

## Mikrobiologi Pangan

**Mikrobiologi Pangan (Food Microbiology)** adalah cabang ilmu yang mempelajari peran mikroorganisme dalam makanan, baik yang menguntungkan (seperti dalam fermentasi) maupun yang merugikan (seperti penyebab kerusakan atau penyakit). Berikut penjelasan lengkapnya:

### 1. Mikroorganisme dalam Pangan

- **Bakteri:** Contohnya *Lactobacillus* (fermentasi yogurt), *Salmonella* (patogen), *E. coli* (sebagian patogen).
- **Kapang (Jamur):** Contoh: *Aspergillus* (penghasil racun aflatoksin), *Rhizopus* (pembuatan tempe).
- **Khamir (Yeast):** Contoh: *Saccharomyces cerevisiae* (pembuatan roti, tape, atau bir).
- **Virus:** Seperti norovirus atau hepatitis A yang bisa mencemari makanan.

### 2. Peran Mikroba dalam Pangan

- **Menguntungkan:**
  - **Fermentasi:** Proses penguraian senyawa organik oleh mikroba untuk menghasilkan produk seperti:
    - Yogurt, keju (*Lactobacillus*, *Streptococcus*).
    - Tempe (*Rhizopus oligosporus*).
    - Kecap (*Aspergillus oryzae*).
    - Tape (*Saccharomyces cerevisiae*).
  - **Probiotik:** Mikroba hidup yang baik untuk kesehatan usus (contoh: *Bifidobacterium*).
- **Merugikan:**
  - **Kebusukan (Spoilage):** Menyebabkan perubahan rasa, aroma, atau tekstur makanan (misal: kapang pada roti).
  - **Penyakit (Foodborne Illness):** Patogen seperti *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, atau *Clostridium botulinum* menyebabkan keracunan.

### 3. Keamanan Pangan

- **Patogen Umum:**
  - *Salmonella spp.* (daging, telur).
  - *Listeria monocytogenes* (susu mentah, sayuran).
  - *E. coli O157:H7* (daging kurang matang).

- **Toksigenik:** Mikroba penghasil racun, misal *Aspergillus flavus* (afolatoksin pada kacang) atau *Clostridium botulinum* (botulinin pada makanan kaleng).

#### 4. Pengendalian Mikroba dalam Pangan

- **Pengawetan:**
  - **Fisik:** Pemanasan (pasteurisasi, sterilisasi), pendinginan, pengeringan.
  - **Kimia:** Penggunaan garam, gula, asam, atau pengawet seperti natrium benzoat.
  - **Biologis:** Fermentasi untuk menghambat pertumbuhan patogen.
- **Sanitasi:** Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP) dan HACCP).
- **Teknologi Modern:** Iradiasi, High-Pressure Processing (HPP), kemasan vakum.

#### 5. Analisis Mikrobiologi Pangan

- **Uji Kualitas:** Hitungan total mikroba (Total Plate Count/TPC) untuk menilai kebersihan.
- **Deteksi Patogen:** Metode PCR, ELISA, atau kultur selektif (misal media agar untuk *Salmonella*).
- **Uji Ketahanan:** Simulasi penyimpanan untuk memprediksi masa simpan.

#### 6. Isu Kontemporer

- **Keamanan Pangan Global:** Resistensi antibiotik pada bakteri patogen.
- **Pangan Fermentasi Tradisional:** Optimalisasi proses untuk meningkatkan keamanan (misal: mengurangi risiko kontaminasi kapang beracun pada tempe).
- **Teknologi Molekuler:** Penggunaan metagenomik untuk memetakan mikrobioma pangan.

#### Kesimpulan

Mikrobiologi pangan sangat penting untuk menjamin makanan aman dikonsumsi, bernutrisi, dan tahan lama. Pemahaman tentang interaksi mikroba dengan pangan membantu dalam inovasi produk (seperti probiotik) dan pencegahan penyakit bawaan makanan.

## Mikrobiologi Pangan : Pengendalian dan Pengawasan

### Mikrobiologi Pangan: Pengendalian dan Pengawasan

Pengendalian dan pengawasan mikroba dalam pangan adalah kunci untuk menjamin keamanan, kualitas, dan daya tahan produk makanan. Berikut penjelasan mendalam tentang kedua aspek tersebut:

#### A. Pengendalian Mikroba dalam Pangan

Tujuan utama pengendalian adalah **mencegah pertumbuhan mikroba patogen, merusak, atau penghasil racun**, serta **mempertahankan mikroba menguntungkan** (misal: probiotik atau starter fermentasi).

##### 1. Metode Pengendalian

- **Fisik:**
  - **Pemanasan:**
    - Pasteurisasi (misal: susu, jus) untuk membunuh patogen.
    - Sterilisasi (misal: autoklaf untuk makanan kaleng).
  - **Pendinginan/Pembekuan:** Menghambat pertumbuhan mikroba psikrofilik.
  - **Pengeringan/Dehidrasi:** Mengurangi aktivitas air (*water activity/a<sub>w</sub>*) agar mikroba tidak tumbuh.
  - **Iradiasi:** Sinar UV atau radiasi ionisasi (misal: untuk rempah dan daging).
- **Kimia:**
  - Pengawet alami (asam organik, garam, gula) atau sintetik (natrium benzoat, kalium sorbat).
  - Pengasaman (pH <4,6) untuk menghambat bakteri seperti *Clostridium botulinum*.
- **Biologis:**
  - Fermentasi menggunakan mikroba asam laktat (*Lactobacillus*) untuk menurunkan pH dan menghambat patogen.
  - Bakteriosin (misal: nisin dari *Lactococcus lactis*) sebagai antimikroba alami.
- **Kemasan:**
  - Kemasan vakum (mengurangi oksigen untuk menghambat aerob).
  - Modified Atmosphere Packaging (MAP) dengan gas CO<sub>2</sub> atau N<sub>2</sub>.

##### 2. Prinsip Sanitasi dan Higiene

- **Good Manufacturing Practices (GMP):** Kebersihan fasilitas, alat, dan pekerja.
- **HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point):** Identifikasi titik kritis dalam produksi untuk pencegahan bahaya mikrobiologis.
- **Pembersihan dan Desinfeksi:** Penggunaan sanitizer (klorin, alkohol) untuk permukaan kontak makanan.

---

## B. Pengawasan Mikroba dalam Pangan

Pengawasan melibatkan **monitoring, evaluasi, dan penegakan standar** untuk memastikan keamanan pangan.

### 1. Sistem Pengawasan

- **Regulasi dan Standar:**
  - SNI (Standar Nasional Indonesia), Codex Alimentarius, atau FDA/EFSA untuk batas maksimal cemaran mikroba.
  - Batas maksimal *Total Plate Count (TPC)*, *E. coli*, *Salmonella*, dll.
- **Uji Laboratorium:**
  - **Uji Kualitatif:** Deteksi patogen spesifik (misal: PCR untuk *Listeria monocytogenes*).
  - **Uji Kuantitatif:** Hitungan total mikroba (TPC) atau *Most Probable Number (MPN)* untuk koliform.
  - **Uji Toksin:** ELISA atau LC-MS untuk mendeteksi aflatoksin atau botulinin.
- **Surveilans Epidemiologi:**
  - Pelacakan wabah *foodborne illness* (misal: keracunan *Salmonella*) ke sumber kontaminasi.

### 2. Sertifikasi dan Audit

- **Sertifikasi Halal:** Memastikan tidak ada kontaminasi mikroba haram.
- **ISO 22000 (Food Safety Management System):** Sistem manajemen keamanan pangan terintegrasi.
- **Audit oleh BPOM/Badan POM:** Inspeksi rutin ke industri pangan.

## C. Tantangan dalam Pengendalian dan Pengawasan

1. **Resistensi Antibiotik:** Bakteri patogen (misal: *Salmonella* resisten) yang sulit dikendalikan.
2. **Pangan Impor:** Risiko kontaminasi mikroba dari rantai pasokan global.

3. **Pangan Segar:** Sayur dan buah mentah rentan cemaran *E. coli* atau *Listeria*.
4. **Perubahan Iklim:** Peningkatan risiko pertumbuhan kapang penghasil mikotoksin.

#### D. Contoh Aplikasi

##### 1. Industri Susu:

- Pasteurisasi untuk membunuh *Listeria*.
- Penggunaan starter kultur *Lactobacillus* dalam yogurt.

##### 2. Daging Olahan:

- Pengasapan dan penggaraman untuk menghambat *Clostridium botulinum*.

##### 3. Makanan Fermentasi:

- Kontrol pH dan suhu dalam pembuatan tempe untuk mencegah kontaminasi kapang beracun.

#### Kesimpulan

Pengendalian dan pengawasan mikrobiologi pangan adalah dua sisi mata uang yang tidak terpisahkan. Pengendalian fokus pada **pencegahan** melalui teknologi dan praktik higiene, sementara pengawasan memastikan **kepatuhan standar keamanan** melalui regulasi dan uji laboratorium. Integrasi kedua aspek ini menjamin makanan aman dikonsumsi, bernutrisi, dan berdaya saing di pasar global.