



www.esaunggul.ac.id

BIOTEKNOLOGI PANGAN

Program Studi Bioteknologi

Oleh: Seprianto, S.Pi, M.Si

Pertemuan Ke 6

MIKROBIOLOGI PANGAN

Mikrobiologi

Mikrobiologi merupakan cabang ilmu biologi yang khusus mempelajari jasad-jasad renik



- Mikroorganisme
- Mikroba atau Bakteri
- Fungi atau Kapang
- Virus
- protista.
- Jasad Renik lainnya

Bahasa Yunani

micros: kecil,

bios: hidup

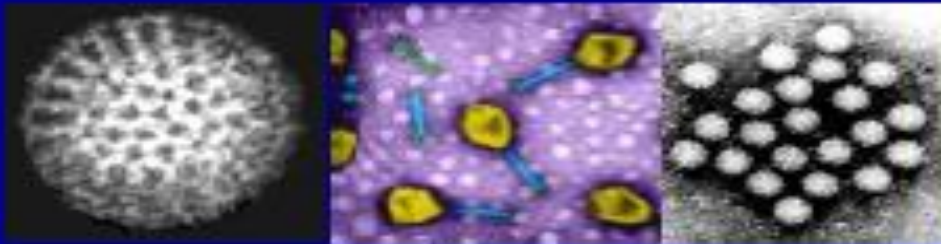
logos: pengetahuan

Mikroorganisme

Mikroba



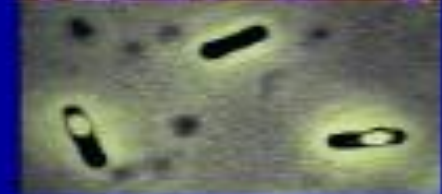
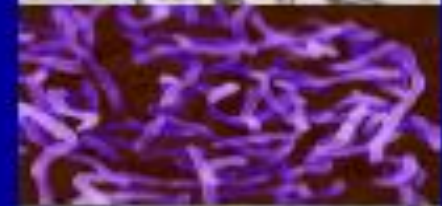
Kapang



Virus



Parasit



Bakteri

Mikrobiologi Pangan

- Mikrobiologi pangan = cabang mikrobiologi yang mempelajari peranan mikrobia (baik menguntungkan maupun merugikan) pada rantai produksi makanan.
- Peranan Mikroorganisme Positif
 - Menguntungkan manusia, hewan, tumbuhan
 - Pengolahan Pangan
 - Pengendalian penyakit
- Peranan Mikroorganisme Negatif
 - Mencemari bahan pangan
 - Pembusukan pangan
 - Menyebabkan penyakit



MIKROBA dan PANGAN

- Kehadirannya menentukan kualitas dan tingkat keamanan pangan
- Dapat menyebabkan kerusakan makanan
- Dapat menyebabkan keracunan (intoksikasi)
- Agen bioproses menghasilkan produk pangan
- Dapat dijadikan sumber pangan dan supplement



Mikrobiologi Pangan

Beberapa contoh bakteri menguntungkan dalam bahan pangan :

- a. *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterobacter aerogenes*, *Erwinia herbicola*, dan *Lactobacillus plantarum* yang mempunyai peran dalam pembuatan sauerkaut (kubis fermentasi)
- b. *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* berperan dalam pembuatan Yogurt.
- c. *Pediococcus cerevisiae* dan *Micrococcus sp* mempunyai peran dalam pembuatan sosis.
- d. *Acetobacter Xylinum* yang berperan dalam pembuatan nata de coco.

Mikroba banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan dan industri

1. Ukurannya mikroskopis, sehingga ratio antara luas permukaan dan volume menjadi tinggi----kontak dengan substrat maksimum
2. Memiliki daya reproduksi yang sangat cepat bila dibandingkan dengan organisme lain
3. Memiliki genom sederhana, sehingga mudah direkayasa
4. Tidak menghasilkan senyawa toksik bagi lingkungan
5. Mudah dikembangbiakan di laboratorium, dengan substrat yang sederhana

Mikroorganismen menguntungkan dalam hal:

1. Berperan dalam proses Fermentasi: Bahan baku makanan dan minuman hasil fermentasi
2. Berperan dalam meningkatkan gizi makanan: Kedelai----tempe-----nilai gizi tinggi
3. Berperan dalam pengadaan bau dan rasa, seperti: susu----yoghurt
4. Sebagai sumber protein: jamur konsumsi, seperti: jamur tiram, jamur merang, jamur shitake dsb.

Proses penambahan mikroorganisme dalam pangan



Figure 26-7a Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

Pembuatan Keju



Pembuatan Tape

Kerusakan Pangan

Beberapa contoh bakteri perusak bahan makanan:

- a. *Pseudomonas cocovenenans* penghasil asam bongkrek pada tempe bongkrek.
- b. *Clostridium botulinum* penghasil toksin pada makanan dan minuman kaleng.
- c. *Erwinia*, *Bacillus* & *Enterobacter aerogenes* menyebabkan pelendiran pada susu.
- d. *Alcaligenes viscolactis* & *Enterobacter aerogenes* menyebabkan pelendiran pada susu.

Keracunan pangan: perkembangbiakan mikroba yg sangat cepat

**Bom waktu
keracunan pangan**



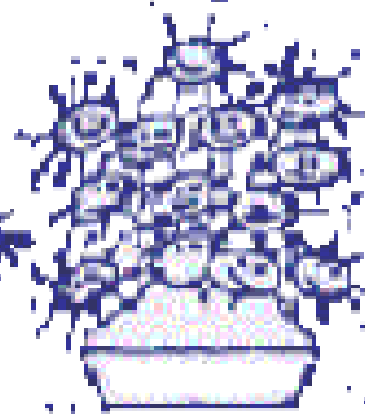
**Makanan
aman**



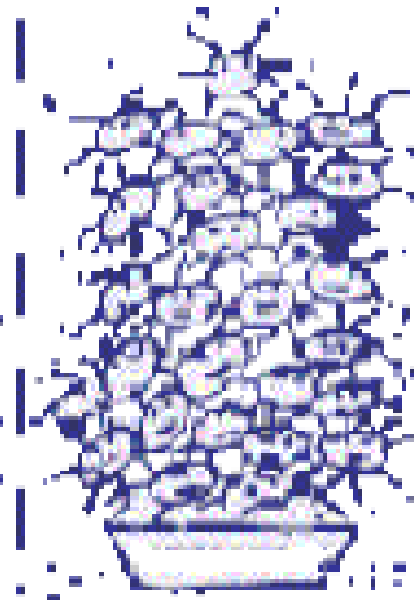
**Makanan
aman**



**Makanan
aman**



**Makanan
aman**



**Makanan
tidak aman**



Mengapa Pangan Rentan Rusak

1. Bahan baku tidak aman
Ikan & hasil laut dari perairan tercemar
Sayur & buah dari lingkungan yg tercemar.
2. Terjadi kontaminasi silang dari pangan mentah, peralatan tdk steril atau pekerja ke pangan matang.
3. Jarak waktu dari persiapan pangan sampai konsumsi terlalu lama (>6 jam). Terlalu lama di suhu ruang dan mikroba tumbuh & berkembang biak

Mengapa Pangan Rentan Rusak

4. Pangan terkontaminasi dari pekerja kondisi higiene & sanitasi pekerja buruk.
5. Proses pemanasan ulang tidak sempurna
6. Panas tidak cukup untuk membunuh bakteri
7. Pendinginan pangan tidak tepat ($>5^{\circ}\text{C}$)
8. Suhu penyimpanan panas tidak tepat ($\leq 60^{\circ}\text{C}$)
9. Penanganan pangan sisa yang tidak tepat

Sumber Lain Pencemaran pangan



Mikroorganisme Perusak Pangan



1. Merubah bau, rasa dan warna yang tidak dikehendaki
2. Menurunkan berat atau volume
3. Menurunkan nilai gizi/nutrisi
4. Merubah bentuk dan susunan senyawa
5. Menghasilkan toksin



Kerusakan pangan akibat mikroba



Figure 26-1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



Keberadaan mikroba pada makanan

1. Penularan penyakit melalui makanan (**foodborne infection**).

Contoh disentri, demam tifoid.

2. Intoksikasi mikroba

mikroba pada makanan----makanan bertoksin, contoh:

botulisme---*Clostridium botulinum*---botulinin (neurotoksin)

asam bongkrek dan toksoflavion---tempe bongkrek

(*Pseudomonas cocovenenat*)

Lemak -----asam lemak + gliserol

Gliserol -----toksoflavin (C₇H₇N₅O₂)

asam lemak-----asam bongkrek (C₂₈ H₃₈O₇)

mengganggu metabolisme glikogen

Mikotoksikosis

- Penyakit yang disebabkan oleh toksin yang dihasilkan oleh beberapa jenis jamur yang termakan bersamaan dengan makanan, **Mikotoksin** senyawa metabolit yang dikeluarkan oleh jamur
 - Seperti aflatoksin (hepatotoksin dan karsinogenik) --- *Aspergillus flavus*
 - Ergotoksin (halusinasi) ----*Claviceps purpurea*



Mikotoksin

Tabel 1. Jenis Mikotoksin, Sumber dan Bahan yang Sering Terkontaminasi

Mikotoksin	Jamur yang Memproduksi	Bahan yang Sering Terkontaminasi
Aflatoksin	<i>Aspergillus flavus</i>	Jagung, biji kapok, kacang, kedelai
	<i>Aspergillus parasiticus</i>	
Ochratoksin A	<i>Aspergillus ochraceus</i>	Gandum, barley, oats, jagung, dll
	<i>Aspergillus niger</i>	
	<i>Penicillium verrucosum</i>	
Trichothecenes (DON, T-2, DAS, dll)	<i>Fusarium graminearum</i>	Jagung, gandum, barley
	<i>Fusarium culmorum</i>	
Zearalenone	<i>Fusarium graminearum</i>	Jagung, gandum, barley, rumput
Fumonisin	<i>Fusarium verticilloides</i>	Jagung
	<i>Fusarium proliferatum</i>	
Moniliformin	<i>Fusarium moniliformin</i>	Jagung
PR toxin, patulin	<i>Penicillium roqueforti</i>	Silase, rumput

Sumber : Bathnagar *et al.*, 2004

Mikotoksin



Sumber : www.amlan.com



Sumber : www.agnet.org

Jamur *Aspergillus flavus* penghasil aflatoksin (a);
bahan pakan terkontaminasi jamur (b)

Mikotoksin

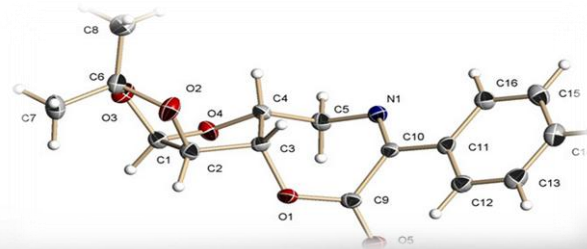


Prinsip Metode pengawetan Pangan

1. Mencegah dan menghindari kontaminasi
2. Menghambat pertumbuhan mikroba (mikrobistatis)
3. Membunuh mikroba (mikrobisida)

Metode Pengawetan makanan

1. Penanganan secara aseptik
2. Suhu tinggi: pendidihan, Uap bertekanan (sterilisasi) dan pasteurisasi.
3. Suhu rendah: lemari es, freezer
4. Dehidrasi
5. Menaikan tekanan osmotik: manisan dan penggaraman
6. Radiasi : ultraviolet dan sinar gama



PERTUMBUHAN MIKROBA PADA BAHAN PANGAN

Bahan pangan merupakan tempat tumbuhnya mikroba. Namun tidak semua mikroba mampu tumbuh pada semua bahan pangan. Mikroba membutuhkan kondisi tertentu agar dapat tumbuh dengan optimal.



Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba:

1. Faktor Intrinsik	2. Faktor Ekstrinsik
1.a. pH	2.a. Suhu penyimpanan
1.b. Aktivitas air (a_w)	2.b. Kelembaban relatif (RH)
1.c. Potensial Oksidasi-Reduksi (Eh)	2.c. Komposisi gas
1.d. Kandungan nutrisi	
1.e. Senyawa antimikrobia	
1.f. Struktur biologis	

FAKTOR INTRINSIK

Derajat Keasaman (pH)

Bahan pangan mempunyai pH yang berbeda-beda:

- buah-buahan: 1,0 – 7,5
- daging, ikan dan susu: 4,5 – 7,0

Mikroba membutuhkan kisaran pH tertentu supaya dapat tumbuh dengan optimum. Kisaran pH ini disebut pH optimum. pH optimum suatu mikroba berbeda dengan mikroba lainnya.

Klasifikasi mikroba berdasarkan pH optimumnya:

1. Asidofil : mikroba yang tumbuh pada pH asam
2. Netral : mikroba yang tumbuh pada pH netral
3. Alkalifil : mikroba yang tumbuh pada pH basa

Derajat Keasaman (pH)

pH optimum pada beberapa mikroba:

- Umumnya, pH optimum mikroba pada pH 5 – 8
- Bakteri asam cuka : pH 5,4 – 6,3
- Bakteri asam laktat : pH 5,5 – 6,0
- Jamur : pH 1 – 11
- Yeast : pH 1,5 – 8,5

Kemampuan mikroba untuk tumbuh pada bahan pangan:

- Buah-buahan (yang mempunyai pH 1 – 7,5) cenderung dirusak oleh jamur dan yeast.
- Daging dan hasil laut (pH > 5,6) cenderung dirusak oleh bakteri.
- Sayuran (pH > 5) cenderung dirusak oleh bakteri.
- Produk olahan susu (pH > 5) cenderung dirusak oleh bakteri.
- Ikan (pH > 5) cenderung dirusak oleh bakteri.

Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air (a_w) : banyaknya air bebas dalam bahan makanan yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Pertumbuhan dan metabolisme mikroba sangat tergantung adanya air.

Kerusakan bahan pangan yang disebabkan oleh mikroba ini meliputi proses kimiawi, enzimatik maupun mikrobiologis.

a_w ditentukan oleh banyaknya air bebas dalam bahan makanan. Air tipe lainnya tidak membantu terjadinya proses kerusakan tersebut.

Kisaran nilai $a_w = 0 - 1$. Nilai a_w bahan pangan = 0,6 - 1.

Air dalam Bahan Makanan

Tipe I

Air tipe ini tidak dapat membeku pada proses pembekuan, tetapi sebagian air ini bisa dihilangkan dengan pengeringan biasa.

Tipe II

Air yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lain, terdapat dalam mikrokapiler.

Tipe III

Adalah air yang terikat dalam membran, kapiler, serat dan lain-lain. Sering disebut sebagai air bebas. Mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba dan media bagi reaksi-reaksi kimia.

Tipe IV

Adalah air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan. Contoh: air yg menempel setelah bahan pangan dicuci.

Aktivitas Air (a_w)

Umumnya mikroba akan tumbuh pada bahan pangan dengan $a_w > 0,9$.

Beberapa nilai a_w untuk mikroba adalah sbb (selengkapnya dapat dilihat di Tabel 6):

- ❖ Bakteri, $a_w = 0,9$
- ❖ Khamir, $a_w = 0,8 - 0,9$
- ❖ Kapang, $a_w = 0,6 - 0,7$

Yeast dan jamur mempunyai kisaran a_w yang lebih lebar daripada bakteri. Yeast, jamur dan fungi mampu tumbuh pada a_w rendah. Beri contoh!

Sebaliknya, pertumbuhan bakteri membutuhkan a_w tinggi.

Potensial Oksidasi-Reduksi (Eh)

Potensial Oksidasi – Reduksi sangat penting untuk aktivitas mikrobial.

- Eh positif: teroksidasi
- Eh negatif: tereduksi

Mikroba aerob adalah mikroba yang membutuhkan oksigen untuk dapat tumbuh. Mikroba aerob membutuhkan Eh positif (teroksidasi) agar dapat tumbuh.

Mikroba anaerob tidak membutuhkan oksigen untuk dapat tumbuh. Mikroba anaerob membutuhkan Eh negatif (tereduksi).

Kandungan Nutrisi

Untuk pertumbuhan dan metabolisme, mikroba membutuhkan air, sumber energi, sumber nitrogen dan sumber vitamin.

Air: digunakan untuk terjadinya reaksi biokimia dan enzimatis pada mikroba.

Sumber energi: senyawa gula, alkohol, asam amino, lemak

Sumber nitrogen: asam amino

Senyawa Antimikrobia

Bahan pangan secara alami kadang mengandung senyawa tertentu yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Senyawa ini disebut senyawa antimikrobia.

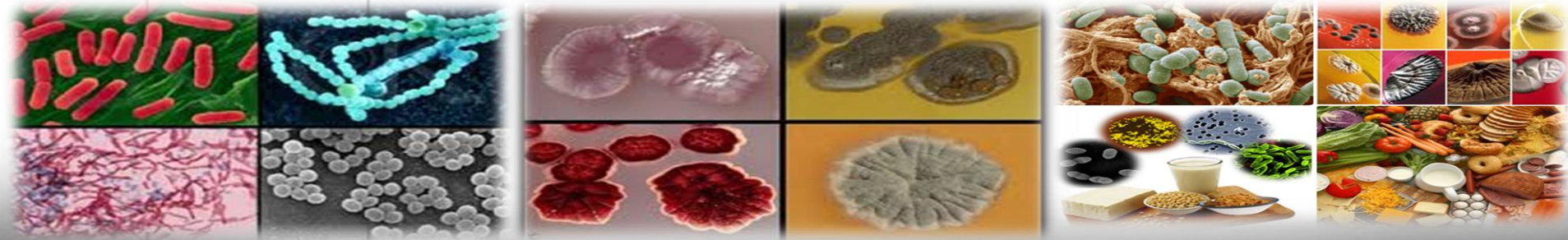
Contoh:

- Susu sapi segar: lactoferin, conglutinin, lactoperoksdase, dan rotavirus inhibitor. Senyawa antimikrobia ini rusak karena pasteurisasi.
- Telur: lysozyme dan conalbumin
- Cengkeh : eugenol

Struktur Biologis

Bahan pangan mempunyai lapisan alami yang melindungi dari masuknya mikroba penyebab kerusakan. Semakin tebal dan kuat lapisan pelindung tersebut, maka bahan pangan semakin aman dari serangan mikrobia.

Contoh: kulit buah, Lendir pada hewan, kulit ikan, kulit telur.



FAKTOR EKSTRINSIK

Suhu Penyimpanan

Mikroba membutuhkan kisaran suhu tertentu untuk dapat tumbuh. Suhu pertumbuhan optimum adalah suhu yang memungkinkan pertumbuhan tercepat selama 12-24 jam.

Klasifikasi mikroba berdasar suhu pertumbuhannya:

Golongan	Suhu pertumbuhan	Suhu optimum
Psikrofil	< 20 C	20 – 30 C
Mesofil	20 – 45 C	30 – 40 C
Termofil	> 45 C	55 – 65 C

FAKTOR EKSTRINSIK

Suhu Penyimpanan

Bakteri psikrofil dapat tumbuh pada suhu refrigerator sehingga menyebabkan kerusakan daging, ikan, dll yang disimpan pada suhu dingin.

Jamur psikrofil merusak bagian luar daging dan buah yang disimpan pada suhu dingin.

Penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah tidak selalu merupakan cara terbaik untuk menghindari proses kerusakan pangan.

- Pisang: disimpan pada suhu 13 – 17 °C
- Sayuran: disimpan pada suhu sekitar 10 °C

Kelembaban Relatif (RH) *Relative Humidity*

- Kelembaban relatif lingkungan penyimpanan bahan pangan merupakan hal yang sangat penting dari segi aw bahan pangan dan pertumbuhan mikroba pada permukaan bahan pangan.
- Bila bahan pangan dengan aw rendah disimpan pada lingkungan dengan RH tinggi, maka bahan pangan tersebut akan menyerap uap air yang terdapat pada lingkungan sehingga tercapai keseimbangan

Komposisi Gas

Oksigen dan CO_2 mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Prinsip ini mendasari pengemasan bahan pangan dengan cara atmosfer terkendali dan modifikasi atmosfer.

Berdasar kebutuhannya akan oksigen, mikroba digolongkan menjadi:

- Mikroba aerob : membutuhkan oksigen
- Mikroba anaerob : tidak membutuhkan oksigen.
- Mikroba fakultatif anaerob: sedikit membutuhkan oksigen.

Penyimpanan bahan pangan pada udara yang mengandung CO_2 10% disebut atmosfer terkendali. Mekanisme pengawetan dengan atmosfer terkendali belum diketahui dengan pasti.

Penggunaan ozon (O_3) pada konsentrasi 0,15 – 5 ppm dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan yeast perusak.

Kesimpulan

Jumlah dan tipe mikrobia yang terdapat pada bahan pangan dipengaruhi oleh:

1. Faktor intrinsik dan ekstrinsik
2. Lingkungan sekitar bahan pangan
3. Kualitas mikrobiologi bahan pangan mentah
4. Kondisi sanitasi selama penanganan dan pengolahan
5. Kondisi pengemasan dan penyimpanan produk

