

## Khamir

- Termasuk kapang, namun berbentuk sel tunggal/uniseluler. Dari kelompok *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes*
- Tersebar luas di alam. Ada yang bermanfaat adapula yg merugikan bagi manusia.
- Manfaat: untuk pembuatan roti, bir, wine, vinegar dsb.
- Merusak sauerkraut, juice buah, sirups, molase, madu



## Karakteristik Khamir

- Bentuk spherical sampai ovoid kadang membentuk miselium semu. Ukuran bervariasi
- Reproduksi secara aseksual melalui pembentukan tunas, pembelahan sel, spora aseksual.
- Secara seksual menghasilkan askospora dg cara konyugasi: isogami, heterogami, askospora
- Membentuk lapisan film di atas medium cair.

## Syarat pembentukan spora aseksual

- Sel harus muda dari kultur yang sehat
- Aerasi baik
- Suhu cukup tinggi
- Ada faktor lain: pH, cahaya,  $\text{CaSO}_4$ , ekstrak tanaman, dll.
- Jumlah spora: 1, 2, 4, 8 tgt spesiesnya.

## Morfologi

- *Saccharomyces cerevisiae*: membentuk tunas, satu askus dg 4 askospora
- *Candida* sp: membentuk pseudomiselium, sel-sel yang memanjang
- *Schizosaccharomyces*: pembelahan sel
- *Hansenula*: askospora berbentuk seperti topi
- Bentuk-bentuk lain.

## Fragmentasi

- Pembentukan tunas
- Blastospora: Terbentuknya tunas pada miselium kemudian tumbuh menjadi spora. Misal *Candida* sp
- Arthrospora/oidium: terjadi segmentasi pada ujung hifa. Misal *Geotrichum* sp
- Khlamidospora: terjadi pembulatan dan penebalan dinding sel pada hifa vegetatif. Misal *Geotrichum* sp.



## Komposisi Sel Khamir

- Air 68 – 83 %
- N-total 7 – 9 % adapula 2,5 – 14 %
  - Protein murni 64 – 79 %
  - Basa purin  $\pm$  10 %
  - Basa pirimidin  $\pm$  4 %
  - As. Amino, nukleotida  $\pm$  15 %
- Karbohidrat: glikogen, deoksiribosa, amilosa, selulosa dll
- Lipida: gliserida, asam lemak, fosfolipida, sterol
- Dinding sel terdiri atas khitin

## Sifat Fisiologi

- Konsentrasi solute [gula/garam] lebih tinggi daripada bakteri
- Kelembaban yg dibutuhkan lebih rendah daripada bakteri dan lebih tinggi daripada kapang
- Aw pertumbuhan secara umum 0,88 – 0,94. Aw minimal unt khamir dari susu kental 0,90; khamir roti: 0,905. Khamir osmotik: 0,62 – 0,65
- Suhu optimal: 25 – 30 C, maksimum 35 – 47 C.
- Tidak tumbuh pada pH basa dg optimal pada 4,0 – 4,5.
- Gula merupakan sumber energi yang paling baik

## Khamir yang penting dalam industri

1. Genus *Saccharomyces*
  - *S. cerevisiae*: pembuatan roti, wine, alkohol, gliserol, enzim invertase, PST.
  - *S. Carlsbergensis*: pembuatan bir
  - *S. fragilis* & *S. lactis*: fermentasi laktosa pada produk-produk susu.
  - *S. rouxii*: osmotofilik pada fermentasi kecap

## 2. Genus *Torulopsis*

- *T. sphaerica*: fermentasi laktosa, menyebabkan:
  - Kerusakan produk susu
  - Kerusakan susu kental manis
  - Kerusakan konsentrat juice buah
  - Kerusakan makanan yg asam

## 3. Genus *Candida*

- Penyebab kerusakan makanan yang asam dan bergaram
- *C. utilis*: sebagai PST
- *C. lipolytica*: merusak margarin

## Khamir pembentuk lapisan film

- *Pichia, Hansenula, Debaryomyces, Candida, Trichosporon.*
- Tumbuh dipermukaan produk-produk yang asam
- Mengoksidasi asam dan menyebabkan kerusakan produk

## Khamir osmofilik

- Tumbuh pada tekanan osmosis tinggi: gula, garam, dsb
- Penyebab kerusakan pada buah kering, juice, madu, sirup
- Penting pada produksi kecap

## Fermentasi khamir dari tradisional ke bioteknologi

---

- **Khamir** (sering anaerob) and kapang berfilamen (umumnya aerob)
- Produk fermentation khamir: karbon dioksida, etanol, protein sel tunggal, ragi.



## Substrat Fermentasi

---

- Etanol: kecambah atau biji-bijian yang diproses (beer), anggur (wine), buah (cider), madu (mead)
- Metanol: selulosa



## Produk fermentasi khamir

---

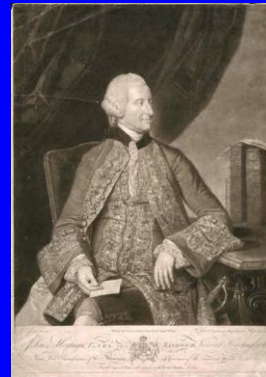
- Minuman: wine – beer – brem bali
- Makanan: Roti, tape, brem padat
- Sumber lemak
- Bahan bakar: alkohol, metanol



## Roti

---

- Peningkatan pencernaan dan kandungan protein terigu maupun tepung lainnya
- Relatif stabil dan mudah dlm transportasi
- Citarasa disukai
- Starter khamir liar sering mengandung lactobacilli





## Wine

---

- Kontaminan biologis (dan/atau kurang higienis), aroma kurang baik
- Khamir dari sumber liar – tersedia langsung dan tidak dapat digunakan kembali
- Gunakan buah yang tidak bersaing dengan buah konsumsi



## Bir – tek tinggi pengganti wine

---

- Aman dan ~stabil – kontaminan terkendali
- Biji-bijian dapat tumbuh lebih mudah dibandingkan anggur
- Kaya nutrisi, ditingkatkan dengan proses perkecambahan
  - Membutuhkan tek tinggi untuk starter khamir



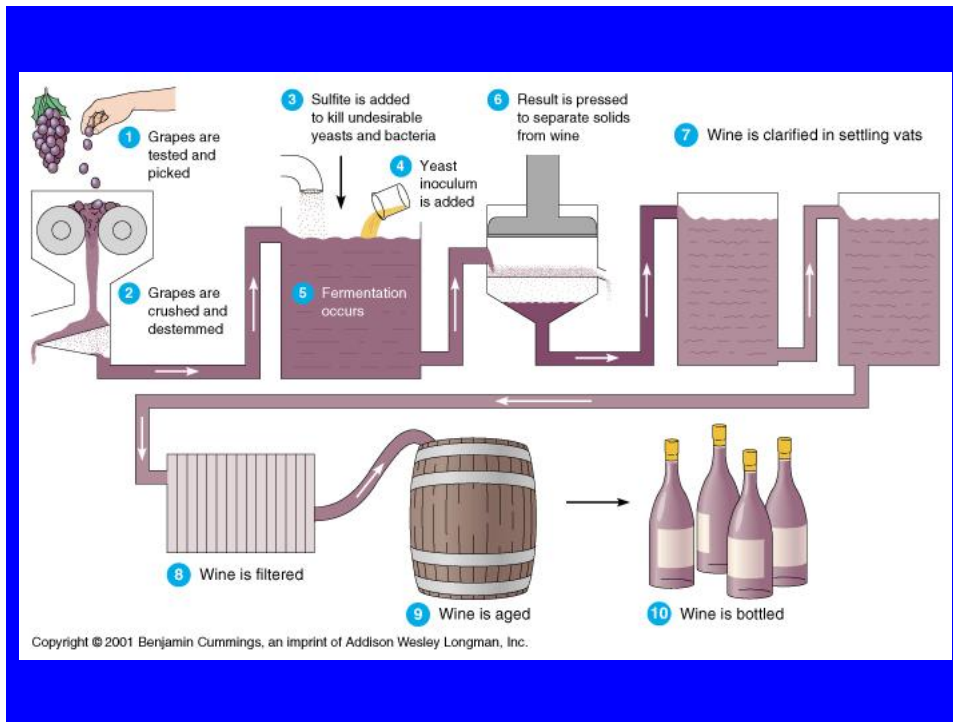


table 28.4 | *The Production of Alcoholic Beverages by Yeasts*

Beverage	Yeast	Method of Preparation	Function of Yeast
<b>Beer and Wine</b>			
Beer, lager	<i>S. uvarum</i> (bottom yeast)	Germinated barley releases starches and amylase enzymes (mashing). Enzymes in malt hydrolyze starch to fermentable sugars (mashing). Liquid (wort) sterilized. Hops added for flavor. Yeast added, incubated at 3–10°C.	Converts sugar into alcohol and carbon dioxide; > 6% alcohol. Yeast grows on bottom of fermenting vessel.
Beer, ale	<i>S. cerevisiae</i> (top yeast)	As in lager; incubated at 10–21°C.	Converts sugar into alcohol; and CO <sub>2</sub> ; < 4% alcohol. Yeast grows at top of fermentation vessel.
Sake	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Aspergillus oryzae</i> converts starch in steamed rice into sugar; yeast added; incubated at 20°C.	Converts sugar into alcohol; 14–16% alcohol.
Wine, natural	<i>S. cerevisiae</i>	Strain of grape provides various flavors and sugar concentrations. Grapes crushed into must; sulfur dioxide added to inhibit wild yeast; yeast added. Red wines: incubated at 25°C. Aged in oak 3–5 years and in bottle 5–15 years. White wines: incubated at 10–15°C. Aged 2–3 years in bottle.	Converts grape sugar into alcohol; 14% or less alcohol.
Wine, sparkling (champagne)	<i>S. cerevisiae</i>	As natural wine, with secondary fermentation in bottle. 2.5% sugar and yeast added to bottled wine; incubated at 15°C; bottle inverted to collect yeast in neck.	In secondary fermentation, produces carbon dioxide; yeast settles quickly.
<b>Distilled Beverages</b>			
Rum	Wild yeast	Cane molasses inoculated from previous fermentation. Oak aging adds color. Distilled to concentrate.	Converts sugar to alcohol; 50–95% alcohol.
Brandy	<i>S. cerevisiae</i>	Fruits pressed; yeast added. Distilled to concentrate alcohol, blended with other brandies.	Converts sugar into alcohol; 40–43% alcohol.
Whiskey	<i>S. cerevisiae</i>	Wort (see beer) is fermented by yeast. Distilled to concentrate alcohol; aged in charred oak barrels.	Converts sugar to alcohol; 50–95% alcohol.