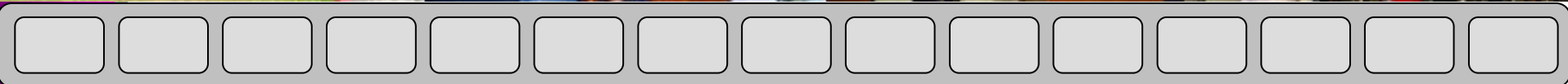
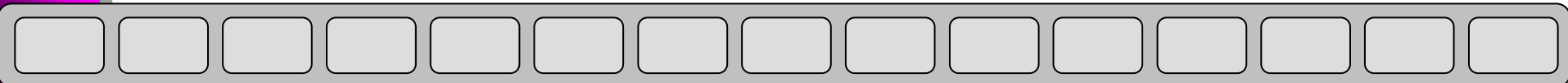


# Topik 3

# Prinsip Proses Pengalengan Pangan



# Tujuan Instruksional

- Menjelaskan prinsip dan tahapan proses pengalengan pangan untuk tujuan sterilisasi komersial produk pangan berasam rendah, serta titik-titik kritis yang harus diperhatikan.
- Menjelaskan prinsip dan tahapan proses pengalengan pangan untuk tujuan pasteurisasi produk pangan asam/diasamkan, serta titik-titik kritis yang harus diperhatikan.
- Menjelaskan prinsip dan tahapan proses pengalengan dalam sistem kontinyu (aseptic processing) serta titik-titik kritis yang harus diperhatikan (baik untuk tujuan sterilisasi komersial maupun pasteurisasi).

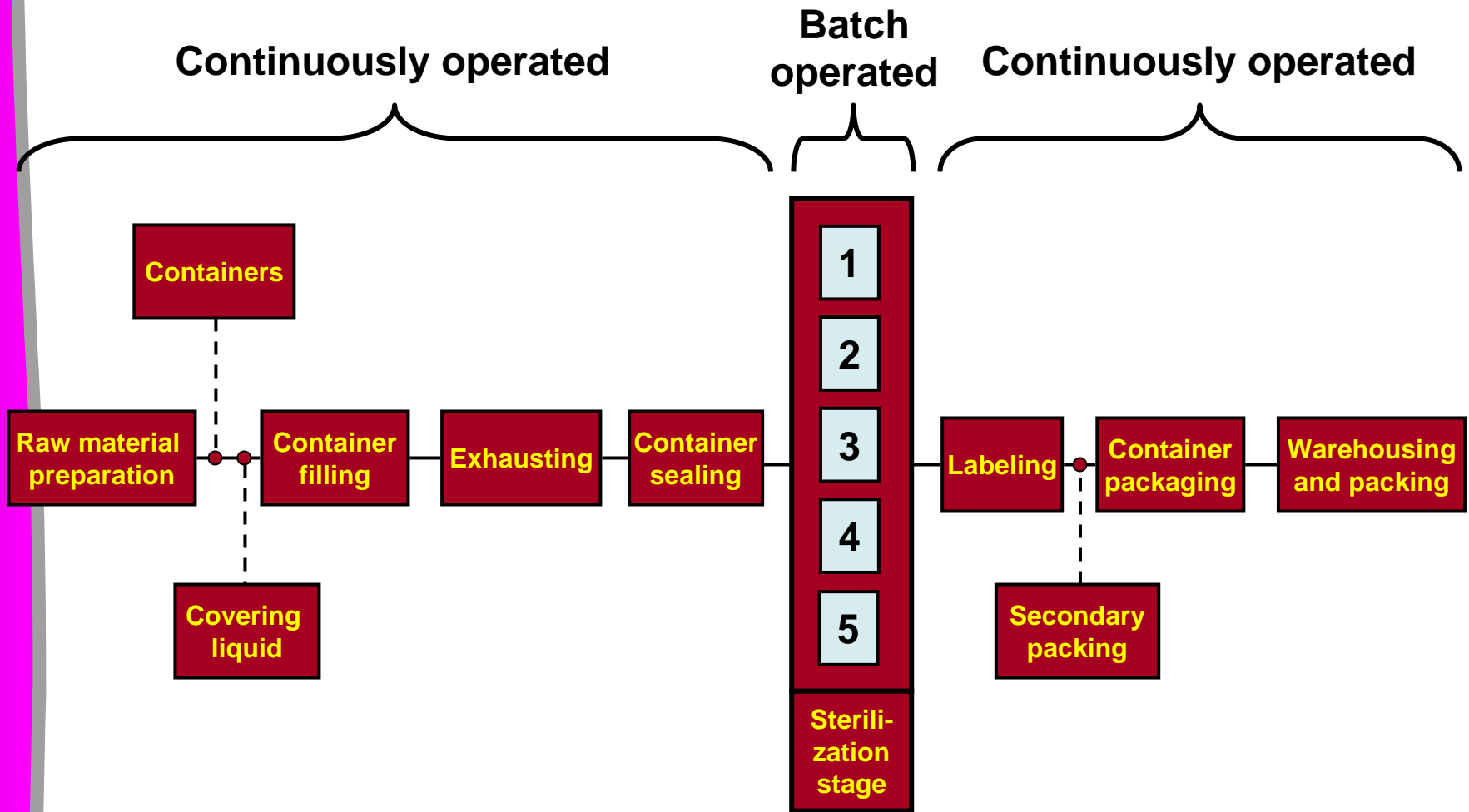
# Sub-topik

- Prinsip dan Tahapan Proses Sterilisasi Komersial
- Prinsip dan Tahapan Proses Pasteurisasi
- Prinsip Pengalengan Dalam Sistem Kontinyu (Aseptic Processing)

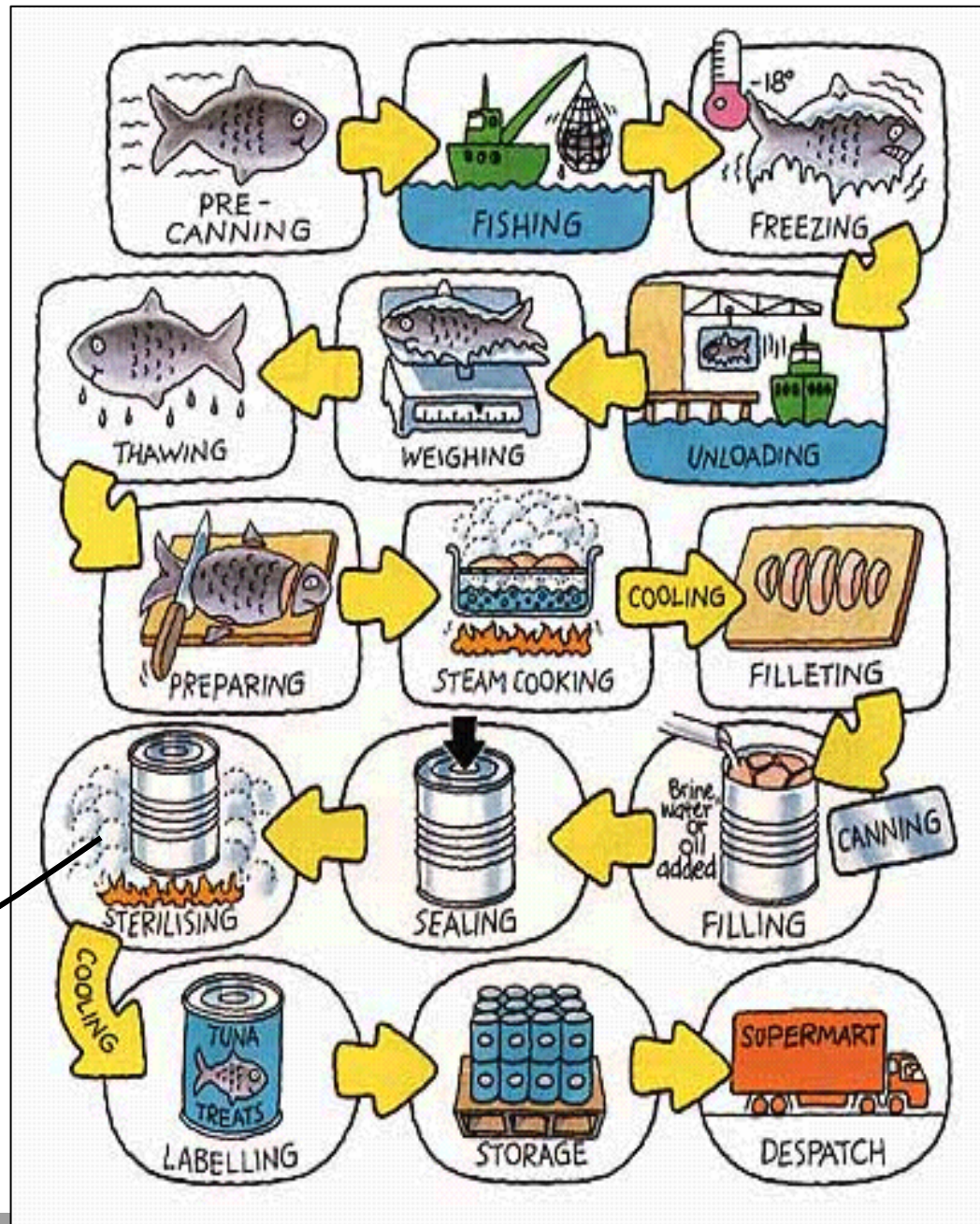
## **Sub-topik 3.1**

# **Prinsip Proses Pengalengan Pangan Dengan Sistem Batch**

# General Simplified Flow Diagram for a canning plant



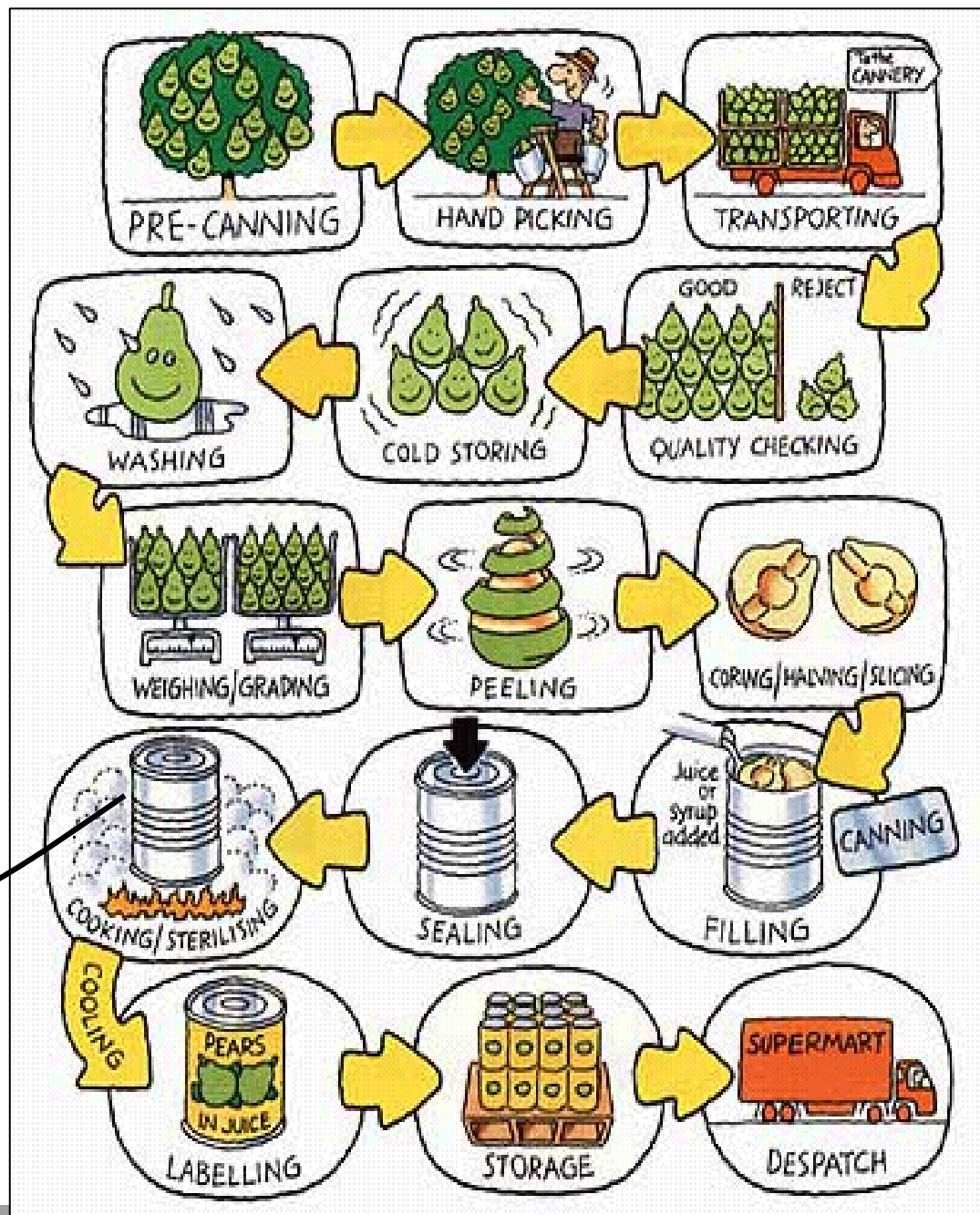
# Skema Proses Pengalengan Ikan/Tuna



Umumnya pemanasan dengan menggunakan retort

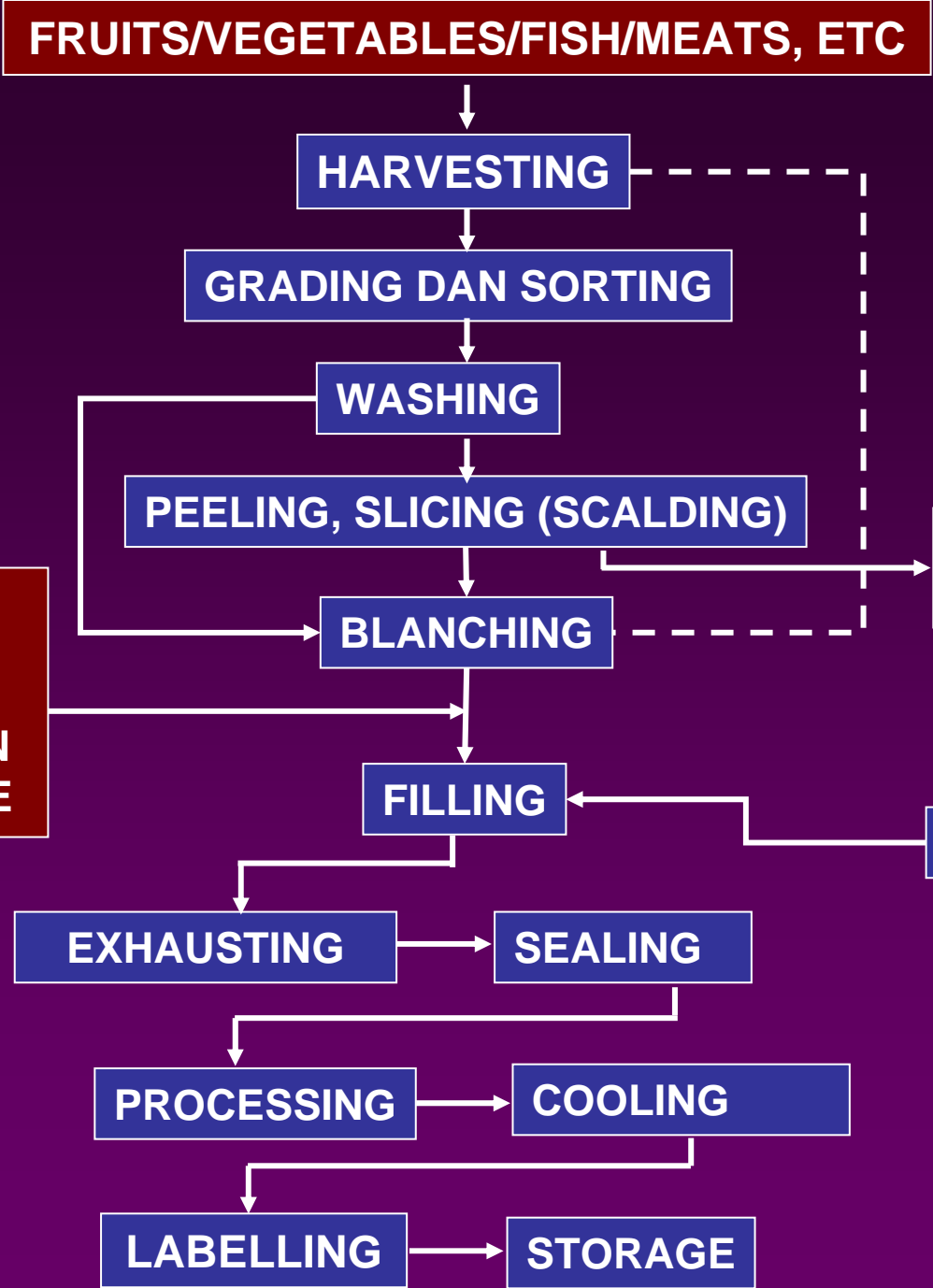


# Skema Proses Pengalengan Buah/Pear



Umumnya pemanasan dengan menggunakan retort

# Canning Process



**MEDIUM PREP.**  
-SUGAR SYRUP  
-SALT SOLUTION  
-TOMATO SAUCE



# **Tahap-tahap Kritis Dalam Proses Pengalengan**

# BLANSIR

Perlakuan pemanasan pendahuluan jaringan pangan : .....> sebelum pembekuan, pengeringan, pengalengan

- Inaktifasi enzim : penting untuk proses pembekuan & pengeringan
- Mengeluarkan gas-gas yang terperangkap dlm jaringan
- Meningkatkan suhu jaringan : kecukupan pasteurisasi/sterilisasi!

# BLANSIR

Perlakuan pemanasan pendahuluan jaringan pangan : .....> sebelum pembekuan, pengeringan, pengalengan

- melayukan jaringan : mempermudah packing



# BLANSIR

Perlakuan pemanasan pendahuluan jaringan pangan : .....> sebelum pembekuan, pengeringan, pengalengan

- mengurangi jumlah/*load* mikroba awal
- menghilangkan rasa mentah,
- mempermudah proses pemotongan (*cutting, dicing, dll*),
- mempermudah pengupasan
- memberikan warna yang dikehendaki,

# BLANSIR



# BLANSIR



# BLANSIR





# BLANSIR

**Waktu Blansir untuk sayuran yang akan dibekukan**

<b>Sayuran</b>	<b>Waktu Blansir (menit), dalam air mendidih (100°C)</b>
<b>Asparagus</b>	
< 5/16 in. per butt	2
5/16-9/16 in. per butt	3
> 10/16 in per. Butt	4
<b>Green bean</b>	
kecil	1-1,5
medium	2-3
besar	3-4
<b>Brokoli</b>	2-3
<b>Bayam</b>	1,5

# BLANSIR

Pengaruh metoda blansir terhadap kerusakan vit C pd bbrp sayuran

Perlakuan Blansir	Kerusakan Vitamin C (%)		
	Kacang polong ( <i>peas</i> )	Brokoli	Buncis ( <i>green bean</i> )
Blansir dengan air panas + Pendinginan dengan air dingin	29,1	38,7	15,1
Blansir dengan air panas + pendinginan dengan udara dingin	25,0	30,6	19,5
Blansir dengan uap panas + pendinginan dengan air dingin	24,2	22,2	17,7
Blansir dengan uap panas + Pendinginan dengan udara dingin	14,0	9,0	18,6

# **BLANSIR**

## **Inaktivasi enzim**

- **penting untuk proses pengeringan dan pembekuan buah/sayuran**
- **Enzim penting :**
  - **Lipoksigenase**
  - **Polifenolase**
  - **Katalase**
  - **Peroksidase**

# Perbandingan antara *steam blancher* dan *hot-water blancher*.

## Keuntungan



**Kehilangan komponen larut air dapat ditekan**



**Produksi limbah lebih rendah (biaya pembuangan limbah lebih murah)**

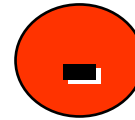


**Lebih mudah untuk dibersihkan**

# 1 ***Steam blancher***

# Perbandingan antara *steam blancher* dan *hot-water blancher*.

## Kerugian





- ⌚ Proses pencucian dan pembersihan secara terbatas
- ⌚ Memerlukan modal yang lebih tinggi
- ⌚ Mungkin terjadi proses blansir yang tidak merata jika jumlah produk yang diblansir cukup besar
- ⌚ Penggunaan energi panas dari uap panas kurang efisien

# 1 *Steam blancher*

# Perbandingan antara *steam blancher* dan *hot-water blancher*.

Keuntungan



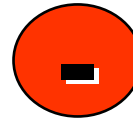
-  **Biaya modal lbh rendah**
-  **Penggunaan energi panas dari air panas lebih efisien**




## 2 *Hot water blancher*

# Perbandingan antara *steam blancher* dan *hot-water blancher*.

## 2 *Hot water blancher*

### Kerugian



-  Kerusakan komponen larut air cukup tinggi (vitamin, mineral dan gula)
-  Jumlah limbah dan biaya pengolahan limbah tinggi
-  Terdapat resiko kontaminasi bakteri, terutama bakteri termofilik



# **Besarnya kerusakan karena blansir dipengaruhi oleh :**

- **Jenis dan varietas**
- **Tingkat kematangan**
- **Metoda penanganan (pemotongan –tebal/tipis?)**
- **Medium blansir**
- **Lama dan suhu blansir**
- **Rasio medium blansir/bahan**

# Tahap Proses Termal

- **Still Retort** : Umumnya digunakan dalam proses sterilisasi (untuk dapat mencapai suhu  $> 100^{\circ}\text{C}$ )
- **Bak pasteurizer** : Umumnya digunakan dalam proses pasteurisasi (suhu maksimal  $100^{\circ}\text{C}$ )

(Peralatan Proses akan dibahas pada Topik 5)

# STILL RETORT

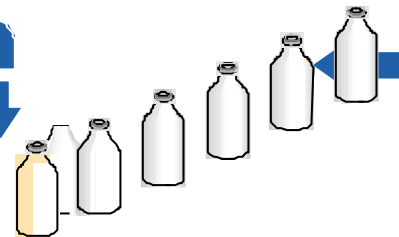


# Sterilisasi dalam wadah (*In-container sterilisation*)

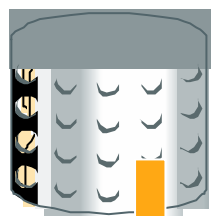
Produk



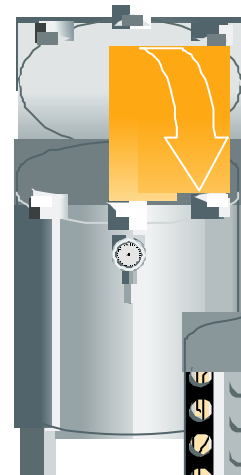
Pengisian



Kaleng,  
botol, gelas,  
dll

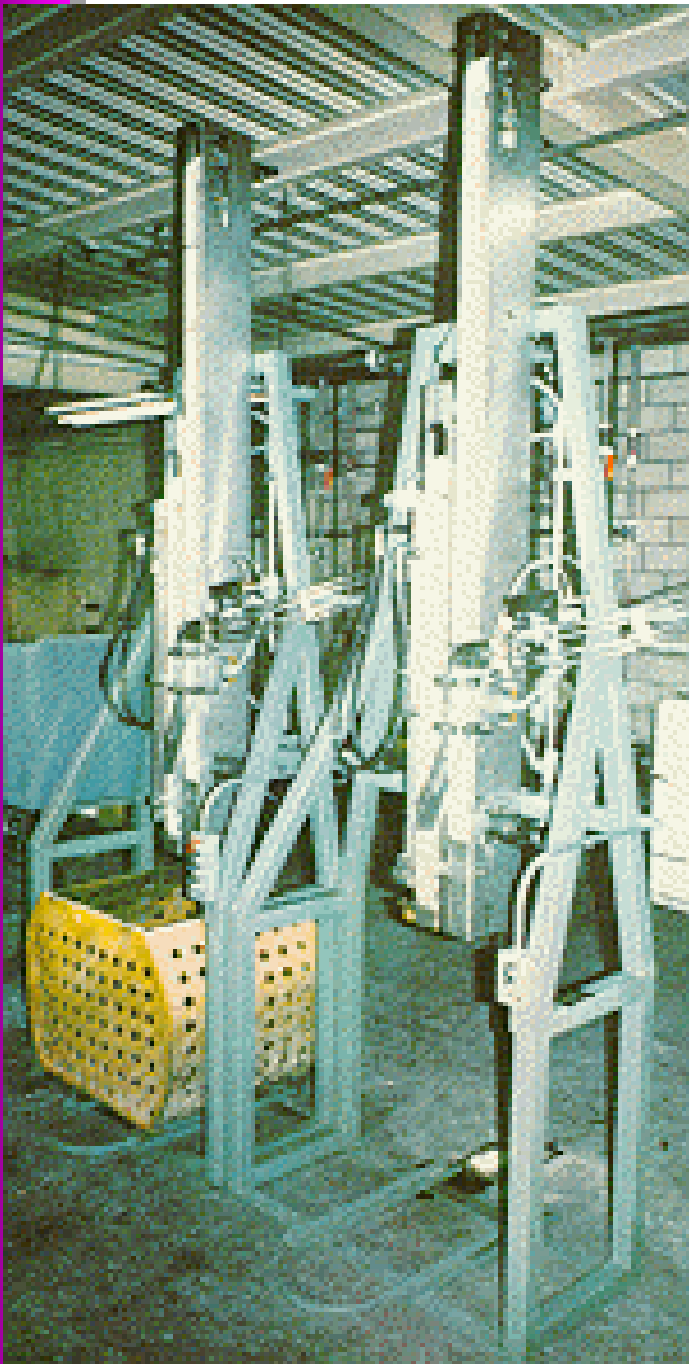


Sterilisasi  
(pemanasan)



Produk steril dalam  
wadah





## FAKTOR KRITIS YANG MENENTUKAN PROSES PENGALENGAN SUKSES :

### 1. Wadah/kaleng tertutup secara hermetis

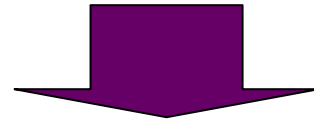
*Lakukan prosedur pengisian dan penutupan kaleng dengan benar*

### 2. Perlakuan pemanasan yang cukup :

*Tercapainya sterilitas komersial*

### 3. Penanganan kaleng dengan baik :

*Sebelum, selama dan setelah pemanasan memastikan bahwa integritas sambungan dan penutupan tetap terjaga*



**Selalu ada kemungkinan bahwa bakteri akan masuk kembali dan mencemari produk yang telah disterilisasi, Integritas sambungan dan penutupan adalah faktor penting**

# **Faktor Kritis Dalam Proses Dengan Bak Pasteurizer**

- **Keseragaman suhu di setiap posisi alat pasteurisasi**
- **Konsistensi suhu proses (terutama jika digunakan air sebagai media pemanas)**
- **Waktu pasteurisasi**

**Ikuti  
Selanjutnya .....**

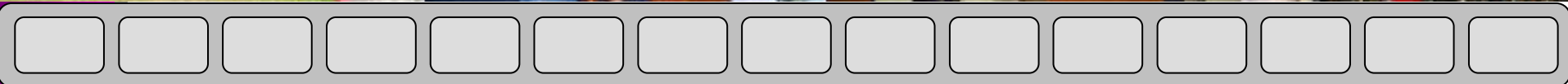
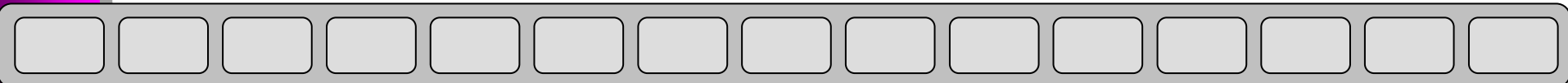
**Tayangan Video Proses  
Pengalengan**



# **Tugas Kelompok: Diskusikan Contoh Model Industri**

# Topik 6

# Aspek Mikrobiologi Dalam Proses Termal



# Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mengikuti topik 6 ini, Anda diharapkan mampu:

- mengidentifikasi jenis, karakteristik dan klasifikasi mikroba pembusuk dan patogen serta resikonya untuk tumbuh dalam makanan kaleng
- menjelaskan indikasi kerusakan makanan kaleng akibat kontaminasi oleh mikroba pembusuk/patogen
- menjelaskan parameter kinetika inaktivasi mikroba oleh proses pemanasan (nilai D dan nilai Z) dan pentingnya parameter tersebut dalam desain proses termal

# Sub-topik

- **Karakteristik Mikroba Penting Dalam Makanan Kaleng**
- **Parameter Ketahanan Panas Mikroba**

# **Sub-topik 6.1.**

## **Karakteristik Mikroba Penting Dalam Makanan Kaleng**

# Sumber mikroorganisme

Tanah

Udara

Air



Tidak ada bahan pangan yang steril

# Mikroorganisme yang penting dalam makanan

- Kapang
- Khamir
- Bakteri

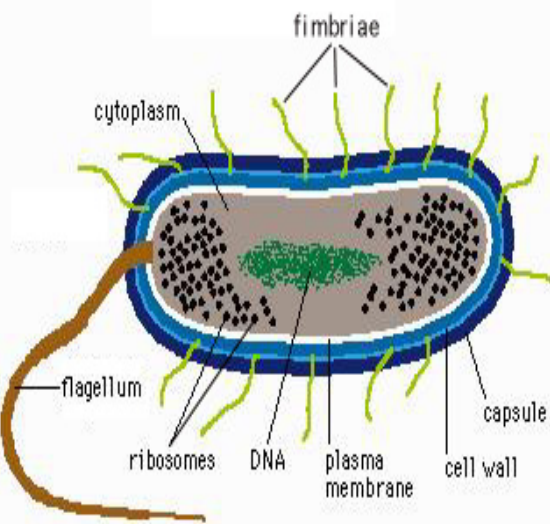
Berhubungan dengan keamanan pangan:

- Virus
- Protozoa
- Parasit
- Algae

- Virus tumbuh dan bereproduksi dengan cara menginfeksi sel
- Memiliki DNA atau RNA tapi tidak bisa berkembang biak sendiri
- Tidak tumbuh pada makanan tetapi dapat bertahan

# Bakteri

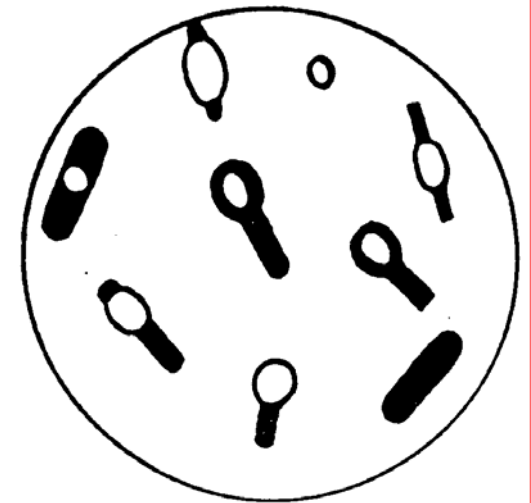
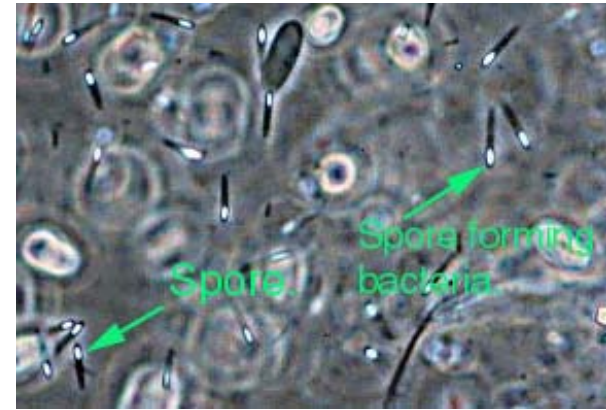
- Bentuk khas
- Sangat mudah mencemari bahan pangan dengan kadar air tinggi
- Dapat bertambah jumlahnya dengan cepat
- Bakteri penyebab penyakit dan bakteri pembusuk sangat berbahaya





# Bakteri

- Merupakan mikroba yang penting dalam pembusukan/keracunan makanan.
- Spora bakteri bersifat dorman (tidur) yang dapat bertahan pada kondisi yang tidak sesuai.

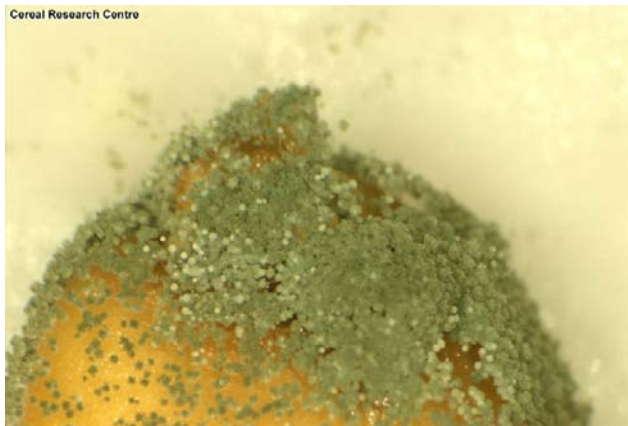


# Kapang/jamur

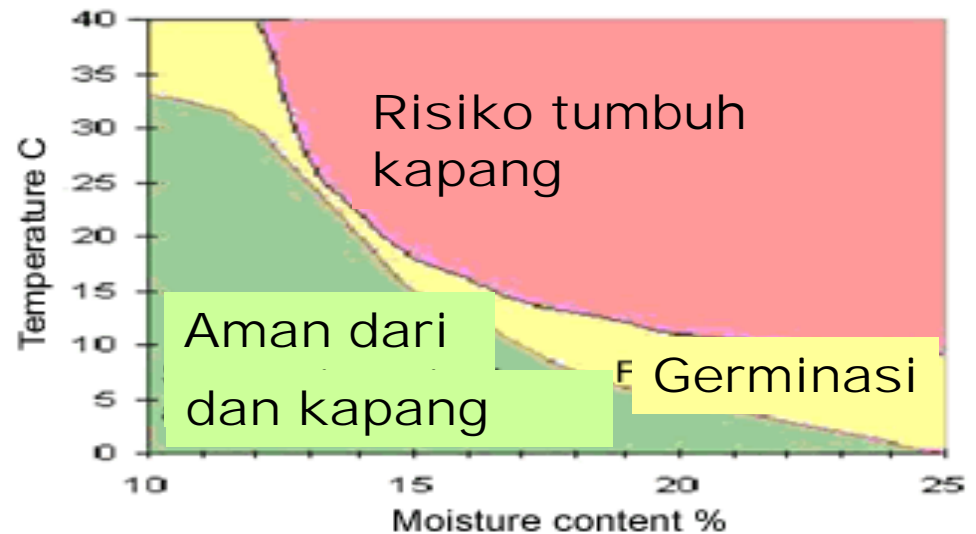
*Aspergillus*



Cereal Research Centre



*Aspergillus niger*





Khamir

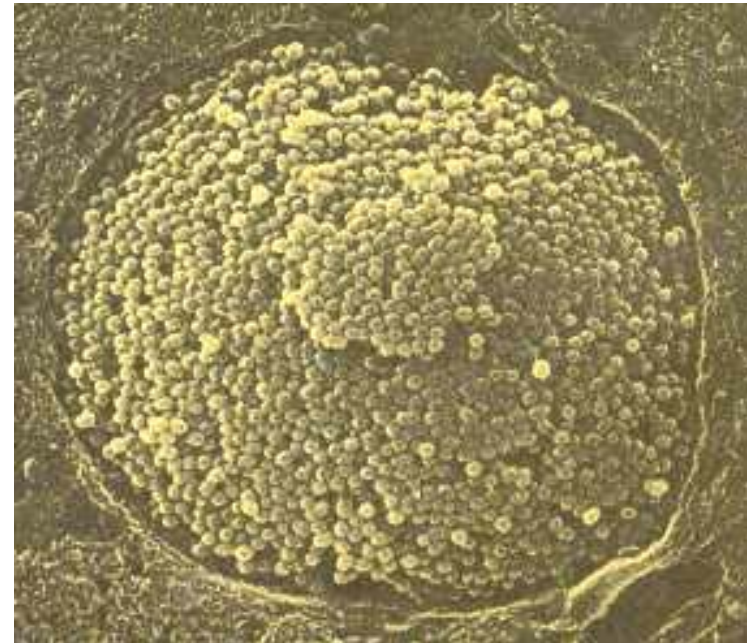
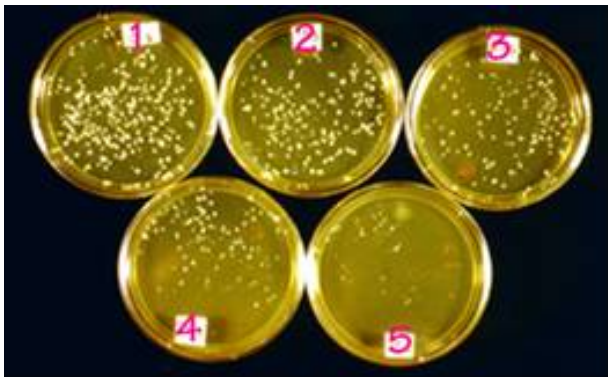


Banyak terdapat pada produk pangan dengan kadar gula tinggi (produk yang manis-manis) seperti : madu, permen dll



# Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba

- Nutrien
- Ketersediaan air
- Ketersediaan oksigen & potensi redoks
- Suhu
- Nilai pH
- Komponen antimikroba
- Adanya mikroba lainnya



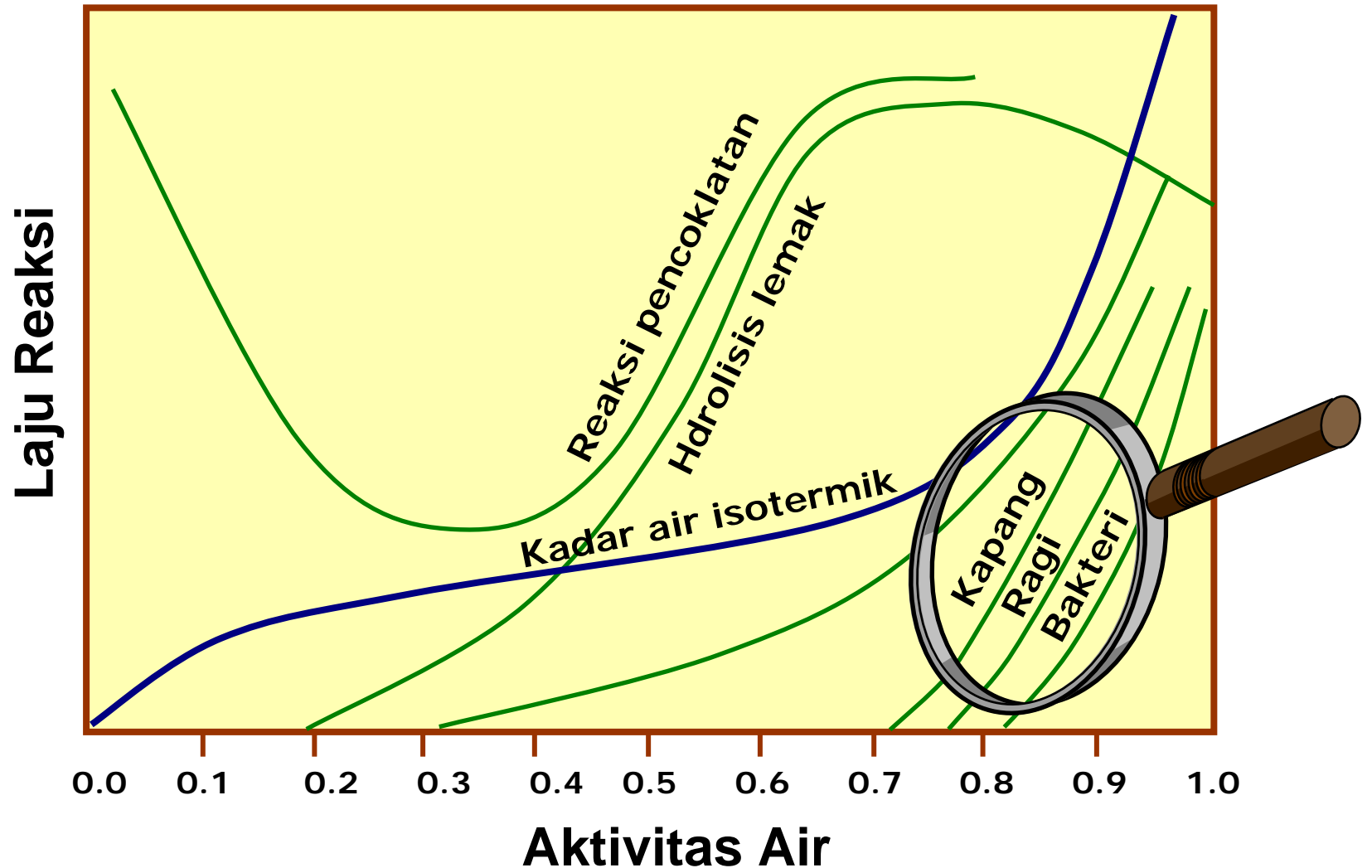


# Keberadaan Air

- Air untuk reaksi dan pertumbuhan mikroba
- Makin kering, makin awet

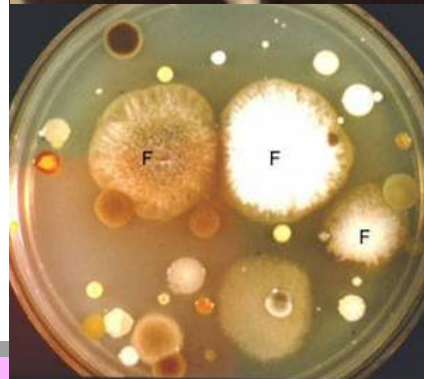
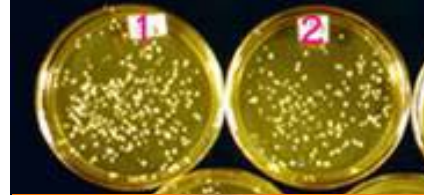


# Pengaruh Perubahan Aktifitas Air Laju Reaksi Dalam Bahan Pangan



# Kadar air/aktivitas Air (Aw)

- Bakteri : Aw:  $>0.90$
- Bakteri halofilik (0.75)
- Khamir (ragi) : Aw 0.75-0.95
- Kamir osmofilik (0.60)
- Kapang : Aw 0.65-0.90
- Kapang xerofilik (0.65)



# Ketersediaan Oksigen

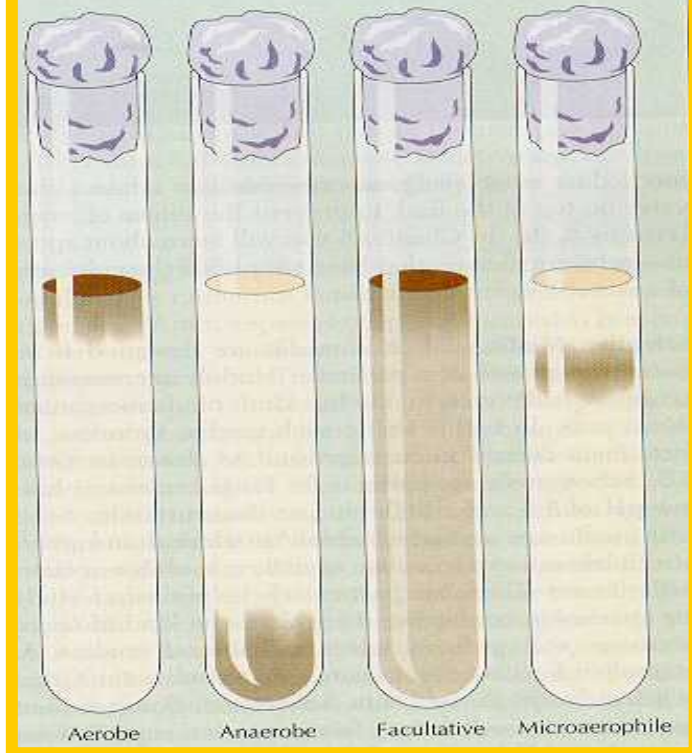
Penggolongan mikroba berdasarkan

kebutuhan oksigen :

- *Aerobik* : kapang, kamir, bakteri
- *Anaerobik* : bakteri
- *anaerobik fakultatif* : bakteri

FIGURE 5.9

Drawing illustrating the growth of different physiological groups of bacteria in deep agar tubes, showing variations in growth in response to atmospheric oxygen.





# Suhu

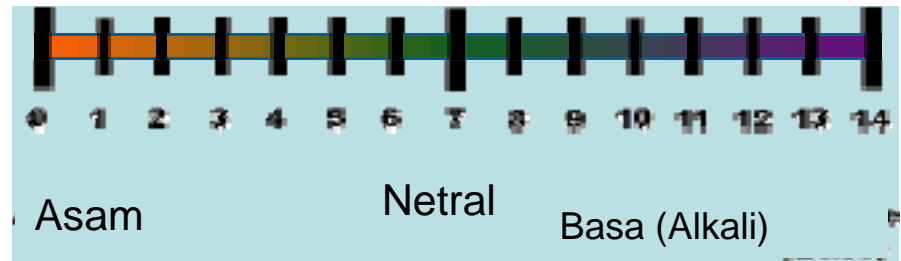
- Setiap mikroba mempunyai suhu optimum / suhu maks. / suhu min. untuk pertumbuhan

Jika : > suhu maks.  $\approx$  aktivitas enzim terhenti  
< suhu min.  $\approx$  aktivitas enzim terhenti  
suhu terlalu tinggi  $\approx$  denaturasi protein

- Kisaran suhu pertumbuhan mikroba

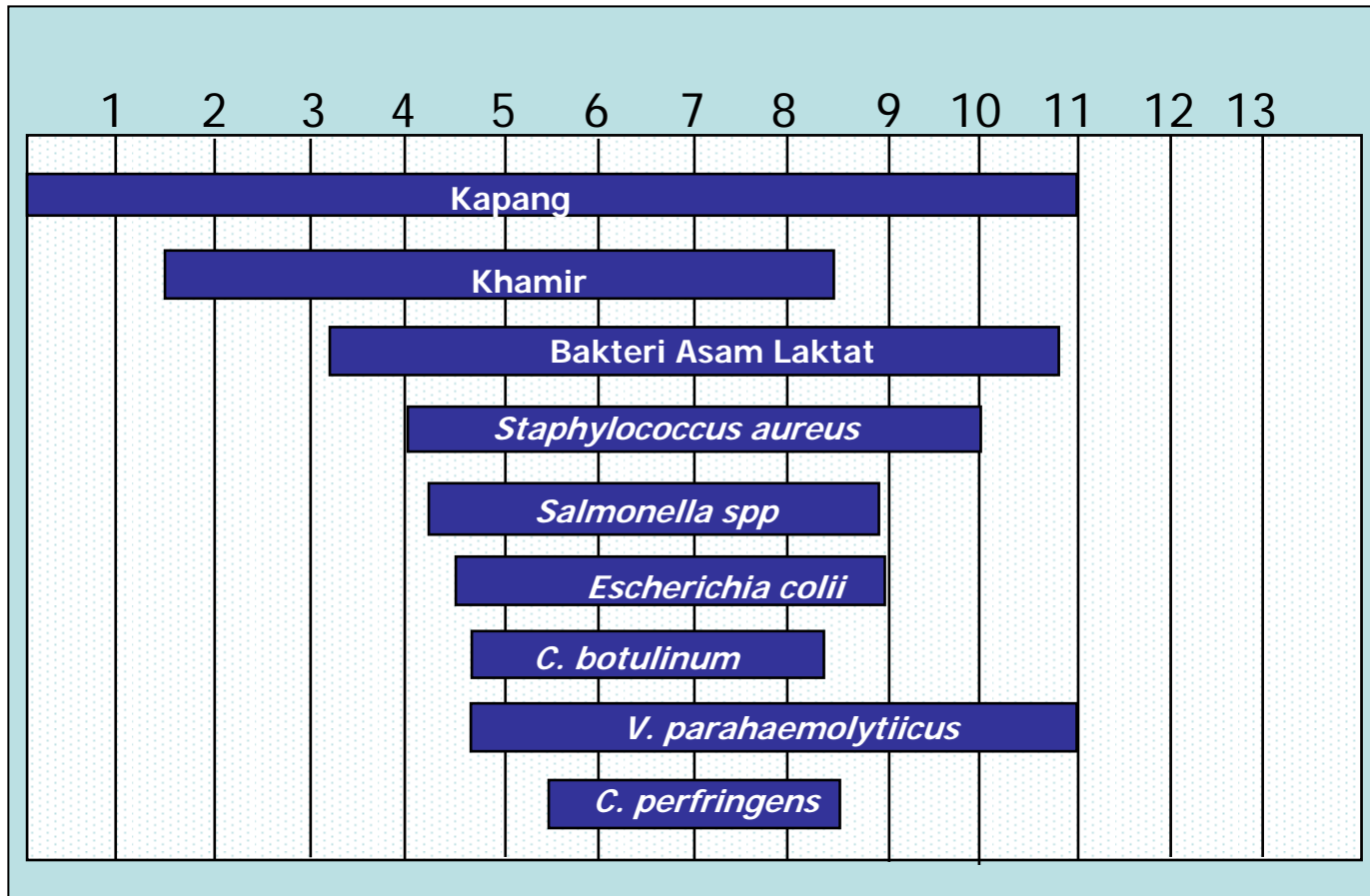
Grup Mikroba	Suhu Pertumbuhan (°C)		
	min.	opt.	maks.
Psikrofilik	(-)5 – 0	5-15	15-20
Mesofilik	10-20	20-40	40-45
Termofilik	25-45	45-60	60-80

# Keasaman



- pH sebagai simbol keasaman
- Semakin asam, pH semakin rendah
- Daerah pertumbuhan mikroba 4,6 – 7
- Penggolongan bahan pangan berdasarkan pH

# Toleransi terhadap pH



# Mikroorganisme Penyebab Penyakit

- Hanya beberapa
- Penyebaran melalui manusia, hewan dan makanan
- Penyebaran melalui makanan:
  - *Salmonella, Clostridium, Staphylococcus aureus*
  - Virus
  - Protozoa
  - Parasit
- Sumber utama:
  - Tanah

# Clostridium

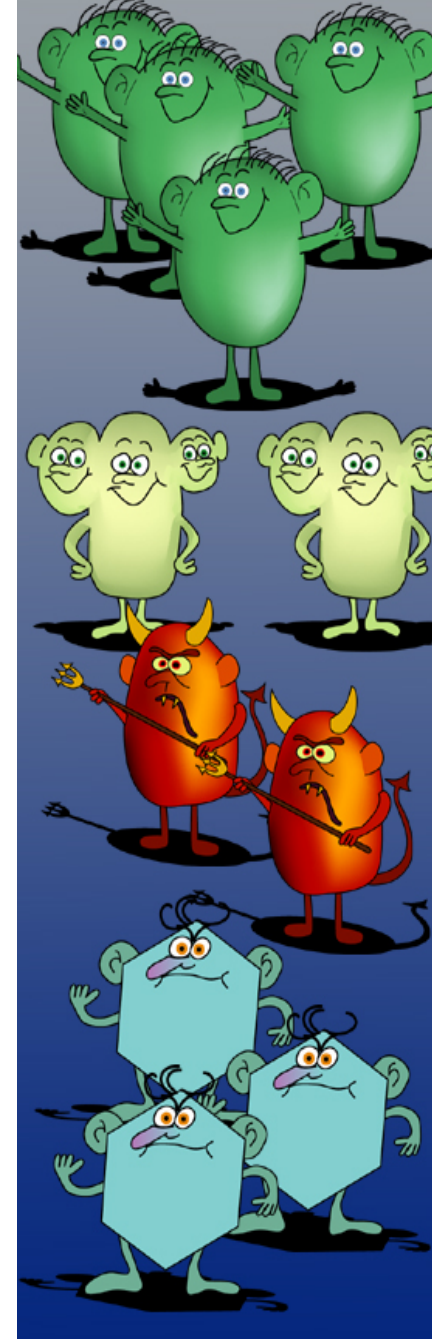
- Gram Positif Batang Pembentuk Spora
- Anerob, motil/non motil, mesofili/psikotrofik
- Spora ditemukan pada tanah, sedimen laut, limbah, bagian tanaman dan hewan membusuk
- Patogen : *Cl. botulinum* dan *Cl. Perfringens*
- Pembusuk makanan dikemas vakum : *Cl. Tyrobutyricum*, *Cl. Saccharolyticum*

# *Clostridium botulinum*

- Dapat memproduksi toksin yang mematikan (*botulin*)
- Terdapat pada tanah/air, sehingga mudah mengkontaminasi bahan pangan
- Tumbuh baik pada kondisi tanpa oksigen, 30-37°C (mesofilik), pH > 4.6-7,5
- Dapat dihambat dengan pengaturan pH, pengaturan Aw (<0.85), garam (nitrit/nitrat, NaCl), pemanasan (sterilisasi)
- Menjadi target utama proses sterilisasi produk pangan berasam rendah ( $pH > 4.6$ )

# Kerusakan Mikrobiologis Dalam Makanan Kaleng

- Kerusakan dapat terjadi bila kondisi lingkungan sesuai untuk pertumbuhan mikroba (suhu, pH, kadar air ( $A_w$ ), oksigen, sumber gizi).
- Dapat diamati secara cepat bila terjadi penyimpangan
- Pertumbuhan bakteri, kapang, khamir (ragi)
- Pembentukan toksin/racun



# Factors Affecting the Growth of Some Foodborne Pathogens

Organism	Growth Temp °C	Growth pH	Growth $a_w$
<i>Salmonella</i> spp. >0.95 <sup>(a)</sup>	6.5 - 47	4.5 - ?	
<i>Clostridium botulinum</i>			
A & B	10 - 50	4.7 - 9	>0.93
nonproteolytic B	5 - ? <sup>(b)</sup>	NR <sup>(c)</sup>	
E	3.3 - 15-30	(b)	>0.965
F	4 - ?	(b)	NR <sup>(c)</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	7 - 45	4.2 - 9.3	>0.86
<i>Campylobacter jejuni</i>	25 - 42	5.5 - 8	NR
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1 - 44	4.4 - 9	NR
<i>Y. pseudotuberculosis</i>	5 - 43	(b)	NR
<i>Listeria monocytogenes</i>	2 - 45	4.8 - 9.6	>0.95 <sup>(d)</sup>



# Factors Affecting the Growth of Some Foodborne Pathogens

Organism	Growth Temp °C	Growth pH	Growth $a_w$
<i>Vibrio cholerae</i> O1	8 - 42	6 - 9.6	>0.95
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	12.8 - 40	5 - 9.6	> .94
<i>Clostridium perfringens</i>	6 - 52	5.5 - 8	> .93
<i>Bacillus cereus</i>	10 - 49	4.9 - 9.3	> .95
<i>Escherichia coli</i>	2.5 - 45	4.6 - 9.5	> .935
<i>Streptococcus pyogenes</i>	> 10 - < 45	4.8 - < 9.2	NR

- (a) For a genus as large as Salmonella, the  $a_w$  lower limit for species growth may vary, e.g., *S. newport*=0.941, *S. typhimurium*=0.945.
- (b) The value, though unreported, is probably close to other species of the genus.
- (c) NR denotes that no reported value could be found, but for most vegetative cells, an  $a_w$  of >0.95 would be expected.
- (d) Minimum  $a_w$  unknown.

# Bakteri Pembentu Spora yang Berperan Dalam Kerusakan Makanan

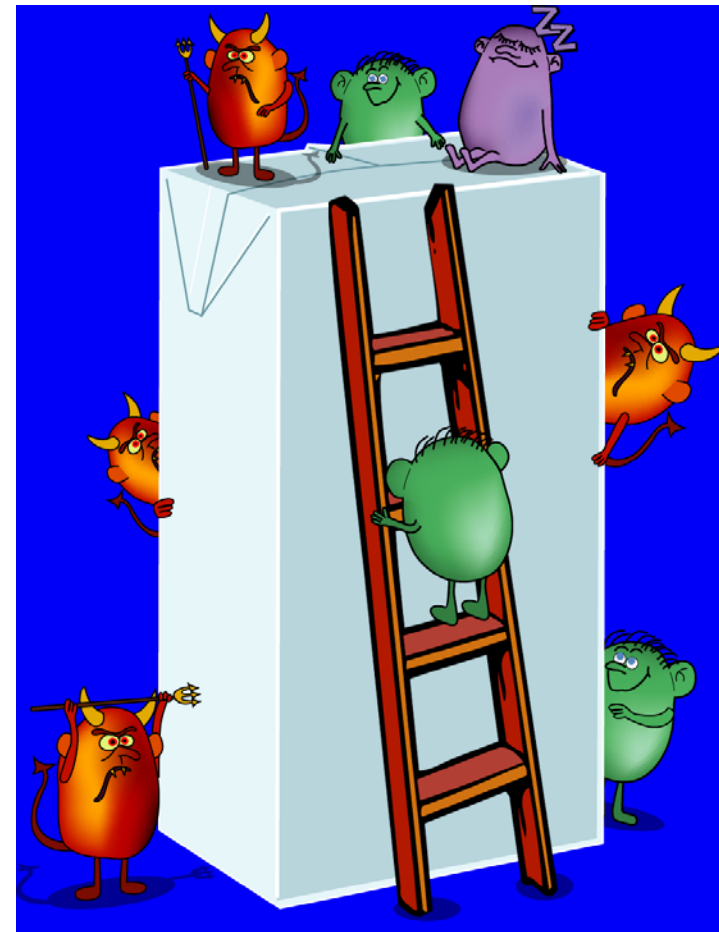
Kelompok bakteri	Tingkat Keasaman Pangan	
	Asam ( $3.7 < \text{pH} < 4.5$ )	Asam Rendah ( $\text{pH} \geq 4.5$ )
Termofilik (35-55°C)	<i>B. coagulans</i> <i>S. thermophilus</i>	<i>C. thermosaccharolyticum</i> <i>C. nigrificans</i> <i>B. stearothermophilus</i>
Mesofilik (10-40°C)	<i>L. bulgaricus</i> <i>C. butyricum</i> <i>C. pasteurianum</i> <i>B. mascerans</i>	<i>C. botulinum</i> (A dan B) <i>C. sporogenes</i> <i>C. licheniformis</i> <i>B. subtilis</i>
Psikrofilik (<5 – 35°C)	<i>B. polymixa</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Micrococcus</i>	<i>C. botulinum</i> E <i>S. aureus</i>

# Bakteri Penyebab Kerusakan Makanan Kaleng

- Bakteri termofilik
  - *B. stearothermophilus*: penyebab flat sour
  - *C. nigrificans*: kebusukan sulfida
  - *C. thermosaccharolyticum*: penggembungan kaleng (CO<sub>2</sub>)
- Bakteri mesofilik pembentuk spora
  - *C. pasteurianum*: penggembungan kaleng
  - *C. butyricum*: penggembungan kaleng
  - *C. putrifacies*: kebusukan sulfida
  - *C. botulinum*: memproduksi toxin botulinum
- Bakteri non-pembentuk spora
  - *Micrococcus*: mengentalkan susu

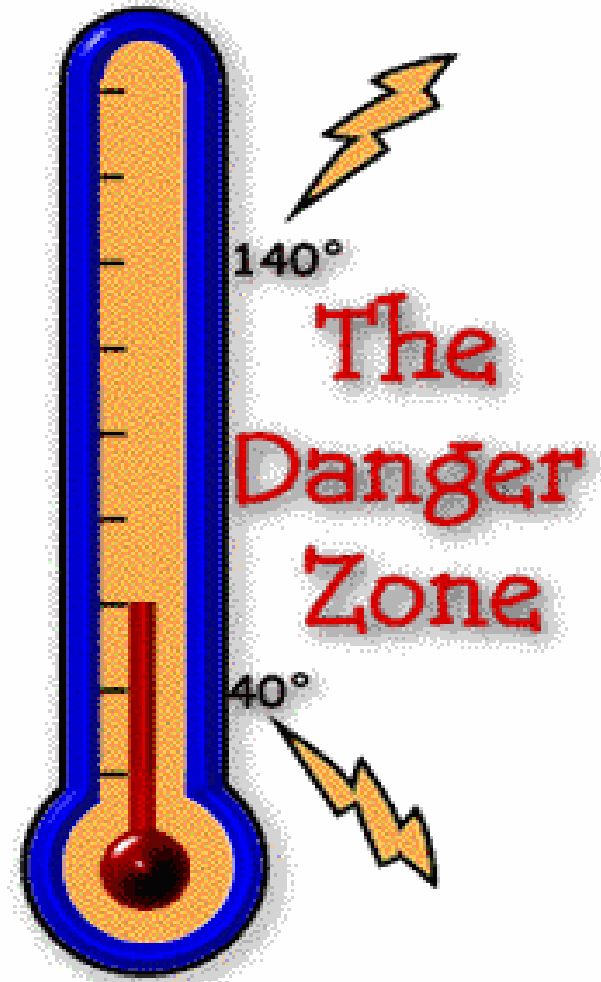
# Penyebab Kebusukan Makanan Kaleng

- *Incipient spoilage*
- Kontaminasi setelah pengolahan
- Kurang cukup pemanasan (*under process*)
- Kerusakan termofilik



# The Danger Zone

- Mikroorganismes tumbuh cepat pada suhu  $5^{\circ}$  -  $60^{\circ}\text{C}$
- Sedapat mungkin jangan biarkan makanan kaleng di daerah bahaya



# Indikasi Kerusakan Makanan Kaleng

- **Flat sour**

- Apabila permukaan kaleng tetap datar dan tidak mengalami kerusakan apapun, tetapi produk di dalam kaleng tersebut sudah rusak dan berbau asam yang menusuk.
- Kerusakan ini disebabkan oleh aktivitas spora bakteri tahan panas yang tidak terhancurkan selama proses sterilisasi.

- ***Flipper***

- Apabila dilihat secara sekilas, kaleng terlihat normal tanpa kerusakan. Tetapi bila salah satu ujung kaleng ditekan, maka ujung yang lainnya akan cembung.

# Indikasi Kerusakan Makanan Kaleng

- **Springer**

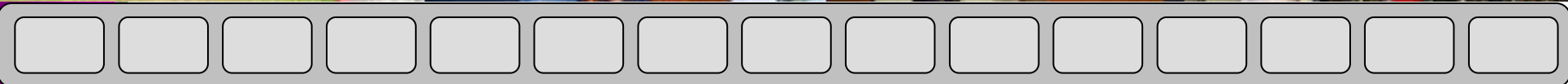
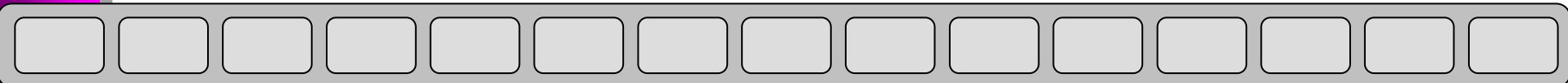
- Apabila Salah satu ujung kaleng tampak rata dan normal, sedangkan ujung yang lainnya tampak cembung permanen. Bila bagian yang cembung ini ditekan, maka bagian ujung yang masih rata akan tampak cembung.

- **Swell**

- Apabila Kedua ujung kaleng sudah terlihat cembung akibat adanya bakteri pembentuk gas. Swell (cembung) dibedakan menjadi *soft swell* yang lunak dan masih bisa ditekan sedikit dengan jari, serta *hard swell* yang keras dan tidak bisa ditekan ke dalam.

# Topik 6

# Aspek Mikrobiologi Dalam Proses Termal





# **Sub-topik 6.2. Parameter Ketahanan Panas Mikroba**

## KECUKUPAN PROSES TERMAL

- **Harus tahu kombinasi suhu-waktu yang diperlukan untuk memusnahkan "*the most heat resistant pathogen and/or spoilage organism in the product of interest*".**
- **Harus tahu karakteristik penetrasi panas produk yang dipanaskan**

Perlu pengetahuan tentang kinetika

- pemusnahan mikroba
- kerusakan mutu

Perlu pengetahuan tentang pindah panas

# Penetapan Kecukupan Proses Termal

- Ketahanan panas mikroba
- Kecepatan pemanasan dalam produk mencakup pengujian :
  - Pengukuran Distribusi panas
  - Pengukuran Penetrasi panas

# Pemusnahan mikroba oleh panas

.....> pada T konstan

.....> penurunan jumlah mikroba hidup mengikuti reaksi ordo I

$$- \frac{dN}{dt} = kN$$

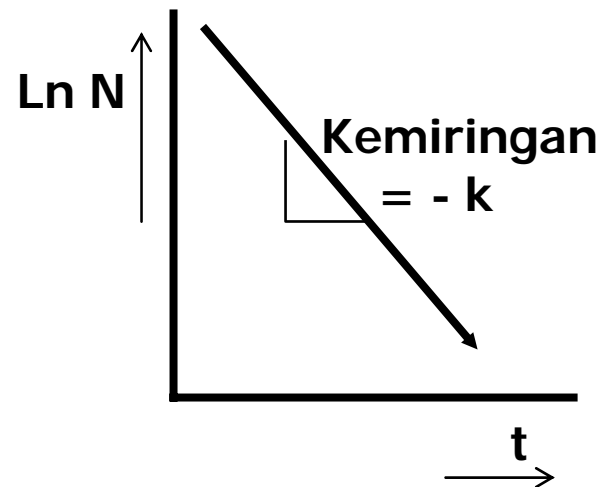
dimana,

**N** = jumlah mikroba hidup

**k** = konstanta laju reaksi (konstanta laju pemusnahan m.o.)

$$\frac{dN}{N} = -k dt$$

$$\ln N = \ln N_0 - kt$$



Microbial death, like microbial growth, is described by a logarithmic equation.

## KINETIKA (reaksi Ordo 1)

$$\log N = \log N_0 - \frac{k}{2.303} t$$

Oleh para ahli teknologi pangan (termobakteriologi), persamaan tsb dinyatakan sebagai :

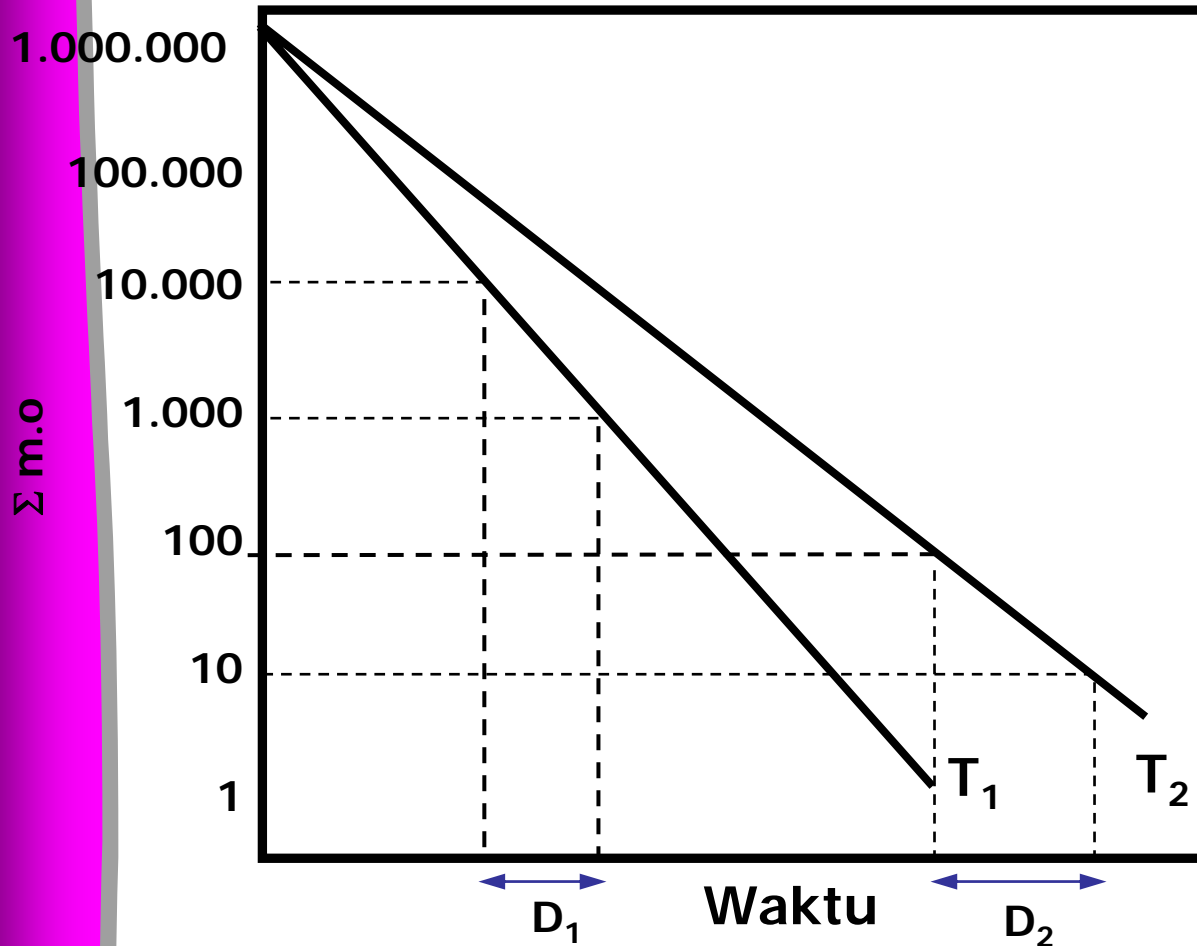
$$\log N = \log N_0 - \frac{t}{D}$$

**D** = *Decimal Reduction Time*

= waktu yg diperlukan u/ mengurangi jml mo dengan faktor 1 desimal

= waktu yg diperlukan u/ mengurangi jml mo sebanyak 1 siklus log

= waktu yg diperlukan u/ mengurangi jml mo sebanyak 90% populasi



6 Nilai D  $\rightarrow D = f(T)$

5

$T_1 > T_2 \rightarrow D_1 < D_2$

4

Log ( $\Sigma m.o$ )

3

*Artinya, semakin tinggi suhu ( $T$ ), semakin pendek waktu pemasanan ( $D$ ) yang diperlukan untuk menurunkan jumlah mikroba 1 siklus logaritma*

2

1

0

$D_1$

Waktu

$D_2$

# Comparative Heat Resistance (*D* Values) for Different Classifications of Foodborne Bacteria

Bacterial groups	Approximate heat resistance
<b>Low-acid and semi acid foods (pH above 4.5)</b>	
<b>Thermophiles</b>	<i>D</i> <sub>250</sub>
Flat-sour group ( <i>B. stearothermophilus</i> )	
Gaseous-spoilage group ( <i>C. thermosaccharolyticum</i> )	4.0 - 5.0
Sulfide stinkers ( <i>C. nigrificans</i> )	3.0 - 4.0
	2.0 - 3.0
<b>Mesophiles</b>	
<b>Putrefactive anaerobes</b>	
<i>C. botulinum</i> (types A dan B)	0.10 - 0.20
<i>C. sporogenes</i> group (including P.A. 3679)	0.10 - 1.5

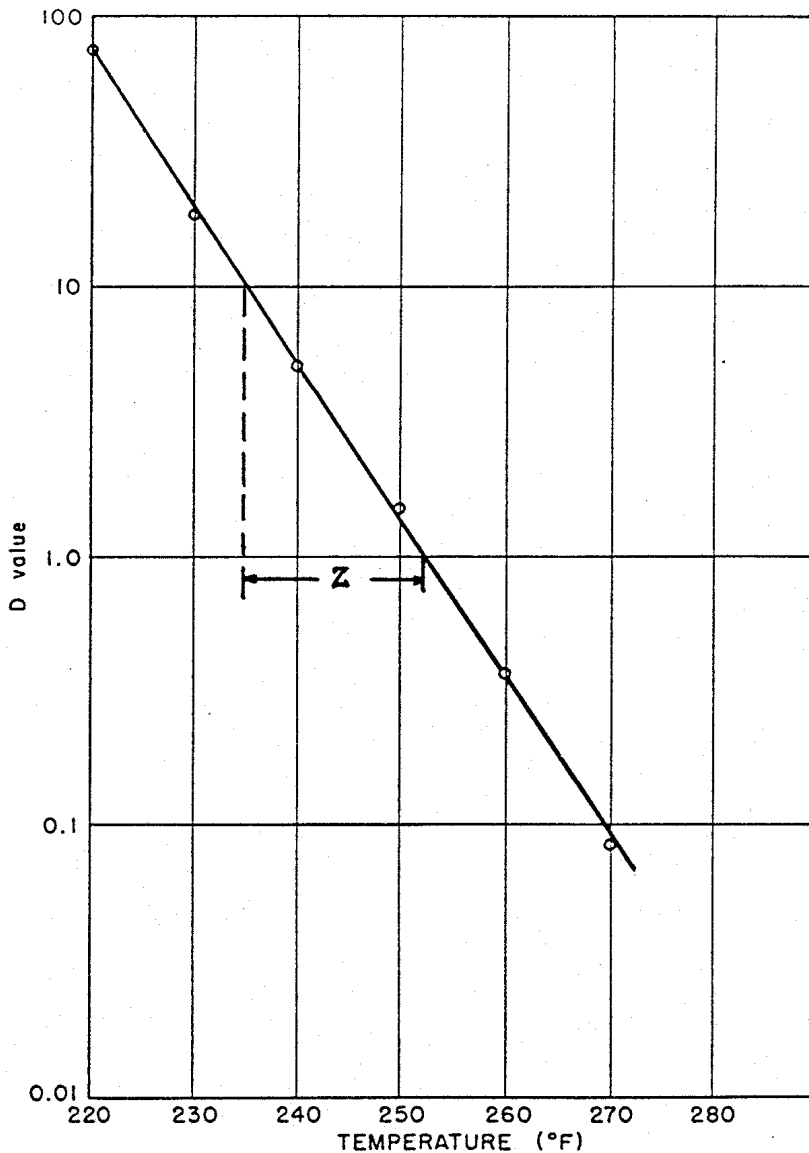
# Comparative Heat Resistance (*D* Values) for Different Classifications of Foodborne Bacteria

Bacterial groups	Approximate heat resistance
Acid foods (pH 4.0-4.5)	
Thermophiles	
<i>B. coagulants</i> (facultative mesophilic)	0.01 - 0.07
Mesophiles	$D_{212}$
<i>B. polimyxa</i> and <i>B. macerans</i>	0.10 - 0.50
Butyric anaerobes ( <i>C. pasteurianum</i> )	0.10 - 0.50
High-acid foods	$D_{150}$
Mesophilic non-spore-bearing bacteria	
Lactobacillus spp, Leuconostoc spp., and yeast and mold	0.50 - 1.00

Source: Stumbo (1965)



# KINETIKA .....> D = f(T)



Secara empiris:

$$\log \left( \frac{D}{D_0} \right) = \frac{T_{\text{ref}} - T}{Z}$$

$$D = D_0 10^{\left[ \frac{T_{\text{ref}} - T}{Z} \right]}$$



Nilai Z adalah perubahan suhu ( $\Delta T$ ) yang diperlukan untuk mengubah nilai D sebesar 1 siklus log



Nilai Z = 18°F = ? °C

# Nilai D dan Z beberapa Mikroba Penting Dalam Makanan Kaleng

Organisme	Suhu standar (°C)	Nilai D (menit)	Nilai Z (°F)
<b>Bahan pangan berasam rendah (pH &gt; 4,5)</b>			
<b><i>Termofilik (spora)</i></b>			
• Golongan flat sour ( <i>B. stearothermophilus</i> )	121.1	4.0-5.0	14-22
• Golongan pembusuk/produksi gas ( <i>C. thermosacharolyticum</i> )	121.1	3.0-4.0	16-22
• Golongan pembentuk H <sub>2</sub> S ( <i>C. nigrificans</i> )	121.1	2.0-3.0	16-22
<b><i>Mesofilik</i></b>			
• Putre faktif anaerob ( <i>C. sporogenes</i> ) (PA 3679)	121.1	0.1-0.15	14-18
• <i>C. botulinum</i>	121.1	0.1-0.2	14-18
• <i>C. sporogenes</i> (PA 3679)	121.1	1.50	11
• <i>B. subtilis</i>	121.1	0.40	7

# Nilai D dan Z beberapa Mikroba Penting Dalam Makanan Kaleng

Organisme	Suhu standar (°C)	Nilai D (menit)	Nilai Z (°F)
<b>Bahan Pangan Asam (pH = 4-4.5)</b>			
<b><i>Termofil (spora)</i></b>			
• <i>B. coagulans</i>	100	0.01-0.07	14-18
<b><i>Mesofil</i></b>			
• <i>B. polymyxa</i>	100	0.1-0.5	12-16
• <i>B. macerans</i>	100	0.1-0.5	12-16
• <i>C. pasteurianum</i>	100	0.1-0.5	12-16
<b>Bahan pangan asam tinggi (pH &lt; 4)</b>			
• <i>Lactobacillus sp., Leuconostoc sp.</i>	65	0.5-1.0	8-10
• <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	65.5	0.20-0.30	4.4-5.5
• <i>Brucella spp</i>	65.5	0.10-0.20	4.4-4.5
• <i>Coxiella burnetti</i>	65.5	0.50-0.60	4.4-5.5
• <i>Salmonella spp.</i>	65.5	0.03-0.25	4.4-5.5
• <i>Salmonella seftenberg</i>	65.5	0.80-1.00	4.4-6.7
• <i>Staphylococcus aureus</i>	65.5	0.20-2.00	4.4-6.7

**KINETIKA** .....> 2 parameter kinetika

**D dan Z** .....> perlu selalu diketahui dua-duanya!

**Misal**

**Mikroba A mempunyai  $D_{A,250F} = 0.5$  menit**

**Mikroba B mempunyai  $D_{B,250F} = 1$  menit**

**Apa artinya?**

**$Z_A = 10^\circ\text{C}$ ;  $Z_B = 20^\circ\text{C}$**

Suhu (C)	$D_A$ (menit)	$D_B$ (Menit)
80.1	5000	100
90.1	500	
101.1	50	10
111.1	5	
121.1	0.5	1
131.1	0.05	
141.1	0.005	0.1
151.1	0.0005	
161.1	0.00005	0.01

