



Gambar 1b. Grafik konsentrasi asam amino susu kerbau setelah fermentasi 12 hari oleh khamir *Candida curiosa* (1), *Brettanomyces custersii* (5) dan *Kluyveromyces lactis* (9)



Gambar 3. Grafik konsentrasi asam organik susu kerbau setelah fermentasi 12 hari oleh khamir *Candida curiosa* (1), *Brettanomyces custersii* (5) dan *Kluyveromyces lactis* (9)