



[www.esaunggul.ac.id](http://www.esaunggul.ac.id)

**Pengendalian Mikroba (Sterilisasi)  
Pertemuan VI  
Inherni Marti Abna, S.Si, M.Si  
Program Studi Farmasi  
Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan**

# KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN

- Mahasiswa mampu memahami cara-cara pengendalian mikroba baik secara fisika maupun kimia dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, disamping itu juga mengetahui beberapa istilah yang digunakan dalam kegiatan sterilisasi.

Pengendalian Mikroba: segala kegiatan yang dapat menghambat, membasmi atau menyingkirkan mikroorganisme

Pentingnya pengendalian:

1. Mencegah penyebaran penyakit dan infeksi
2. Mengendalikan mikroorganisme pada inang yang terinfeksi
3. Mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh mikroorganisme

Pengendalian dilakukan dengan beberapa cara:

A. Secara fisik

Suhu, tekanan, radiasi, penyaringan

B. Secara kimia

Menggunakan bahan kimia

Senyawa fenol, alkohol, formalin

C. Secara biologi

Menggunakan makhluk hidup

# Pengenalan Istilah-istilah:

1. Sterilisasi yaitu: proses pemusnahan total seluruh bentuk kehidupan baik vegetatif maupun reproduktifnya. Objek yang sudah steril akan bebas dari mikroba.
2. Desinfeksi yaitu: proses pemusnahan agen-agen penyebab infeksi. Digunakan untuk objek-objek yang tidak hidup (alat-alat). Bahan yang digunakan untuk mengdesinfeksi disebut dengan desinfektan. Yang dibunuh hanya sel-sel vegetatif tidak termasuk spora.

# Pengenalan Istilah-Istilah

3. Antiseptik/Aseptik yaitu: bahan yang akan mencegah/menghalangi pertumbuhan atau kerja/aktivitas mikroorganisme, baik dengan menghancurkan ataupun menghambat pertumbuhannya.

4. Sanitiser/Sanitasi yaitu: agen yang dapat menurunkan populasi mikroba sampai batas yang aman untuk kesehatan masyarakat. Zat-zat kimianya membunuh 99,9 %. Ini berhubungan dengan pembersihan terutama pada alat-alat.

# Pengenalan Istilah-istilah

5. Germisida (Mikrobisida) yaitu: bahan atau zat atau agen yang membunuh semua bentuk yang sedang tumbuh tapi bukan untuk spora. Hampir sama dengan desinfektan, bedanya desinfektan hanya untuk infeksi sajakalau germisida keseluruhannya (infeksi, patogen, dan yang tidak).

Macam-macam Germisida:

1. Bacterisida: senyawa atau bahan kimia yang membunuh bakteri , bersifat bacterisidal

# Pengenalan Istilah-istilah

2. Fungisida

3. Virusida

4. Algasida

5. Sporisida

6. Antimikroba /Antimikrobia yaitu: seluruh zat-zat yang dapat membunuh pertumbuhan ditujukan untuk segala pertumbuhan dan aktivitas semua mikroba.  
Contoh: Anti bakteri, Anti jamur.



# Antimikroba

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja antimikroba:

1. Konsentrasi dan jenis bahan kimia . Semakin tinggi konsentrasi maka semakin cepat kerjanya terhadap mikroorganisme (membunuh ataupun menghambat). Tetapi ada batasnya, contoh Etanol 70% lebih efektif dari etanol 100%, karna yang 100% cepat menguap sehingga sebelum sampai ke sitoplasma mikroba zat tersebut sudah menguap.

# Antimikroba

2. Intensitas dan sifat agen fisiknya. Contoh: semakin tinggi intensitas radiasi maka makin cepat terbunuhnya mikroba.
3. Waktu. Waktu kontak dengan mikroba, tidak semua mikroba serentak terbunuh. Sehingga semakin lama waktu kontak maka makin banyak yang terbunuh.
4. Suhu. Dengan meningkatnya suhu akan meningkatkan jumlah populasi mikroba yang terbunuh.

# Antimikroba

5. Jumlah Mikroorganisme. Makin besar populasi mikroba maka makin lama untuk membunuh semua mikroba tersebut.
6. Jenis Mikroorganisme. Mikroorganisme berbeda kepekaannya terhadap agen fisika dan kimia. Sel vegetatif lebih peka ketimbang spora. Spora bakteri paling resisten terhadap seluruh mikroorganisme.
7. Sifat-sifat media pertumbuhan mikroorganisme baik secara fisika maupun kimia.

# Antimikroba

1. Media yang lebih asam akan lebih efektif untuk dipanaskan dibandingkan yang alkalin.
2. Media yang cair lebih cepat panas dibandingkan yang padat.
3. Media yang konsentrasi karbohidrat lebih tinggi meningkatkan resistensi mikroba terhadap panas.

# Pengendalian Fisika

# Pengendalian Secara Fisika

1. **Penggunaan panas.** Panas merupakan pengendalian fisik yang paling banyak digunakan. Penggunaan panas selalu merupakan kombinasi antara waktu dan suhu.  
**Sterilisasi** (perebusan, autoklaf, oven udara panas) membunuh semua mikroorganisme dengan panas; umumnya digunakan pada pengalengan, kemasan botol atau prosedur pengepakan steril lainnya.  
**Pasteurisasi** menggunakan temperatur yang rendah, untuk mengurangi jumlah sel mikroorganisme (seperti: *Staphylococci*, *Streptococci*, *Brucella abortus* and *Mycobacterium tuberculosis*) dalam produk makanan. Pasteurisasi susu dilakukan pada suhu 63°C/30 menit (metode batch) atau suhu 71°C/15 detik (metode cepat).
2. **Pengeringan** (Drying = penghilangan air): umumnya mikroorganisme tidak bisa tumbuh pada  $A_w < 0.90$ . Penghilangan air dapat dilakukan dengan cara pemanasan, evaporasi, freeze-drying atau penambahan garam atau gula.
3. **Pendinginan** . Penggunaan suhu rendah menghambat pertumbuhan mikroba (refrigerate, freeze, deep freeze)
4. **Irradiasi** (microwave, UV, x-ray): aplikasi pengendalian fisik yang tidak merubah kondisi bahan
5. **Filtrasi** : Penyaringan menggunakan filter atau membran



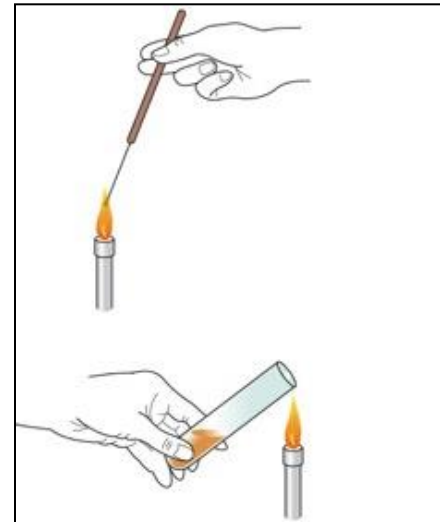
# 1. Panas

Sterilisasi panas, membunuh mikroba menggunakan suhu tinggi dengan suhu di atas  $100^{\circ}\text{C}$ . Sterilisasi panas memerlukan waktu semakin sebentar seiring dengan semakin tinggi suhu. Cara ini hanya dapat dilakukan pada peralatan yang tahan terhadap suhu tinggi

# Panas

## Panas kering

- Oven
- Bunsen





# Pemanasan Kering

- Pembakaran (incineration): efektif hanya untuk alat penanam mikroorganisme, (ose dan jarum tanam tajam) , efektif juga untuk bangkai hewan percobaan
- Oven: 160-180 °C 1-2 jam sterilisasi aliran udara kering untuk alat-alat gelas pipet, petri, tabung reaksi
- Tidak bisa digunakan untuk sterilisasi media

# Insinerator



# Pemanasan Basah

- **Otoklaf:** suhu  $121^{\circ}\text{C}$  , 1 atm 10-15 menit, dapat mematikan spora
- **Merebus** (boiling): waktu desinfeksi 15 menit setelah air mendidih sel-sel vegetatif akan mati tidak dengan spora dan virus
- **Pasteurisasi:** digunakan mensterilkan susu (kuman TBC, *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Shigella*) suhu  $65^{\circ}\text{C}$ , 30 menit

## Panas Basah

- Autoklaf: adalah cara sterilisasi panas yang digabungkan dalam keadaan lembap dan tekanan yang tinggi. Cara ini dapat membunuh semua mikroorganisme karena suhu sekitar  $121^{\circ}\text{C}$ , dan tekanan 1 atm. Sistem kerja sterilisasi autoklaf adalah panas lembab, sehingga waktu yang dibutuhkan hanya 10-15 menit. Sterilisasi ini dapat digunakan untuk semua media dan alat.

# AUTOKLAF: Sterilisasi Lembab bertekanan

Dalam Sterilisasi Autoklaf dikenal:

- **Thermal death point (TDP):** temperatur terendah yang menyebabkan sel mati dalam 10 menit.
- **Thermal death time (TDT):** waktu yang diperlukan untuk membunuh seluruh sel dalam kultur
- **Decimal reduction time (DRT):** menit saat 90% populasi sel mati pada suatu temperatur tertentu yang dicobakan

Beberapa ketentuan autoklaf:

1. Untuk Erlenmeyer kapasitas 2Liter waktu yang digunakan 35 menit pada suhu 121-123OC. Untuk tabung

## AUTOKLAF: Sterilisasi Lembab bertekanan

500 ml antara 17-22 menit. Untuk tabung reaksi ukuran 20 cm selama 20 menit. Untuk botol serum 9 Liter (9000 ml) memakan waktu sampai 60 menit.

# Perebusan



# Autoklaf



Operating valve  
(controls steam from  
jacket to chamber)  
re



Steam supply





# Pemanasan Kering (OVEN)



- Pasteurisasi:

Untuk media atau bahan yang tidak tahan terhadap panas tinggi. Pada dasarnya cara pasteurisasi tidak membunuh semua mikroorganisme dalam satu waktu.

Cara kerja metode ini memanaskan bahan antara 63-66°C selama 30 menit. Setelah proses tersebut bahan disimpan dan esoknya diulang dengan cara yang sama.

- Ultra High Temperature (UHT): menggunakan suhu yang sangat tinggi di atas  $100^{\circ}\text{C}$ , dalam waktu yang sangat singkat kurang dari 1 menit.

Cara ini biasa digunakan untuk bahan atau media yang sangat tidak tahan pemanasan dengan suhu tinggi, karena mengandung kandungan gula yang tinggi seperti: sari buah.

## 2. Suhu rendah

- Mikrobiostatis
  - Pertumbuhan mikroba sangat lambat
- Refrigerator
  - 0-16°C
- Freezer
  - <0°C
- Digunakan untuk melindungi makanan, media, dan kultur



### 3. Pengeringan/Desifikasi

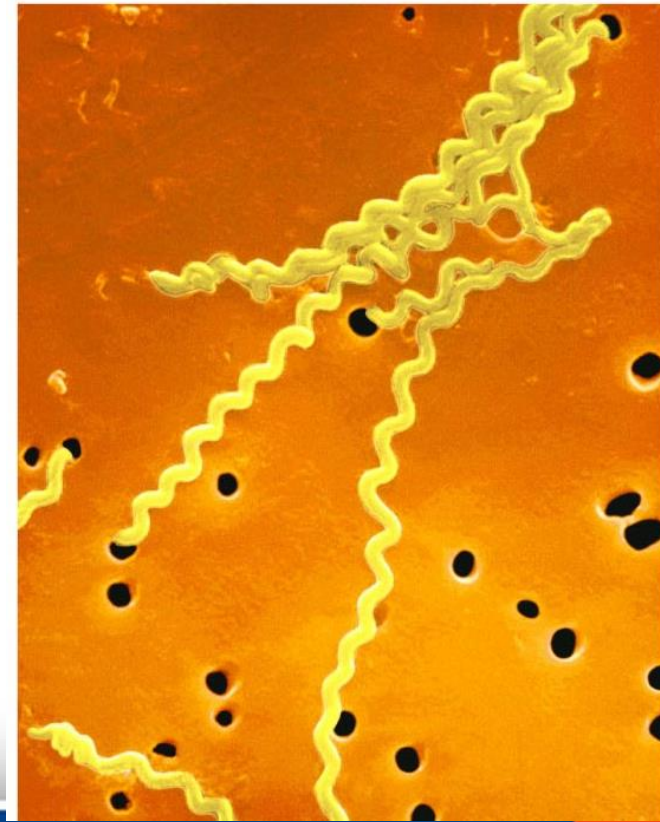
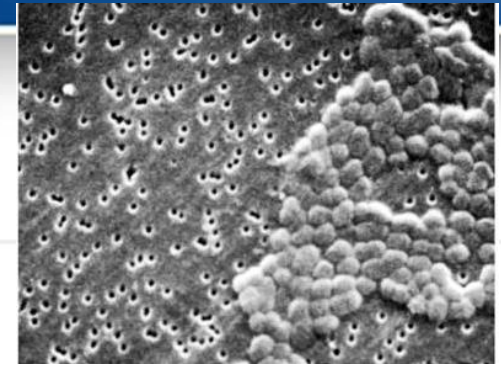
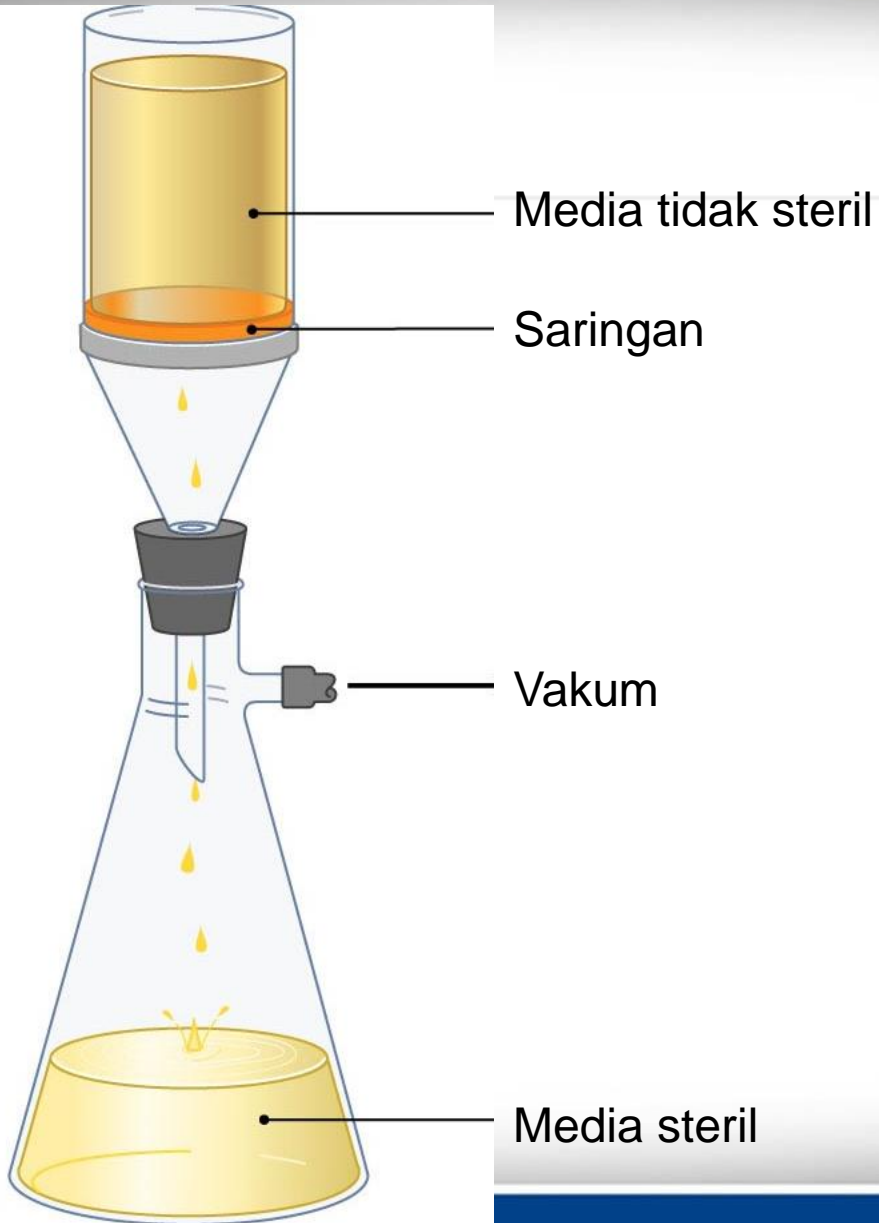
Dengan menarik airnya (dehidrasi), sehingga hilangnya air menghentikan proses metabolik karna mikroba membutuhkan air untuk kehidupannya.

## 4. Filter

Menyaring suatu bahan melewati pori-pori saringan yang sangat kecil atau sering disebut dengan membran filter, sehingga mikroorganisme tertahan di permukaan saringan.

Cara ini dilakukan terutama untuk bahan yang tidak boleh dipanaskan seperti: vaksin, darah.

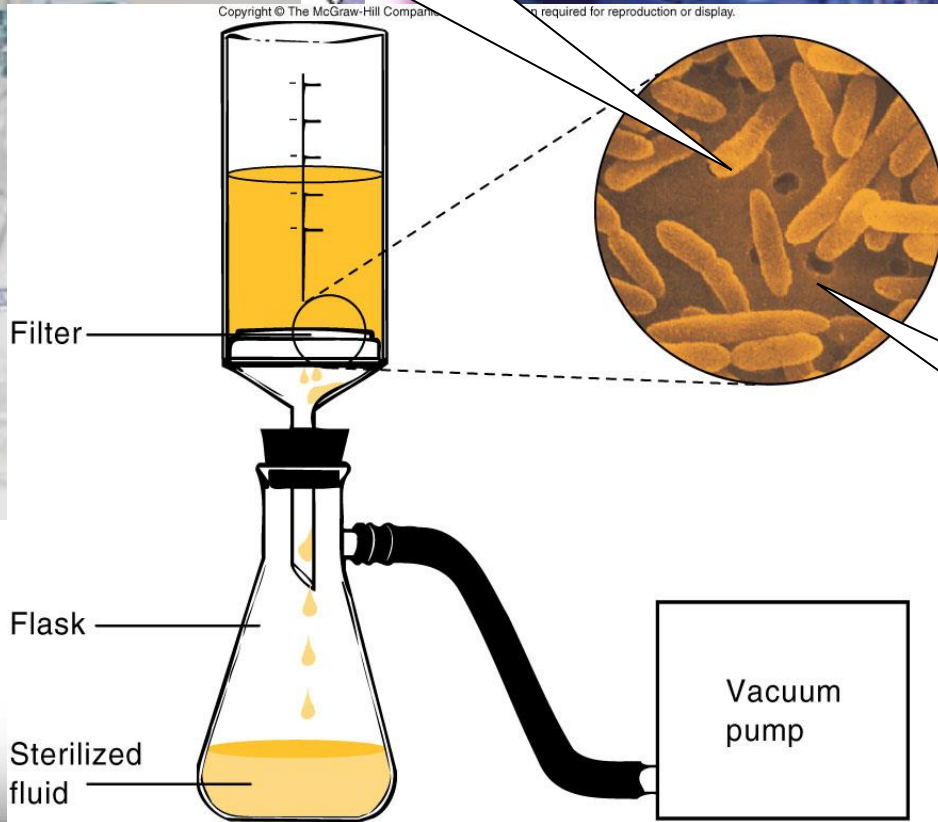
# Penyaringan



(a)

# HEPA Filter untuk Udara

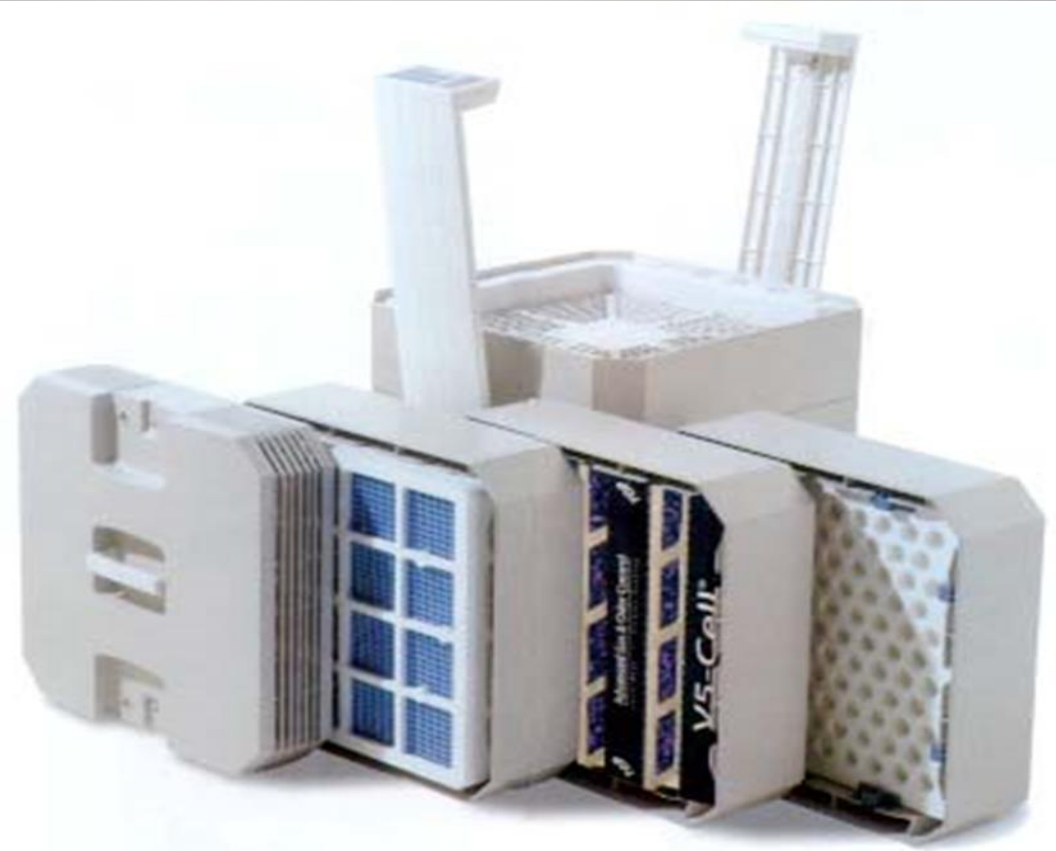
Penghilangan bakteri bukan berarti sebanding dengan **STERIL**



Penghilangan bakteri lebih mudah dibanding **VIRUS**







Cleanroom grade  
HEPA filter

HiFlow  
Gas & Odor filter  
(HealthPro Plus)  
Pressure Equalization  
Chamber  
(HealthPro)

High-efficiency  
Pre-filter

## *High efficiency particulate air (HEPA)*

Memungkinkan dialirkan udara bersih (bebas debu) ke dalam ruang pada laminar air flow.

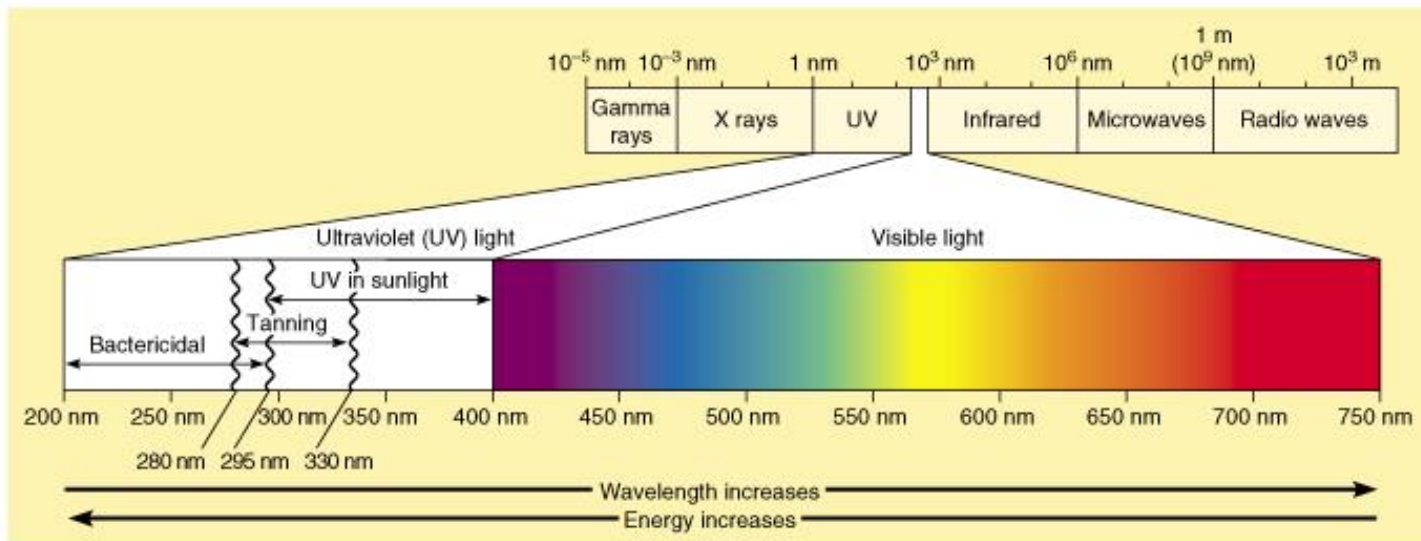
Filter udara digunakan di dalam ruang transfer mikroba untuk mencegah kontaminasi pada area

Isolasi



# RADIASI

- Tiga tipe radiasi untuk sterilisasi
  1. Radiasi ionisasi (ionizing radiation) : sinar gama, sinar X,
  2. Radiasi non ionisasi (non ionizing radiation) : UV
  3. Radiasi gelombang mikro (microwave radiation)

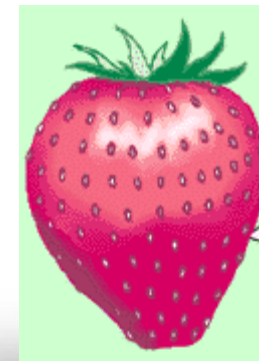


Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

## 5. Radiation

### Radiasi ion

- Sinar gamma, sinar X
- Digunakan untuk mensterilkan obat dan makanan



# 1. Radiasi ionisasi (Ionizing Radiation)

- Mencakup: sinar Gamma, sinar X, sinar pelepasan elektron
- Panjang gelombang pendek kurang dari 1 nanometer
- Terjadi akibat eksitasi elektron yang membentuk ion
- Menyebabkan mutasi DNA dan menghasilkan peroksida
- Digunakan untuk sterilisasi bahan farmasi dan *disposable medical supplies*, serta industri makanan
- **Kerugian:** penetrasi jaringan manusia, menyebabkan mutasi genetik

# Instalasi sinar Gamma



## 2. Radiasi Non ionisasi (Non Ionizing Radiation)

- Penggunaan sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 220 - 290 nm dengan radiasi efektif 253,7 nm
- Menyebabkan kerusakan DNA dengan dihasilkannya dimer-dimer Timin yang menyebabkan mutasi
- Digunakan untuk desinfeksi ruang operasi, nursery, cafetaria, pengepakan, LAF
- **Kerugian:** menyebabkan kerusakan kulit, mata. Namun UV tidak mampu penetrasi pada kertas, gelas dan kain.
- Orang-orang yang bekerja harus menggunakan peralatan pelindung guna melindungi kornea terhadap iritasi atau kerusakan yang permanen.

## Radiasi Non ion

- Cahaya UV
- Sterilisasi udara, air dan permukaan padat



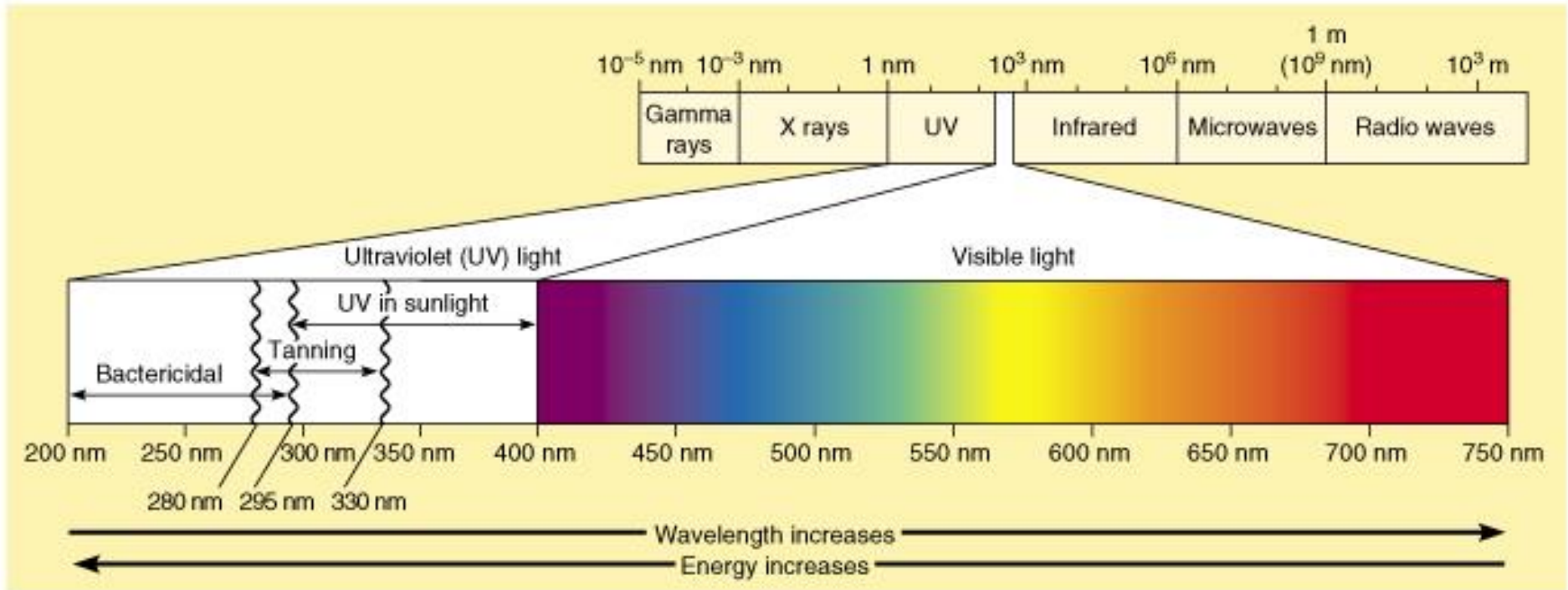
Mengendalikan mikroba pada permukaan telur



Mengendalikan mikroba pada udara dan permukaan



# Irradiasi



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.



# Fumigasi



### 3. Radiasi Gelombang mikro (Microwave Radiation)

- Panjang gelombang antara 1 milimeter – 1 meter
- Panas akan diabsorpsi oleh molekul air
- Sel vegetatif mikroba dapat mati (karena mengandung air)
- Endospora bakteri yang tidak mengandung air tidak rusak oleh microwave

# Pengendalian Kimiawi

# Pengendalian secara Kimia

- Senyawa kimia yang mengendalikan mikroorganisme dengan membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme disebut senyawa antimikroba
- Senyawa antimikroba meliputi bahan kimia pengawet dan antiseptik, juga obat-obatan untuk penyakit pada hewan atau tumbuhan
- Senyawa antimikroba dapat berupa bahan alam murni atau bahan kimia sintetis
- Senyawa antimikroba :
  1. Antiseptik
  2. Disinfektan
  3. Preservatif
  4. Antibiotik

# Antiseptik



# Desinfektan



# Sterilisasi Secara Kimia

- Dalam kehidupan sehari-hari agen kimia digunakan untuk mengendalikan mikroorganisme. Agen kimia ini digunakan dalam kedokteran, pengawetan makanan, dan laboratorium mikrobiologi

## Beberapa istilah yang mendasar:

- **Antiseptik**: substansi kimia yang dipakai untuk kulit atau selaput lendir untuk mencegah atau membunuh pertumbuhan mikroorganisme.
- **Disinfektan**: substansi kimia yang dipakai pada benda-benda mati untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme.
- **Sanitizer** agen kimia yang dapat mengurangi jumlah bakteri sampai taraf aman menurut ketentuan kesehatan masyarakat



# Senyawa Kimia Antimikroba

1. Antiseptik: senyawa antimikroba yang tidak berbahaya untuk kulit dan membran mukosa dan namun tidak dapat di intake dalam tubuh. Contoh : mercuri, perak nitrat, iodine, alcohols, detergents.
2. Disinfektan : senyawa yang membunuh mikroba (namun tidak membunuh spora), tidak aman untuk aplikasi pada mahluk hidup/jaringan dan hanya digunakan aman untuk benda-benda mati/perkakas seperti meja, bangku, lantai dll. Contoh: chlorine, hypochlorites, chlorine compounds, copper sulfates, ammonium compounds.  
 Catt: Kadang disinfektan and antiseptics merupakan bahan yang sama hanya berbeda kadarnya saja. Contoh: sodium hypochlorite (chlorine) yang ditambahkan pada air minum bersifat aman untuk diminum karena ditambahkan dalam kadar yang kecil, namun sebagai "chlorox" (5% hypochlorite) dia menjadi disinfektan yang kuat dan berbahaya untuk diminum.

# Senyawa Kimia Antimikroba

3. **Preservatif (bahan pengawet):** merupakan senyawa yang bersifat statik yang akan menghambat pertumbuhan mikroba, umumnya pada produk makanan dan minuman. Contoh: calcium propionate, sodium benzoate, formaldehyde, nitrate, sulfur dioxide.
4. **Antibiotik:** senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroba patogen.

# Mekanisme Kerja Agen Kimia

- Faktor utama yang menentukan efektif atau tidak agen kimia dapat mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme antara lain: kadar disinfektan, waktu, suhu, jenis disinfektan, jumlah, dan tipe mikroorganisme
- Mekanisme penghambatan meliputi: mempengaruhi beberapa bagian sel mikroorganisme seperti pada membran sel, enzim tertentu dan protein struktural seperti yang terdapat pada dinding sel hidup