

# **BAB 7**

## **STERILISASI**

## BAB 7

### STERILISASI

**Deskripsi Mata Kuliah :**

Mata kuliah ini membahas tentang fungsi sterilisasi, macam-macam sterilisasi dan cara sterilisasi

**Sub Pokok Bahasan :**

- 7.1. Pendahuluan
- 7.2. Perkembangan steril
- 7.3. Proses sterilisasi
- 7.4. Sterilisasi Fisik
- 7.5. Sterilisasi Penyaringan (Filtrasi)
- 7.6. Sterilisasi Khemis (Kimia)

**Bahan Bacaan :**

No	Judul Buku	Pengarang	Penerbit/Edisi/Tahun
1	Basic Microbiology	Soesilo, B., dan Mei, S.	FK Unair Surabaya/2010
2	Biology of Microorganism	Madigan, M.T., & John M. Martinko	USA/eleventh edition/2006
3	Dasar-dasar Mikrobiologi	Pelczar, M.J dan E.C.S. Chan	Djambatan Jakarta/2010
4	Diagnostic Microbiology	Bailey, W.R, and Scott, E.G.	The C.V. Mosby Commpany/2 <sup>th</sup> edition/1996

5	Manual of Clinical Microbiology	Blair, J.E., Lenette, E.H., and Truant, J.P.	The Williams & Wilkins, Baltimore/1970
6	Microbiology	Presscott, L.M., John, P.H., Donald, A.K.	Mc Graw-Hill Company New York/ 5 <sup>th</sup> edition/2002
7	Mikrobiologi Kedokteran	Jawetz, E. Melnick J.L and Adelberg, E.A.	EGC Jakarta/ Edisi terjemahan Indonesia/2004
8	Teknik dan Metode Dasar Mikrobiologi	Waluyo Lud	UMM Press. Malang/2010
9	Sterilisasi	Gede	dweeja.wordpress.com/2010/diakses 2015

## 7.1. Pendahuluan

Sterilisasi dalam mikrobiologi berarti membebaskan setiap benda atau substansi dari semua kehidupan dalam bentuk apapun. Untuk tujuan mikrobiologi, untuk mendapatkan kondisi steril, mikroorganisme dapat dimatikan oleh panas (kalor), gas-gas seperti formaldehid, etilenoksida atau betapriolakton oleh berbagai macam larutan kimia, bisa juga oleh karena sinar ultra atau sinar gamma. Mikroorganisme juga dapat disingkirkan secara mekanik oleh sentrifugasi kecepatan tinggi atau oleh filtrasi.

Perbedaan steril dan sterilisasi adalah :

- Steril : keadaan bebas dari mikroorganisme vegetatif dan spora.
- Sterilisasi : proses untuk menjadi steril

Fungsi Sterilisasi dalam bakteriologi :

- isolasi bakteri
- mempertahankan biakan murni (stok bakteri)

Cara sterilisasi yang penting diantaranya :

1. Fisik : pemanasan, pengeringan, penyinaran, listrik, radiasi, getaran suara
2. Filtrasi = penyaringan
3. Khemis : menggunakan bahan-bahan kimia (desinfektan)

Pada umumnya banyak peralatan yang digunakan di laboratorium yang terbuat dari bahan gelas. Kelebihan dari bahan gelas ini diantaranya adalah bahan gelas tidak mudah beraksi dengan hampir semua bahan kimia, gelas bersifat bening sehingga memudahkan pengamatan terhadap warna dan isi cairan yang terdapat didalamnya. Gelas juga tahan terhadap perubahan suhu, mudah dibersihkan karena sifatnya yang licin dan tidak terlalu berat karena berat jenisnya relatif rendah. Sedangkan kekurangannya adalah mudah pecah, sehingga harus hati-hati dalam menggunakannya.

Sterilisasi yang sering dan bisaa digunakan adalah dengan menggunakan pemanasan, karena lebih sederhana dan efektif. Bahan kimia tidak untuk sterilisasi media perbenihan, karena dapat membunuh bakteri yang dibiakkan. Saringan (filtrasi) digunakan untuk sterilisasi bahan yang berupa cairan, seperti protein, serum, dan sebagainya.

## 7.2. Perkembangan Steril

Secara klasik, sterilisasi didefinisikan sebagai suatu kondisi yang bebas secara sempurna dari semua mikroorganisme hidup. Meskipun demikian, sterilisasi dapat diterangkan sebagai fungsi kemungkinan, karena kematian mikroba yang mengikuti kinetika orde pertama dan metode yang tidak absolut untuk uji sterilitas.

Pendapat yang sekarang banyak diikuti adalah bahwa suatu produk dikatakan steril apabila tidak ada mikroorganisme yang terdeteksi pada uji sterilitas. Adanya perbedaan resistensi terhadap proses sterilisasi, beberapa mikroorganisme dapat hidup setelah proses sterilisasi dan tidak dapat dideteksi dengan metode tradisional pada saat uji sterilitas.

Spora adalah bentuk non vegetatif yang sangat resisten terhadap panas. Untuk mematikan spora dari bakteri *Clostridium botulinum* dengan menggunakan panas lembab pada suhu 100°C, 110°C dan 121°C diperlukan masing-masing 330, 90 dan 10 menit. Dengan menggunakan panas kering pada suhu 120°C, 140°C dan 170°C dibutuhkan masing-masing 120, 60 dan 15 menit. Untuk mematikan spora bakteri basilus tanah dengan menggunakan panas lembab pada suhu 100°C, 110°C dan 121°C, diperlukan masing-masing 220, 120 dan 6 menit. Resistensi setiap spora terhadap panas bervariasi dan waktu yang diperlukan untuk mematikan spora juga tergantung pada jenis dan temperatur sterilisasi.

### **7.3. Proses Sterilisasi**

Setiap proses sterilisasi mempunyai keterbatasan, tidak ada metode umum yang dapat digunakan untuk mensterilisasi semua produk atau bahan. Metode sterilisasi yang dapat membunuh semua jenis mikroorganisme termasuk spora yang resisten, mungkin tidak dapat digunakan untuk mensterilkan produk atau bahan tertentu. Faktor utama untuk menentukan metode sterilisasi adalah :

- (1) Ketercampuran dengan produk atau bahan yang disterilisasi
- (2) Sifat wadah
- (3) Penetrasi pada daerah yang sulit terjangkau yang mengandung mikroorganisme hidup
- (4) Aktivitas membunuh yang tinggi dengan menggunakan jumlah sesedikit mungkin
- (5) Relatif murah
- (6) Aman dan toksisitasnya rendah
- (7) Mudah pelaksanaannya
- (8) Waktu yang diperlukan singkat
- (9) Adaptasi terhadap proses sterilisasi lainnya

### **7.4. Sterilisasi Fisik**

Sterilisasi dengan metode ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu pemanasan, penyinaran, gelombang listrik dan suara.

**A. Sterilisasi Pemanasan, ada 2 macam :**

1. Pemanasan kering (*dry heat sterilization*) :  
memanaskan udara kering dalam ruangan suatu alat
  - bakteri mati karena proses :
    - denaturasi protein
    - oksidasi struktur sel penting
    - efek toksik akibat peningkatan kadar elektrolit
  - spora : 160<sup>0</sup> C selama 60 menit
  - untuk peralatan gelas, peralatan logam, bedak, kertas pembungkus
2. Pemanasan basah (*moist heat sterilization*) :  
menggunakan uap air panas
  - suhu maksimal 100°C, kecuali apabila tekanan uap air dinaikkan
  - bakteri mati karena proseskoagulasi dan denaturasi enzim serta struktur protein
  - lebih efektif, karena :
    - uap air lebih mudah menyusup ke pori-pori
    - suhu sama, waktu pendek

Tabel 7.1 Perbandingan Pemanasan Kering dan Basah

Pemanasan kering		Pemanasan basah	
Suhu	Waktu	Suhu	Waktu
120°C	8 jam	110°C	2,5 jam
140°C	2,5 jam	115°C	50 menit
160°C	1 jam	121°C	15 menit
180°C	20 menit	125°C	6,5 menit

**B. Faktor-faktor pengaruh sterilisasi pemanasan**

1. suhu dan waktu : suhu tinggi, waktu pendek.  
Paling efisien : 121°C,
2. waktu sterilisasi 15-30 menit.
3. Jumlah bakteri dan spora : semakin bakteri banyak, maka waktu yang diperlukan semakin panjang
4. Spesies, strain, spora

*Thermal death point* : suhu terendah untuk membunuh bakteri secara sempurna dalam suspensi air selama 10 menit → berbeda

- *Treponema pallidum*                      43°C
- *Neisseriagonorrhoeae*              50°C
- *Staphylococcus aureus*              65°C

- *Bacillusstearothermophilus* 80°C

5. Bahan organik : memperkuat daya tahan bakteri
6. Jenis pemanasan

### C. Macam-macam pemanasan kering

1. *Read heat* : panas merah membara → alat logam (sengkelit, jarum penanam, pinset)
2. *Flamming* → mulut dan tutup tabung perbenihan, gelas objek, gelas penutup
3. *Incineration* : pembakaran → hancur  
untuk : pembalut tercemar tanah, bangkai binatang, spreii, selimut, bahan-bahan patologik
4. *Hot air sterilization* (sterilisasi udara panas) : oven
  - untuk :
    - alat gelas/golam : tabung reaksi, cawan petri, botol, labu, pipet, spuit, scalpel, gunting
    - lidi kapas, bedak, lemak, minyak
  - 160° C selama 1 jam
  - tanpa thermometer, tidak bisa mengatur suhu, sehingga jika suhu mencapai 200°C menyebabkan kapas berubah warna menjadi coklat
  - kerugian penggunaan sterilisasi ini adalah :

- tidak efektif, udara penghantar panas jelek
- unsur kain dan kapas bisa menjadi rapuh
- supaya penggunaan oven lebih efektif, maka :
  - dilengkapi kipas angin agar panas bisa merata
  - muatan jangan terlalu penuh
  - sebelum pintu dibuka, dibiarkan dingin 2 jam
- kontrol steril :
  - spora *Clostridium tetani* strain non-toksigenik
  - tabung Browne bertitik hijau
  - thermocouple

#### **D. Macam-macam pemanasan basah**

##### **I. Suhu di bawah 100°C**

##### **1. Pasteurisasi**

- pertama kali → Louis Pasteur
- ada 2 cara : Holder : 63°C, 30 menit  
Flash : 72°C, 15 – 20 menit
- diterapkan pada susu → membunuh bakteri patogen dalam susu tanpa merusak susu : *Mycobacterium tuberculosis*,

*Brucella* sp., *Streptococcus* sp., *Staphylococcus* sp., *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Corynebacterium diphtheriae*.

- *Coxiella burnetti* lebih resisten → masih hidup setelah pasteurisasi Holder

2. Penangas vaksin : memanaskan vaksin 1 jam
3. Inspisasi : pepadatan serum/telur pada suhu 80°C dalam inspikator

## II. Suhu 100°C

1. Boiling (mendidihkan / merebus) : memasukkan benda ke dalam air mendidih
  - Termudah dan termurah
  - Sel vegetatif mati pada 5 – 10 menit; spora mati pada 1 – 2 jam
  - Asam, basa, soda pembersih ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) :
    - mempercepat perusakan spora
    - mencegah peralatan logam berkarat
  - Untuk : tutup karet, spuit logam, dan lain-lain
  - Kerugian : endapan →  $\text{CaCO}_3$
2. Steaming : uap panas → relatif lebih murah
  - Ide : Robert Koch
  - Alat : Arnold → dandang Arnold

- Sel vegetatif mati pada 15 – 20 menit
  - Untuk : baju bedah, media perbenihan
3. Tindalisasi : pemanasan bertahap
- Prinsip : uap, 100°C, 30 menit, 3 hari, inspikator → inkubator (kecuali hari ke-3)
  - Syarat :
    - cocok untuk pertumbuhan bakteri
    - rusak pada suhu tinggi, misal protein
    - perbenihan serum : Loeffler, pai
    - perbenihan telur : Lowenstein Jensen

III. Suhu di atas 100°C → autoclave

- 121°C, 15 – 20 menit, 15 pound/inch<sup>2</sup>
- Prinsip : tabung dipanasi → air mendidih → menguap → tekanan uap naik → suhu naik → tekanan uap naik lagi → dan seterusnya

Tabel 7.2 Hubungan tekanan uap dan suhu :

Tekanan (pound/inch <sup>2</sup> )	Suhu °C
0	100
5	109

10	115
15	121
20	126
25	130
30	135

- Supaya penggunaan autoclave lebih efektif :
  - (1) udara dikeluarkan lebih dahulu :
    - udara dan uap air → tekanan naik  
→ menghalangi suhu ruangan naik
    - udara menghalangi penetrasi uap air
    - udara lebih padat → di bagian bawah → suhu tidak merata
  - (2) muatan tidak boleh berlebihan dan padat
  - (3) pendinginan dan penurunan tekanan bertahap
- Kerugian :
  - (1) steril → basah → perlu pengeringan
  - (2) instrument non-*stainless steel* cepat rusak
- Kontrol :
  - (1) spora *Bacillus stearothermophilus*

(2) tabung Browne

(3) pita autoclave

(4) thermocouple

- Untuk : media perbenihan, peralatan karet, spuit, peralatan gelas, baju, pembalut, botol dan tabung tidak boleh ditutup rapat
- *Pressure cooker* : autoclave sederhana

### E. Sterilisasi fisik lain

1. Cahaya matahari

- bakterisidal cukup baik → sinar ultra violet
- alamiah : air wadah terbuka, sungai, danau

2. Pengeringan di udara : kurang memuaskan → sebagian besar bakteri mati, tetapi spora tidak mati

3. Suara :

- penggetar mekanik → getaran sonik dan ultrasonik
- frekuensi 5 – 500 kilocycle/detik → guncangan mekanik → sel bakteri pecah → mati
- bakteri mati : kavitasi → pembentukan gelembung gas bertahap, hilang bertahap

4. Listrik : langsung pada suspensi bakteri

- Jarang digunakan karena kurang efisien

- bakteri mati karena panas dan hidrolisis

5. Radiasi

(1) Sinar ultra violet

Sinar ultra violet juga dapat dimanfaatkan untuk proses sterilisasi, misalnya untuk membunuh mikroba yang menempel pada permukaan interior safety cabinet dengan cara disinari lampu ultra violet. Mekanisme perubahan dalam sel bakteri saat disinari ultra violet disebabkan oleh :

- denaturasi protein
- kerusakan DNA dan hambatan replikasi DNA
- pembentukan  $H_2O_2$  dan peroksida organik
- merangsang pembentukan kolisin

Sterilisasi ultra violet biasanya digunakan untuk :

- membunuh mikroorganisme
- membuat vaksin bakteri dan virus
- mencegah infeksi melalui udara → ruang bedah, tempat umum, laboratorium bakteriologi

- (2) sinar X dan sinar radioaktif lain
- mampu lebih besar menginduksi perubahan-perubahan yang memetakan pada DNA sel
  - untuk barang/peralatan :
    - sekali pakai : benang bedah, spuit, pembalut lekat
    - ukuran relatif besar, proses cepat
    - tidak tahan panas

### **7.5. Sterilisasi Penyaringan (Filtrasi)**

- Filter bakteri : pori-pori sangat halus → menahan bakteri untuk :
  - cairan yang mudah terurai/rusak terkena panas : media urea, media gula-gula, media serum
  - memisahkan bakteri dari toksin dan bakteriofaga
- Kerugian : virus dan mikoplasma lewat
- Macam-macam filter bakteri
  - (1) Filter Berkefeld : terbuat dari fosil tanah diatomi
  - (2) Filter Chamberland : terbuat dari tabung porselen
    - pori-pori kecil sampai besar
    - untuk mendapatkan toksin dari perbenihan cair

- (3) filter Seitz : terbuat dari piringan asbes
    - bulat, dengan diameter 14 mm
    - untuk sterilisasi perbenihan cair
  - (4) filter Elford : terbuat dari membran kolodion, pori-pori bertingkat
- Untuk mempercepat proses penyaringan, dapat menggunakan pompa udara berupa :
- (1) *vacuum pump* (pompa vakum) : tekanan negatif
    - udara dalam penampung dipompa keluar → tekanan dalam penampung kurang dari 1 atmosfer, tekanan di atas cairan 1 atmosfer
    - tekanan (-) : -100 sampai -200 mmHg
  - (2) *pressure pump* (pompa tekan) : tekanan positif

Tekanan di atas cairan lebih tinggi 1 atmosfer, tekanan dalam penampung 1 atmosfer

## 7.6. Sterilisasi Khemis (Kimia)

### A. Pengertian

1. Antiseptis suatu tindakan mencegah pertumbuhan/aktivitas mikroorganisme, menghambat maupun membunuh mikroorganisme
2. Antiseptik merupakan bahan untuk proses antiseptis

3. Desinfeksi merupakan bahan untuk membunuh mikroorganisme patogen, kecuali spora
4. Desinfektan merupakan bahan untuk proses desinfeksi

Orang pertama yang menemukan sterilisasi kimia adalah Lister mencoba mengurangi infeksi setelah proses pembedahan.

Aktivitas antimikroba kimia diantaranya adalah :

1. Sidik : membunuh, misalnya bakterisid, virusid, fungisid, germisid
2. Statik : menghambat, misalnya bakteristatik, virustatik, fungistatik

Berdasar pemakaian dan kekuatannya, dibedakan menjadi :

1. Antiseptik : merusak/menghambat mikroorganisme, non-toksik pada permukaan jaringan hidup
2. Desinfektans : lebih kuat, merusak hampir semua mikroorganisme, hanya digunakan pada benda-benda mati karena toksik.

## **B. Faktor Pengaruh Aktivitas**

1. Kadar
  - kadar lebih tinggi, daya bunuh lebih besar

- **Lamana** dan **Mallette** : fenomena → bahan beracun dosis kecil, merangsang proses biologik
- 2. Waktu : makin lama kontak dengan antimikroba, makin banyak bakteri yang mati
- 3. Suhu : makin tinggi suhu, makin cepat proses desinfeksi → tiap suhu naik 10<sup>o</sup> C, kekuatan dan kecepatan desinfeksi naik 2 kali
- 4. Kadar ion H<sup>+</sup> (pH)
  - bakteri bermuatan (-) pada pH 7 → bila pH naik muatan bakteri juga meningkat
  - pH menentukan tingkat ionisasi dan disosiasi antimikroba → makin besar disosiasi, makin besar daya desinfeksi
- 5. Bahan organik → menurunkan aktivitas desinfeksi :
  - adsorpsi antimikroba oleh protein koloid
  - pembentukan senyawa yang kurang aktif
  - mengikat gugus aktif dari antimikroba
- 6. Jumlah mikroba : bakteri banyak → waktu makin lama
- 7. Spora : lebih tahan terhadap antimikroba kimia

### C. Standarisasi

- Kekuatan antimikroba kimia → perbandingan dengan fenol murni (fenol 1%) → koefisien fenol

- Mengukur koefisien fenol :
  - uji Rideal – Walker
  - uji Chick – Martin
  - uji FDA (*Food and Drug Administration*)

SASARAN UTAMA : membran sel, enzim, bahan-bahan dalam inti → sangat berperan dalam kehidupan bakteri

#### **D. Mekanisme Kerja Antimikroba Kimia**

1. Merubah permeabilitas membran sel
  - a) *Surface active agent* = deterjen
    - 1) deterjen anionik : mengikat bakteri muatan (+)
      - Sabun :
        - sangat lemah, bisaanya digunakan untuk pembersih mekanik
        - untuk desinfeksi, dicampur dengan kresol atau heksakhlorofen
        - aktivitas naik pada suasana asam
      - Garam Na/K dari asam lemak rantai tinggi : kurang lebihnya seperti sabun

- Senyawa alkil sulfat : lebih kuat, sangat selektif → Gram positif
- 2) deterjen kationik : mengikat bakteri muatan (-) → amonium kuarterner atau quats
- senyawa amina berisi N valensi 5 dan gugus alkil rantai panjang (C : 8 – 18)
  - sifat-sifat :
    - larut dalam air
    - Gram positif dan Gram negatif
  - contoh : zephiran. ceepryn, phemerol
  - Zephiran : koefisien fenol 150 – 300
    - Konsentrasi 0,1 % digunakan untuk mencuci tangan pre-operasi
    - *Staphylococcus*
      - 1 : 40.000 → bakterisid
      - 1 : 200.000 → bakteriostatik
- 3) deterjen non-ionik : polieter, ester poligliserol

b) Fenol

- fenol 1%, 20 menit : bakterisid  
fenol 0,01% : bakteriostatik
- fenol 5% : peralatan bedah dan ekskreta,  
membunuh spora (beberapa jam)
- efek tinggi : NaCl

efek rendah : alkohol dan bahan-bahan  
organic

- derivat fenol → lebih kuat

1) Kresol

- campuran orto, meta, dan  
parakresol → trikresol
- lisol dan kreolin : emulsi  
kresol dengan sabun hijau
- koefisien fenol lisol : 4,  
sedangkan koefisien fenol  
kreolin : 10
- fenol 0,5% dan trikresol  
1,15% : pengawet vaksin  
dan serum

2) Bisfenol : bakteriostatik dan  
fungistatik lebih besar, toksis  
lebih kecil daripada fenol.

- 3) Halogenated fenol :  
diklorofen, triklorofen,  
heksakhlorofen

2. Denaturasi protein

Merusak sistem koloid sitoplasma (koagulasi protein/enzim) → kehidupan sel terganggu

a) Senyawa asam dan basa

- aktivitas : ion  $H^+$  atau  $OH^-$  → mengubah pH
- kekuatan setara dengan daya disosiasi → makin kuat asam/basa, makin kuat daya desinfeksi
- kadar rendah dapat meningkatkan desinfeksi senyawa lain

Contoh :

- 1) asam borat 1 – 2 % : lemah, pencuci mekanik, tidak merangsang selaput lendir
- 2) asam benzoate : lebih kuat, terutama jamur
- 3) asam laktat dan asam organik lain
- 4) asam propionate : jamur (kulit dan vagina)
- 5) barium hidroksida ( $BaOH$ )

- b) Alkohol, eter, dan aseton
- alkohol (metil dan etil alkohol 70%) : antiseptik kulit, kurang efektif
  - alkohol 100% lebih jelek daripada alkohol 70%
  - etil alkohol : menaikkan HgCl, menurunkan fenol dan formaldehid
  - etil eter dan aseton : antiseptik kulit

3. Mengikat gugus aktif dari protein

- Gugus aktif : gugus asam/basa nukleoprotein, karboksil, amino, sulfhidril, indol, imidazol
  - Hg dan As → sulfhidril
  - formaldehid, deterjen anion, warna asam → basa
  - amonium kuartener, deterjen kation, zat warna basa → asam
- Logam berat → garam
  - kadar agak tinggi : toksik
  - kadar sangat rendah : merangsang pertumbuhan mikroba
  - efek tergantung :
    - tingkat disosiasi garam
    - asal anion

- valensi dan berat molekul logam → valensi tinggi dan BM besar → efek tinggi
  - logam berat aktif : Hg, Ag, Cu, As
  - larutan HgCl 0,1 % : bakteriostatik
  - Hg organik : merkurokrom dan mertiolat
  - CuSO<sub>4</sub> : kurang aktif → untuk ganggang dan organisme berkhlorofil
  - AgNO<sub>3</sub> 1% : tindakan Crede
- a) Oksidator : halogen, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MnO<sub>4</sub>
- KMnO<sub>4</sub>, garam-garam Na dan K hipoklorid : bakterisid
  - Cl, Br, J, dan F bebas : sangat toksik
  - garam khlor : desinfeksi air minum dan kolam renang
  - brom : desinfektans air kolam renang
  - jodium tinctur :
 

Jod	2%	7%
NaJ	2,4%	5%
Alkohol	46%	83%
  - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% → bakterisid yang baik, tetapi :

- cepat rusak oleh katalase jaringan tubuh
  - daya tembus terhadap jaringan luka adalah kecil
  - dihambat oleh bahan organik
  - $\text{KMnO}_4$  0,1% digunakan untuk penderita infeksi saluran kemih
- b) Zat warna : spesifik
- zat warna basa lebih efektif
  - bakteri Gram (+) lebih peka
  - zat warna trifenil metan : ungu Kristal, ungu gentian, hijau brilian → selektif Gram positif
  - hijau malakit
    - 1 : 4.000.000 statik terhadap *Bacillus subtilis*
    - 1 : 1.000.000 statik terhadap *Staphylococcus*
    - 1 : 40.000 – 30.000 statik terhadap basil kolon
  - ungu metil 1: 5.000.000 – 1.000.000 bakteriostatik terhadap Gram positif untuk Gram negatif : kadar lebih besar

c) Formaldehid : gas, kurang selektif

Formaldehid 37% → formalin

- Fungsi :
  - mengkoagulasi jaringan segar untuk pemeriksaan mikroskopik
  - pengawet
- kadar cukup : merusak semua mikroorganisme (termasuk bakteri berspora)
- pengawet vaksin dan toksin bakteri → merusak toksisitas tanpa merusak sifat antigenik

4. Mengikat gugus prostetik dari enzim

- gugus prostetik berisi Fe, Cu → dihambat oleh H<sub>2</sub>S dan sianida
- tidak banyak digunakan

### **Rangkuman :**

Sterilisasi merupakan suatu proses atau suatu kegiatan untuk menjadi steril. Fungsi dari sterilisasi dalam bakteriologi adalah untuk keperluan isolasi bakteri dan untuk stok bakteri. Ada 3 cara sterilisasi yang sering digunakan dalam ilmu kedokteran, yaitu cara fisik, filtrasi dan khemis. Sterilisasi fisik dengan pemanasan lebih sering digunakan di laboratorium karena lebih sederhana dan efektif. Sterilisasi menggunakan filter bisaanya digunakan untuk

sterilisasi bahan berbentuk cairan, seperti protein, serum, toksin. Sedangkan sterilisasi dengan menggunakan bahan kimia tidak digunakan untuk sterilisasi media perbenihan, karena dapat membunuh bakteri yang dibiakkan.

**Evaluasi :**

1. Jelaskan apa perbedaan dari sterilisasi dan steril !
2. Lebih efektif manakah menggunakan sterilisasi dengan cara pemanasan kering atau pemanasan basah? Mengapa demikian?
3. Faktor apa sajakah yang mempengaruhi sterilisasi dengan cara pemanasan?
4. Sebelum mengambil koloni bakteri yang tumbuh pada suatu media, ose yang akan digunakan harus di sterilkan terlebih dahulu. Sterilisasi untuk ose tersebut termasuk sterilisasi .....
5. Limbah jarum suntik (*syringe*) disterilisasi dan dihancurkan dengan cara ..... Menggunakan alat .....
6. a) Benda dan atau instrument apa saja yang bisa di sterilisasi menggunakan oven?  
b) Berapa suhu yang digunakan untuk sterilisasi menggunakan oven?
7. a) Benda dan atau instrument apa saja yang dapat disterilisasi menggunakan autoclave?  
b) Berapa suhu yang digunakan untuk sterilisasi menggunakan autoclave ?

8. Pasteurisasi termasuk sterilisasi dengan cara ..... untuk bahan ..... dengan suhu ..... <sup>0</sup>C, selama ..... menit
9. Bagaimanakah prinsip sterilisasi menggunakan autoclave ?
10. Apa keuntungan dan kerugian menggunakan :
  - a. Oven
  - b. Autoclave
11. Tuliskan prosedur sterilisasi menggunakan :
  - a) Oven
  - b) Autoclave

