



Mutu

&

Kriteria Kerusakan Pangan

Reza Fadhillah, S. TP, M. Si

Review

- Keamanan pangan: kondisi/upaya untuk menyediakan pangan bebas atau terkendali dari bahaya (hazard) biologis, kimia, dan benda yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (**UU No 7 1996 tentang Pangan**).
- Bahaya → berasal dari bahan baku, air, peralatan, lingkungan termasuk hewan di sekitar sarana produksi, dan manusia
- Mutu pangan: nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan dan kandungan gizi pangan
- Dengan implementasi **HACCP** (Hazard Analysis Critical Control Point) bertujuan untuk mengelola keamanan pangan. Bagian HACCP:
 - ✓ Dilakukannya **CPPB/GMP** (Cara Produksi Pangan yang Baik/Good Manufacturing Practices)
 - ✓ **SSOP** (Standar Sanitation Operating Procedures).



- Tujuan pengolahan pangan:
 - Meningkatkan daya cerna dan kelezatan pangan
 - Memperpanjang masa simpan bahan pangan
 - Penganekaragaman pangan
 - Meningkatkan nilai ekonomis hasil pertanian

- Tujuan pengawetan pangan:
 - > Mengendalikan kontaminasi dan pertumbuhan mikroba pada produk
 - > Mengurangi aktifitas enzimatis pada pangan
 - > Mengurangi reaksi kimia pada pangan
 - > Melindungi serangan serangga dan rodensia
 - > Melindungi dari lingkungan seperti kelembaban, oksigen dan sinar ultraviolet

Mutu/Kualitas Pangan

Mutu eksternal: mutu yang dapat diindera tanpa harus dikonsumsi

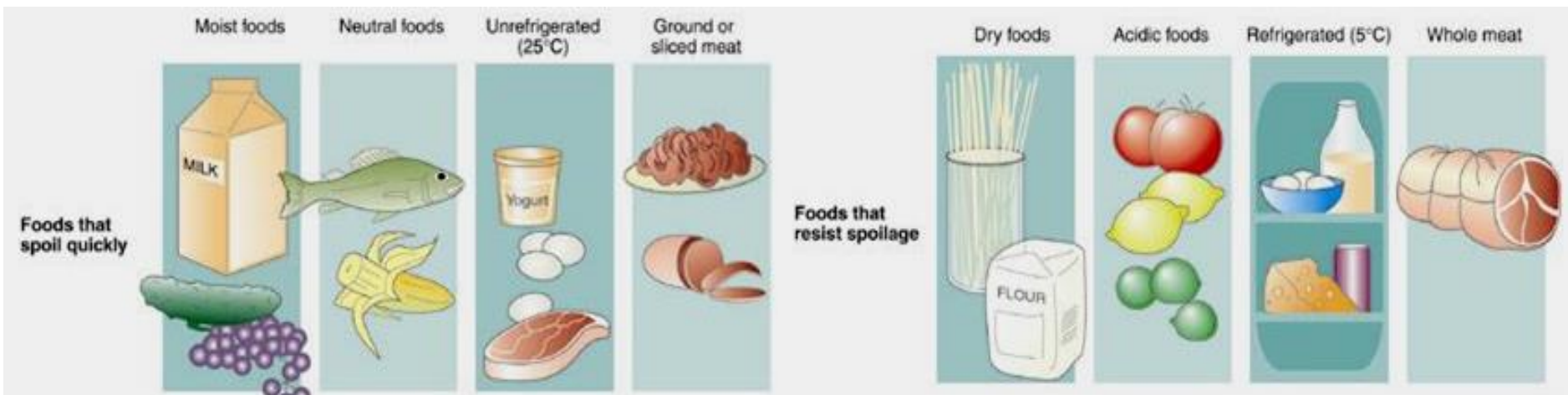
- ✓ Warna: intensitas, gloss, keseragaman
- ✓ Bentuk: rasio antar dimensi, keseragaman
- ✓ Ukuran: dimensi, berat, volume
- ✓ Bau & aroma
- ✓ Penampakan & penampilan: rusak, cacat, kotoran

Mutu internal: mutu yang dapat dideteksi setelah dikonsumsi

- ✓ Cita rasa: manis, asam, pahit, sepat
- ✓ Tekstur (mouthfeel): Kekerasan, keempukan, kerenyahan, kesegaran, kealotan (toughness & fibrousness)
- ✓ Zat gizi: Jumlah dan komposisi (kelengkapan gizi)
- ✓ Keamanan pangan: Senyawa anti gizi, toksin alami, kontaminasi bahan kimia maupun mikroba
- ✓ Halal

Klasifikasi Bahan Pangan

- Makanan tidak mudah rusak (non perishable foods) : dapat disimpan relatif lama pada suhu kamar (beras, kacang-kacangan)
- Makanan agak mudah rusak (semi perishable foods) : dapat disimpan waktu terbatas pada suhu ruang (bawang, umbi-umbian)
- Makanan mudah rusak (perishable foods) : sangat mudah rusak tanpa perlakuan (daging, ikan, susu, buah matang, sayuran)



Penyimpangan Mutu Pangan

- a. **Susut kualitatif:** Bahan pangan mengalami penurunan mutu → tidak layak konsumsi:
- ✓ Perubahan biologi (mikroba, serangga, tungau, respirasi)
 - ✓ Perubahan fisik (tekanan, getaran, suhu, kelembaban)
 - ✓ Perubahan kimia dan biokimia (reaksi pencoklatan)
 - ✓ Ketengikan, penurunan nilai gizi dan aspek keamanan.
- b. **Susut kuantitatif:** Kehilangan jumlah/bobot hasil pertanian, akibat penanganan pasca panen tidak memadai, dan gangguan biologi (proses respirasi, serangan serangga dan tikus)

Bahaya Keamanan Pangan

Chemical Hazards	Micro Biological Hazards	Physical Hazards
<ul style="list-style-type: none">▪ Mycotoxins▪ Natural toxins (mushroom, shellfish)▪ Pesticides▪ Fertilizers▪ Antibiotics▪ Hormones▪ Heavy metal▪ Emerging Chemicals (acrylamide, benzene)	<ul style="list-style-type: none">▪ Prion▪ Viruses: hepatitis▪ Bacteria▪ Protozoa▪ Parasites	<ul style="list-style-type: none">▪ Glass▪ Wood▪ Stone▪ Metal▪ Plastic▪ Personal stuff▪ Bones



Faktor Penyebab Kontaminasi Pangan

Faktor	Persentase (%)
▪ Bahan baku dari sumber tercemar	37
▪ Suhu penyimpanan yang tidak tepat	21
▪ Higiene pekerja	18
▪ Peralatan yang tercemar	12
▪ Pemasakan yang kurang	7
▪ Lainnya	5



Kontaminasi Patogen Pada Bahan Pangan

No	Jenis Pangan	Strain Patogen	Sumber Kontaminasi & Outbreak
1	Daging (Beef)	<i>E. coli</i> 0157:H7 (EHEC), <i>S. Typhimurium</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Mikroflora alami saluran cerna, Pemotongan, feses, transportasi karkas, tidak rantai dingin
2	Susu (raw milk)	<i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Mycobacterium paratuberculosis</i> , <i>Clostridium spores</i> , <i>Bacillus spores</i>	Lingkungan kandang (penyebab mastitis), kesalahan prosedur pemerahan, tangki penyimpanan kotor, tidak rantai dingin,
	Cheese, fermented Dairy Product	EHEC, <i>S. Enteritidis</i> , <i>L. monocytogenes</i>	Bahan baku susu mentah, pasteurisasi tidak tepat,
	Ice cream	<i>S. Enteritidis</i>	Telur, susu
	Butter	<i>L. monocytogenes</i>	Outbreak kontaminasi silang di dapur rumah sakit
	Infant milk	<i>Enterobacter sakazakii</i>	Lingkungan
3	Mayonnaise, salad dressings	<i>S. Enteritidis</i> , <i>E. coli</i> 0157:H7, <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i>	Lingkungan dapur, bahan baku

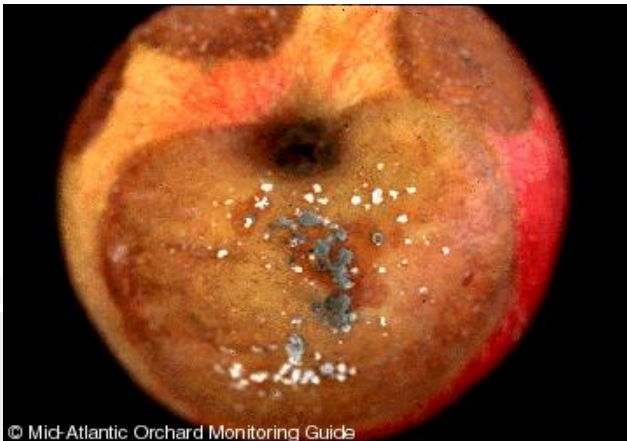
No	Jenis Pangan	Strain Patogen	Sumber Kontaminasi & Outbreak
4	Unggas (ayam)	<i>C. jejuni</i> , <i>S. enterica</i> <i>L. monocytogenes</i>	Mikroflora alami saluran cerna Kontaminasi pangan ready-to-eat berbasis daging unggas
5	Telur	<i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Enteritidis</i> <i>L. monocytogenes</i>	Mikroflora alami telur Lingkungan
6	Ikan & Kerang-kerangan	<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Listeria</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>V. cholerae</i> , <i>V. parahaemolyticus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> ,	Mikroflora alami (tergantung suhu hidup ikan)
7	Buah & Sayuran	<i>L. monocytogenes</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Salmonella</i> , <i>E. coli</i> 0157:H7, <i>V. cholerae</i> , <i>S. aureus</i> , Hepatitis A	Air dan tanah
8	Serealia	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>S. aureus</i>	Penyimpanan tidak tepat (kelembaban tinggi)

Jenis Kerusakan Pangan

(Kerusakan mikrobiologi, Fisik-Mekanik, Kimiawi, Biologi)

Kerusakan Mikrobiologi

- Kerusakan disebabkan pertumbuhan mikroba (bakteri, kapang, dan kamir), mudah terjadi saat mencapai fase matang
- Faktor penting pertumbuhan mikroba: pH dan kadar air
 - ✓ Buah: **pH rendah 2–5**: kapang [apel (busuk lunak): *Bacillus polymyia*, pisang (busuk mahkota): *Fusarium roscum*]
 - ✓ Sayuran: **pH 5–7**: bakteri [Wortel (busuk lunak): *Erwina carotovora*]
 - ✓ Kacang & biji-bijian: kering, **kadar air rendah**: kapang [kacang tanah: *R. oligosporus*, *Pennicillium sp.*]



© Mid-Atlantic Orchard Monitoring Guide



Potato tuber mostly consumed
by soft rot bacteria
resulting in a soft, watery,
cream to tan-colored decay.

- Kerusakan/Pembusukan (food spoilage): → penurunan kualitas warna, tekstur, aroma, dan rasa makanan hingga tidak dapat diterima indera manusia
- Mekanisme kerusakan mikrobiologi: mikroba mensekresikan enzim-enzim pengurai protein, karbohidrat dan lemak → terjadi pelunakan jaringan
- Hidrolisis/degradasi komponen makromolekul → fraksi sederhana
 - ✓ Karbohidrat → gula sederhana (glukosa, fruktosa, laktosa)
 - ✓ Protein → peptida, dipeptida, asam amino, amoniak
 - ✓ Lemak → gliserol, asam lemak



■ Jenis mikroba:

a. Patogen - Keamanan pangan (**Food Safety**)

✓ Illness, Disease, Kematian

✓ Contoh:

- *Clostridium botulism*
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella*
- *Listeria*
- *Yersinia enterocolitica*
- *Campylobacter jejuni*
- *E. coli* 0157:H7
- *Vibrio parahemolyticus*
- Toksin: Botulinum toksin, aflatoksin B1

b. Perusak/Pembusuk - Kualitas pangan (**Food Quality**)

✓ Hasil metabolisme:

- Asam (rasa asam pada makanan):
- Alkohol (bau dan rasa alkohol)
- Gas (foamy)
- Senyawa N sederhana dari degradasi lanjut protein - bau busuk
- Pigment (memberikan warna pada makanan)
- Eksopolisakarida - lendir

Tingkat Bahaya Patogen (Severity)

Bahaya Tinggi	Bahaya Sedang	Bahaya Rendah
<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Salmonella enteritidis</i>▪ <i>Salmonella typhi</i>▪ <i>Salmonella paratyphi</i>▪ <i>Escherichia coli</i>▪ <i>Clostridium botulinum</i> tipe A, B, E dan F▪ <i>Shigella dysenteriae</i>▪ <i>Trichinella spiralis</i>▪ <i>Brucella melitensis</i>▪ <i>Brucella suis</i>▪ <i>Vibrio cholerae</i> 01▪ <i>Vibrio vulnificus</i>▪ <i>Taenia Solium</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Listeria monocytogenes</i>▪ <i>Salmonella spp</i>▪ <i>Shigella spp</i>▪ <i>Campylobacter jejuni</i>▪ <i>Enterovirulen</i>▪ <i>Escherichia coli (EEC)</i>▪ <i>Streptococcus pyogenes</i>▪ <i>Rotavirus</i>▪ <i>Norwalk virus Group</i>▪ <i>Entamoeba histolytica</i>▪ <i>Diphyllocothrium latum</i>▪ <i>Ascaris lumbricoides</i>▪ <i>Cryptosporidium parvum</i>▪ <i>Hepatitis A</i>▪ <i>Hepatitis E</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Bacillus cereus</i>▪ <i>Taenia saginata</i>▪ <i>Clostridium perfringens</i>▪ <i>Staphylococcus aureus</i>

- Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba:
 - ✓ pH bahan pangan
 - ✓ Kandungan zat gizi
 - ✓ Suhu penyimpanan dan pengolahan
 - ✓ Ketersediaan oksigen
 - ✓ Aktivitas air (A_w): air bebas yang terkandung dalam bahan pangan yang digunakan mikroba untuk pertumbuhannya

Tabel A_w Mikroba

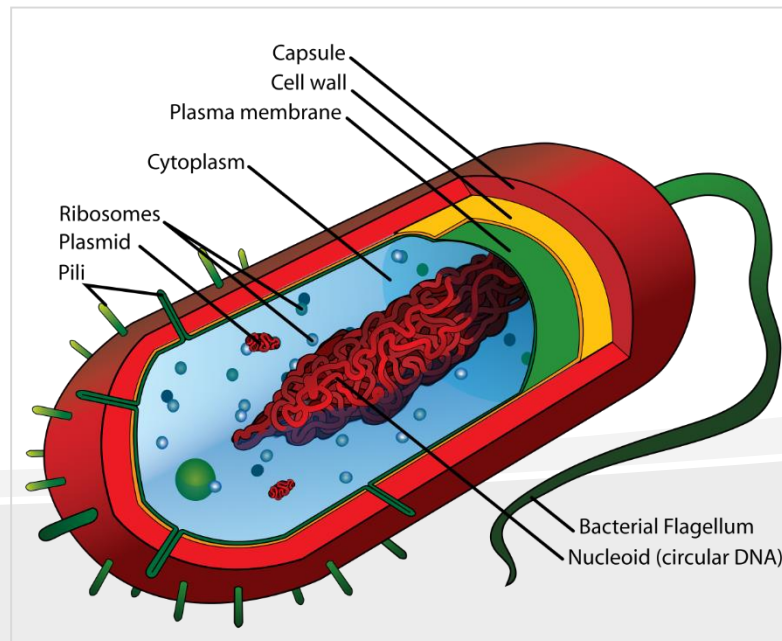
Mikroorganisme	A_w minimum
Bakteri	0,90
Khamir	0,88
Kapang	0,80
Bakteri halofilik (tahan larutan garam)	0,75
Kapang serofilik (tahan larutan pekat)	0,65
Khamir osmofilik (tahan kekeringan)	0,60

Jenis & Karakteristik Mikroba

(Bakteri, Kapang, Kamir)

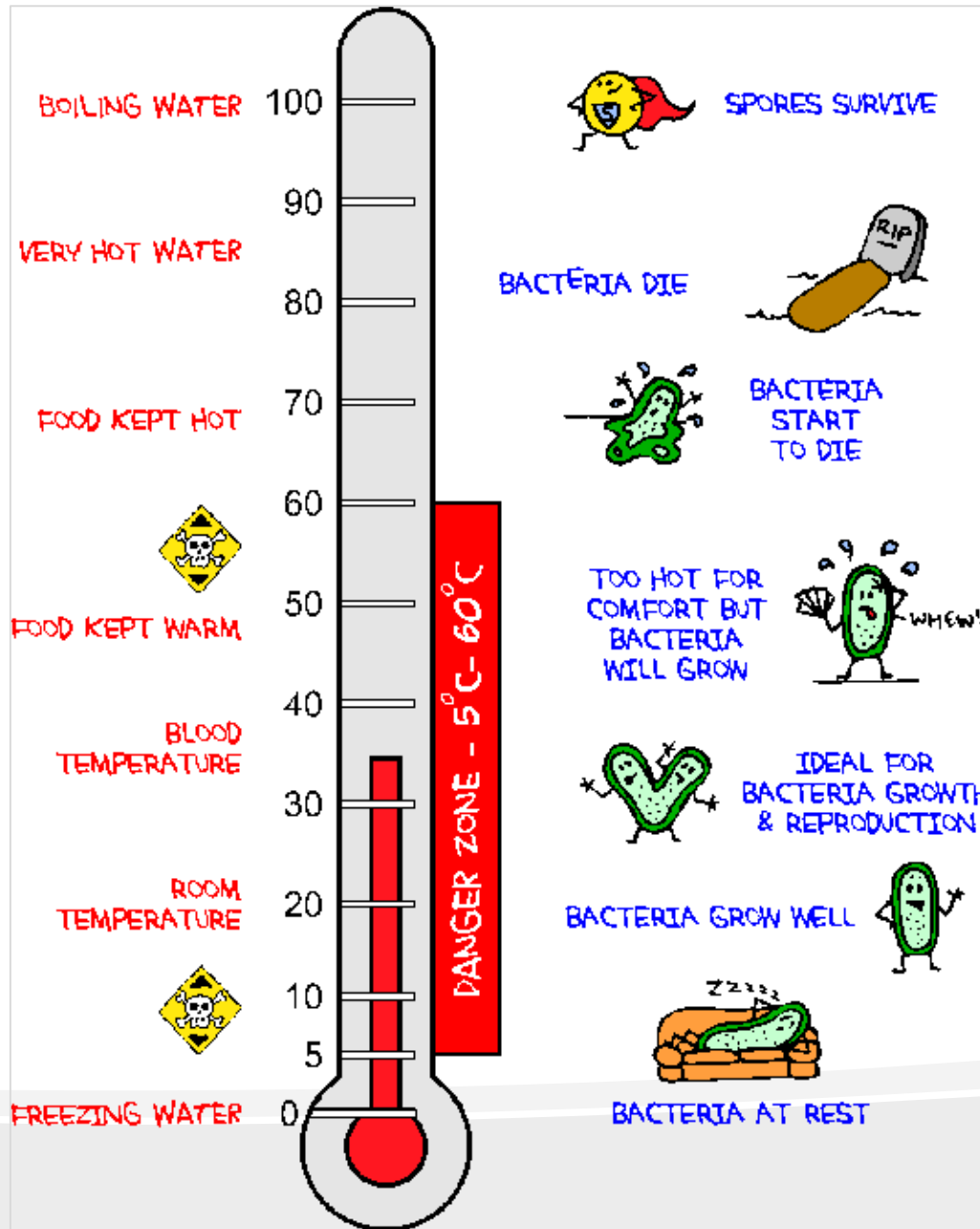
Bakteri

- Organisme mikroskopis berukuran rata-rata 1–5 micron
- Menghasilkan toksin oleh patogen *E. coli*, *B. cereus*, *salmonella* dan enzim oleh bakteri pembusuk *P. aeruginosa*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*
- Memiliki karakteristik berbeda-beda, (bakteri tahan larutan asam, tahan larutan garam, tahan panas, tahan suhu dingin, tahan pengeringan)



Struktur Sel Bakteri

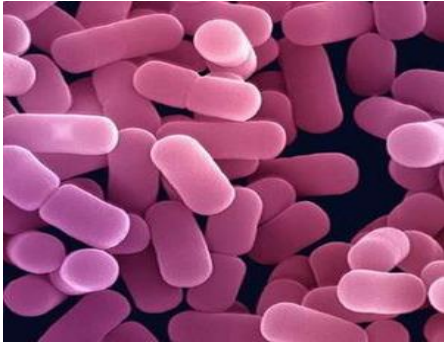
Indikator Suhu Terhadap Pertumbuhan Bakteri



Penggolongan Bakteri

(Bentuk, Suhu Pertumbuhan, Respirasi, Struktur Dinding Sel)

Berdasarkan Bentuk



Bentuk batang (Basil)

- ✓ Contoh: *E. coli*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Salmonella*
- ✓ Berukuran 1 - 3,5 x 0,5-0,8 μ m



Bentuk Bulat (Kokus)

- ✓ Contoh: *Staphylococcus aureus*
- ✓ Berukuran 0,8-1,0 μ m

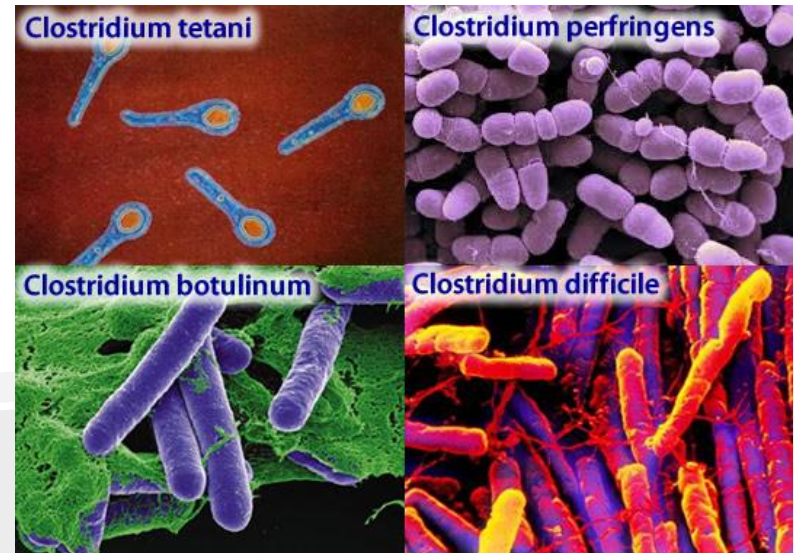


Bentuk spiral (Spirillum)

- ✓ Contoh: *Vibrio cholerae*
- ✓ Berukuran 1 - 3 x 0,4 - 0,6 μ m

Berdasarkan Suhu Pertumbuhan

1. Bakteri psikrofilik: rentang suhu pertumbuhan 0 – 30°C, optimum 15°C
(*P. aeruginosa*, *S. aureus*)
2. Bakteri mesofilik: rentang suhu pertumbuhan 15 – 55°C, optimum 25 – 40°C
(*E. coli*, *B. cereus*)
3. Bakteri termofilik: rentang suhu pertumbuhan 40 – 85°C, optimum 25 – 40°C
(*B. stearothermophilus* – penyebab kebusukan asam tanpa gas (flat sour),
C. thermosaccharolyticum – penyebab busuk kembung makanan kaleng)



Berdasarkan Respirasi

1. **Bakteri aerob:** menggunakan oksigen untuk tumbuh (*Micrococcus*, *Nitrosococcus*)
2. **Bakteri anaerob:** tidak menggunakan oksigen (*Streptococcus lactis*)
3. **Bakteri aerob obligat:** mutlak butuh oksigen (*Nitrobacter*, *Hydrogenomonas*)
4. **Bakteri anaerob obligat:** mutlak tanpa oksigen (*Clostridium botulinum*)
5. **Bakteri anaerob fakulatif:** hidup dengan atau sedikit oksigen (*E. coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Shigella*)

Berdasarkan Perbedaan Struktur Dinding Sel

Bakteri Gram Positif

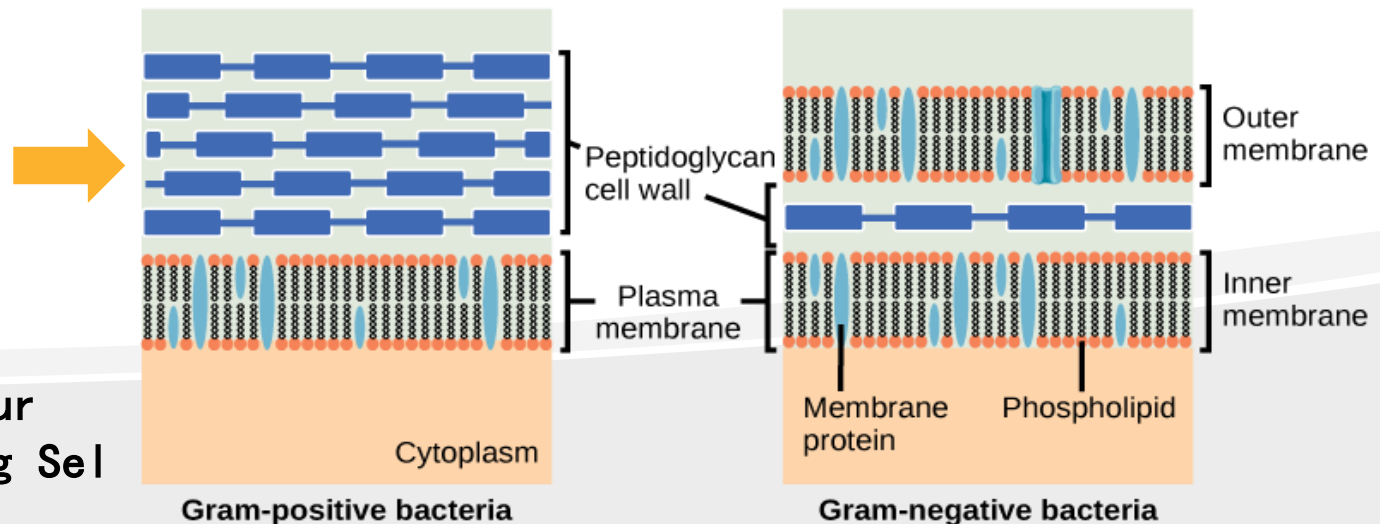
- ✓ Lapisan peptidoglikan tebal pada dinding sel
- ✓ Tidak mempunyai membran luar (outer membran)
- ✓ Umumnya menghasilkan spora
- ✓ Rentan terhadap bahan pengawet
- ✓ Eksotoksin (toksin botulinum) [*S. aureus* dan *B. cereus*]

Bakteri Gram Negatif

- ✓ Memiliki lapisan peptidoglikan tipis pada dinding sel
- ✓ Mempunyai membran luar (outer membran) berfungsi sebagai barrier
- ✓ Memiliki porin pada membran luar, bersifat selektif semipermeabel terhadap senyawa asing (non nutrisi)
- ✓ Resisten terhadap bahan pengawet
- ✓ Endotoksin (Lipopolisakarida/LPS) disekresikan ketika bakteri lisis
- ✓ Tidak menghasilkan spora



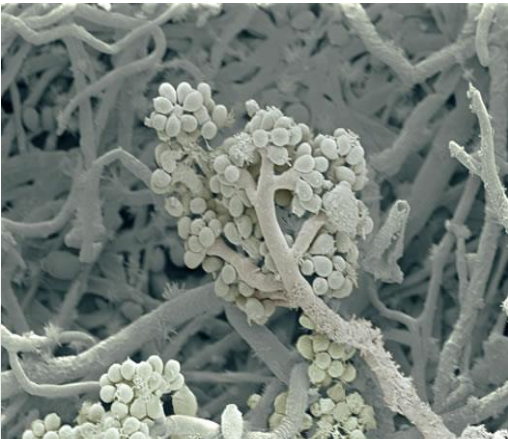
Struktur Dinding Sel



Kapang (Mold)

- Kapang: mikroorganisme berfilamen (struktur mirip benang → hifa)
- Hifa membentuk struktur massa → miselium (dapat mudah dilihat)
- Semua kapang berwarna putih, warna berubah setelah pembentukan spora
- Jenis kapang: *Fusarium*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium*
- Kapang menghasilkan metabolit berbahaya → mikotoksin (Aflatoksin B1 - *A. flavus*)

Struktur Sel Kapang



Sifat Fisiologi Kapang

1. Kebutuhan air

Kapang tidak tergantung air, tumbuh dengan kadar air $\leq 14-15\%$, A_w 0,65 (beras & serealialia).

2. Suhu pertumbuhan:

Kapang bersifat mesofilik (tumbuh optimum suhu ruang 25 - 30°C)

3. Kebutuhan oksigen & pH:

kapang bersifat aerofilik-obligat/butuh oksigen, pH 2-8,5

4. Jenis bahan pangan:

Tumbuh pada semua jenis bahan pangan, menghasilkan enzim hidrolitik (amylase, pektinase, proteinase, lipase)

5. Sintesis metabolit sekunder:

Untuk menghambat mikroba lain, penisilin (*Penicillium*), aflatoksin B1 (*A. flavus*).



Kamir (Yeast)

- Kamir → organisme bersel tunggal dalam kelompok fungi, jenis kamir perusak: *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *S. cerevisiae*
- Aktivitas kamir: bau asam, bau alkohol, dan lapisan membran di permukaan
- Penyebab kerusakan produk sari buah, jus, bir, dan madu, ditandai dengan kekeruhan, terjadi fermentasi, oksidasi → alcohol, CO₂
- **Peran kamir:** pengembang, flavor, pelembut tekstur roti (fermentasi kamir mengurai karbohidrat → CO₂ dengan bantuan enzim)

Struktur Sel Kamir



Pencegahan Kerusakan Mikrobiologi

- Mencegah kontaminasi:
 - ✓ Sortasi bagian yang mengalami kerusakan mikrobiologis
 - ✓ Sanitasi (lingkungan, alat, pekerja)
 - ✓ Pencucian produk
 - ✓ Pengemasan
- Mencegah Pertumbuhan mikroba:
 - ✓ Penurunan suhu (pendinginan)
 - ✓ Penurunan pH (asam-asam organik)
 - ✓ Penurunan kadar air (pengeringan)
 - ✓ Penggunaan bahan kimia (bakteriostatik): klorin 50–125 ppm
- Membunuh mikroba:
 - ✓ Suhu tinggi: pasteurisasi, sterilisasi
 - ✓ Irradiasi (sinar gamma)
 - ✓ Bahan kimia: fungisida: Gas SO_2 0,25–1%, klor 100 ppm

Kerusakan Fisik & Mekanik

- Penyebab: kelembaban sangat rendah (penguapan), kelembaban sangat tinggi, suhu rendah (dingin/beku), suhu tinggi (panas), matahari
- Pengaruh suhu tinggi:
 - ✓ Layu, kering, berat menurun, perubahan warna, tekstur, rasa, dan flavor
 - ✓ Pengeringan suhu tinggi → kerusakan di permukaan bahan (*case hardening*), akan menghambat penguapan air bagian dalam bahan
- Suhu rendah:
 - ✓ Kerusakan dingin (*chilling injury*): ditandai bercak hitam/coklat pada kulit, pencoklatan buah pisang, beras, tomat, kentang, bawang
 - ✓ Kerusakan beku (*freezing injury*): tekstur rusak, perubahan warna, citarasa,
- Kerusakan mekanik: benturan-benturan mekanis, pelemparan bahan, alat tidak standar pemanenan (galah), jatuh, cangkul, juga saat transportasi

Kerusakan dingin pada buah-buahan

Komoditi	Suhu terendah yang aman (°C)	Kerusakan yang terjadi jika disimpan pada suhu antara 0° C dan suhu terendah yang aman
Apel	2,2 - 3,3	Pencoklatan bagian dalam, bagian tengah coklat, lembek, dan lepuh
alpukat	4,4 - 7,2	Daging buah coklat kehitaman
Pisang	11,7 - 13,3	Warna jelek jika matang
Jeruk besar	10	Lepuh, lubang cacat, benyek
Mangga	10 - 12,8	Kulit lepuh, kehitam-hitaman, pematangan tidak merata
Semangka	4,4	Lubang cacat, busuk pada permukaan
Pepaya	7,2	Lubang cacat, gagal matang, citarasa menyimpang, busuk
Nanas	7,2 - 10	Warna hijau jelek jika matang
Tomat (matang)	7,2 - 10	Pelunakan, benyek dan busuk
Tomat hijau	12,8	Warna jelek jika matang dan busuk

Pencegahan Kerusakan Fisik & Mekanik

- Suhu tinggi dan penguapan → pengaturan kelembaban, kemasan
- Cahaya → panen pada pagi/sore hari, naungan, kemasan berwarna
- Kerusakan dingin (*chilling injury*) → pengaturan suhu optimal sesuai produk
- Kerusakan beku (*freezing injury*) → penanganan sebelum pembekuan (jagung, kentang, wortel, buncis, ercis,) dengan:
 - ✓ Blansing: inaktifkan enzim
 - ✓ Penggunaan gula/sirup pada buah-buah
 - ✓ Kemasan plastik



Case hardening



Chilling injury

Kerusakan Kimiawi

- Penyebab:
 - ✓ Kontaminasi/tercemar
 - ✓ Residu insektisida, pupuk, diterjen → perubahan warna pada produk pangan seperti bercak putih, hitam atau coklat
- Reaksi kimia:
 - ✓ Reaksi oksidasi kimia/ketengikan (oksidatif, hidrolisis)
 - ✓ Reaksi pencoklatan enzimatis (polifenoloksidase, fenoloksidase, fenolase, & polifenolase)
 - ✓ Reaksi non-enzimatis (reaksi maillard, karamelisasi)

Reaksi Oksidasi

- Oksidasi lemak → off-flavor (ketengikan)
- Mekanisme: oksidasi radikal pada asam lemak tidak jenuh karena panas, cahaya, oksigen, logam berat dan enzim lipoksidase (kacang tanah, kedelai, adpokat, jagung)
- Pencegahan
 - ✓ Pengemasan: wadah tertutup, gelap, dingin, vakum, alumunium stainless
 - ✓ **Antioksidan alami** [tokoferol (vit. E), asam askorbat (vit C), lesitin],
sintetik [BHA (butylated hidroxyianisol), BHT (butylated hidroxytoluen)]

Reaksi Pencoklatan (Browning)

Pencoklatan Enzimatis:

- Tidak banyak dijumpai pada bahan pangan berkadar air rendah, karena aktivitas enzim dipengaruhi: kadar air, oksigen, suhu, pH
- Reaksi enzimatis pada bahan terjadi bila ada:
 - ✓ Substrat pangan, oksigen, air
 - ✓ Senyawa fenolik: katekin & turunannya (tirosin, asam kafeat, asam klorogenat, leuko-antosianin)
 - ✓ Enzim: polifenoloksidase, fenoloksidase, fenolase, dan polifenolase
- Buah/sayuran mengandung fenolik, jika dikupas akan bereaksi dengan oksigen dan enzim → senyawa melanoidin (coklat)
- Contoh: apel, salak, terong, kentang, pisang, & ubi jalar → aktivitas enzim **polifenoloksidase, peroksidase**



Aktivitas enzim

■ Pencegahan:

- ✓ Blansing: pengukusan/pencelupan air panas beberapa menit
- ✓ Pencegahan kontak dengan udara dan untuk menghambat enzim:
 - Sulfit (natrium sulfit, natrium metabisulfit) maks 2000 ppm
 - Rendam dalam air
 - Asam (sitrat, askorbat, malat, cuka) pH 2 - 3

Pencoklatan Non Enzimatis:

- Akibat pemanasan selama pengolahan atau penyimpanan
- Pencoklatan non enzimatis: reaksi maillard, karamelisasi

Reaksi Maillard

- Maillard: 1902 ahli kimia Perancis pertama menjelaskan reaksi maillard
- Reaksi gula pereduksi (glukosa, fruktosa) yang mengandung aldehyd & keton dengan protein (amina, asam amino)
 - ✓ Interaksi antara gula pereduksi + asam amino → kompleks tak larut air
 - ✓ Senyawa kompleks terurai → senyawa berwarna coklat
- Kerugian:
 - ✓ Adanya senyawa kompleks tersebut membuat bahan pangan sulit direkonstruksi (tepung, susu bubuk)
 - ✓ Penurunan nilai gizi, senyawa kompleks sulit dicerna, berkurangnya asam amino (terutama lisin) paling reaktif terhadap gula pereduksi

Reaksi Karamelisasi

- Pemanasan gula → karamelisasi, jika berlebihan akan berasa pahit, asam
- Terjadi selama pengolahan (contoh: permen dan kue)
- Tahapan reaksi karamelisasi:
 - ✓ Pemecahan molekul sukrosa → glukosa + fruktosa (170°C)
 - ✓ Proses dehidrasi ditandai keluarnya molekul air dari tiap molekul gula
 - ✓ Dilanjutkan dengan polimerisasi, dan beberapa asam dalam campuran



Pembuatan gula karamel

Kerusakan Biologi

- Sering terjadi saat masa penyimpanan bahan pangan, optimum suhu 25–35°C
- Kerusakan karena serangga, pengerat, ulat, → masih menjadi penyebab terbesar kerusakan
- Penyusutan kualitatif dan kuantitatif
- Hama tikus merusak kemasan produk pangan, kontaminasi urin, kotoran → penyakit
- Pencegahan: penggunaan fumigasi (pengasapan), insektisida, pengendalian atmosfer, predator, bahan alami, dan modifikasi fisik.



NeXT. .

Bahan Tambahan Pangan (BTP)