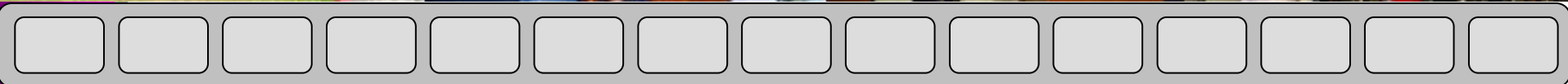
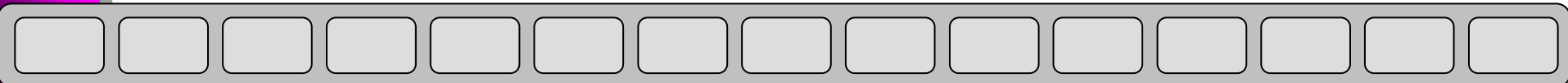


Topik 6

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

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

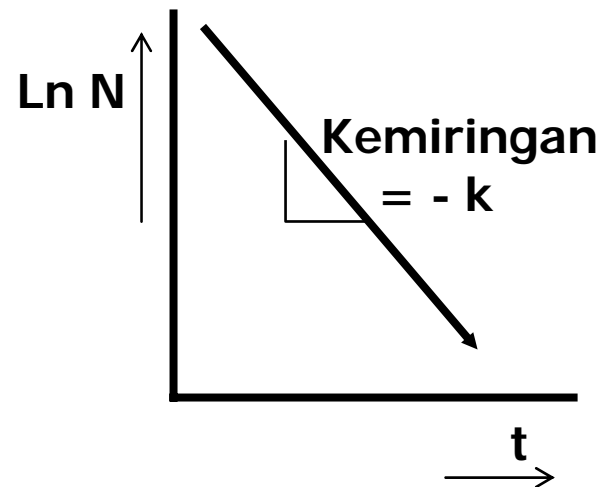
dimana,

N = jumlah mikroba hidup

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

$$\frac{dN}{N} = -kdt$$

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



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 :

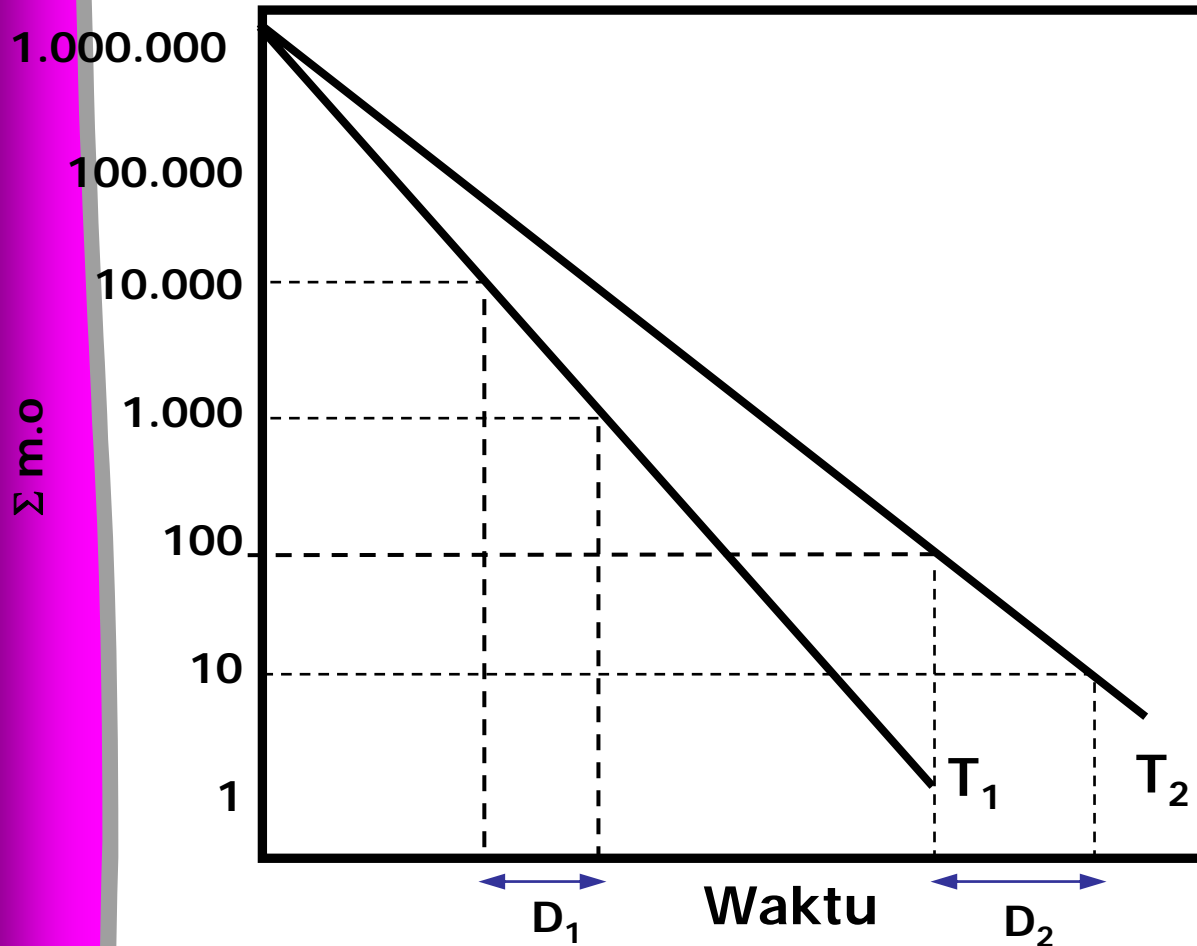
$$\log N = \log N_0 - \frac{t}{D}$$

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

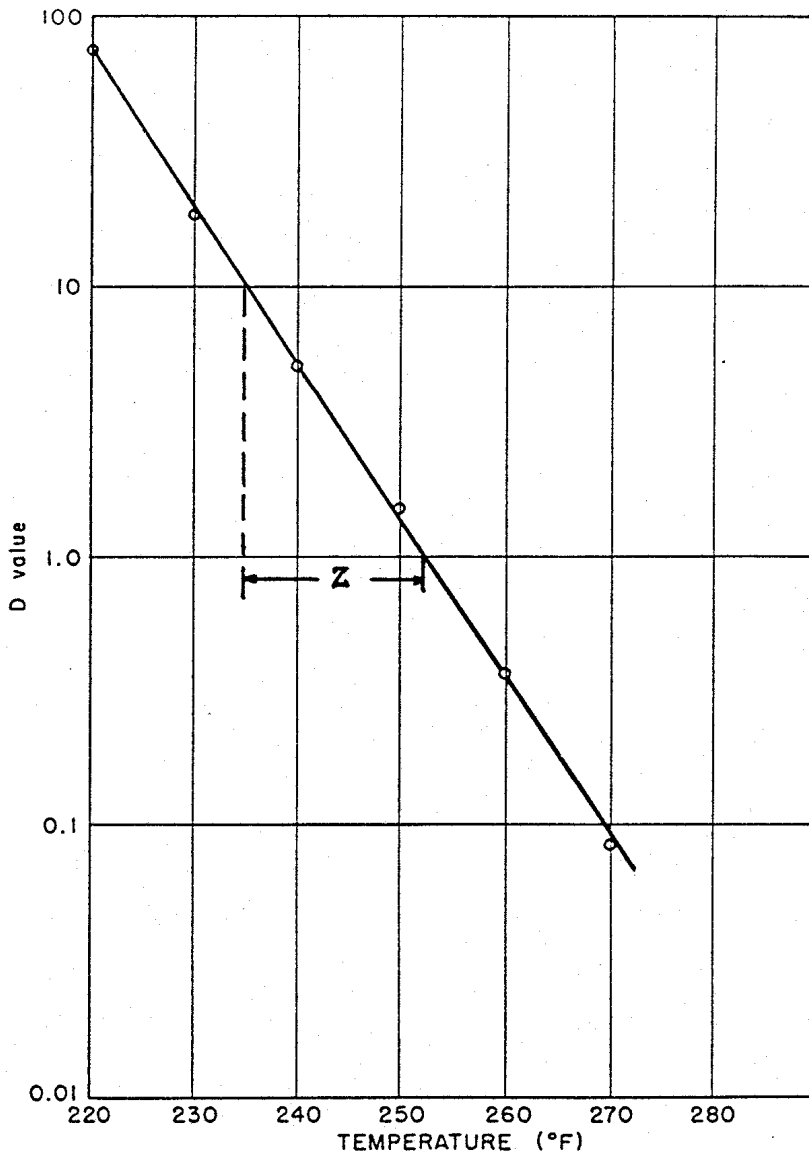
Bacterial groups	Approximate heat resistance
Low-acid and semi acid foods (pH above 4.5)	
Thermophiles	<i>D</i> ₂₅₀
Flat-sour group (<i>B. stearothermophilus</i>)	
Gaseous-spoilage group (<i>C. thermosaccharolyticum</i>)	4.0 - 5.0
Sulfide stinkers (<i>C. nigrificans</i>)	3.0 - 4.0
	2.0 - 3.0
Mesophiles	
Putrefactive anaerobes	
<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 (ΔT) 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)
Bahan pangan berasam rendah (pH > 4,5)			
<i>Termofilik (spora)</i>			
• 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 ₂ S (<i>C. nigrificans</i>)	121.1	2.0-3.0	16-22
<i>Mesofilik</i>			
• 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)
Bahan Pangan Asam (pH = 4-4.5) Termofil (spora) <ul style="list-style-type: none"> <i>B. coagulans</i> 	100	0.01-0.07	14-18
Mesofil <ul style="list-style-type: none"> <i>B. polymyxa</i> <i>B. macerans</i> <i>C. pasteurianum</i> 	100 100 100	0.1-0.5 0.1-0.5 0.1-0.5	12-16 12-16 12-16
Bahan pangan asam tinggi (pH < 4) <ul style="list-style-type: none"> <i>Lactobacillus sp., Leuconostoc sp.</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Brucella spp</i> <i>Coxiella burnetti</i> <i>Salmonella spp.</i> <i>Salmonella seftenberg</i> <i>Staphylococcus aureus</i> 	65 65.5 65.5 65.5 65.5 65.5 65.5	0.5-1.0 0.20-0.30 0.10-0.20 0.50-0.60 0.03-0.25 0.80-1.00 0.20-2.00	8-10 4.4-5.5 4.4-4.5 4.4-5.5 4.4-5.5 4.4-6.7 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?

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

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

