

## KULIAH KE-10 THERMOBACTERIOLOGI

**PROF. DR. KRISHNA PURNAWAN CANDRA, M.S.**

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MULAWARMAN

METODE UMUM PENGHITUNGAN KEMATIAN MIKROBA



### PUSTAKA:

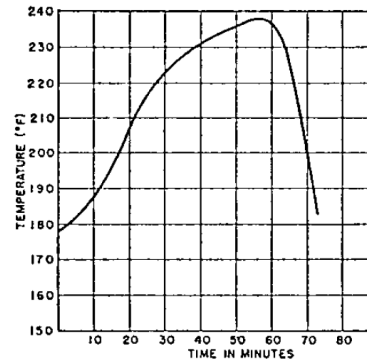
Stumbo CR (1973) Thermobacteriology in Food Processing. Academic Press, New York  
Winarno FG (1994) Sterilisasi Komersial Produk Pangan. Gramedia, Jakarta

## TUJUAN

- Mendemonstrasikan parameter D dan z menjelaskan bahwa pemanasan dan sterilisasi digunakan untuk menduga kapasitas sterilisasi dalam proses pemanasan

## METODE UMUM PERTAMA (METODE GRAFIS)

- Metode Bigelow *et al.* (1920)
  - Menggunakan grafik dalam mengintegrasikan efek letal/kematian pada berbagai hubungan antara suhu dan waktu yang terjadi pada titik-titik pada bagian pangan yang diamati selama proses pemanasan.
  - Titik yang diamati adalah titik tengah geometrik dari kemasan pangan.



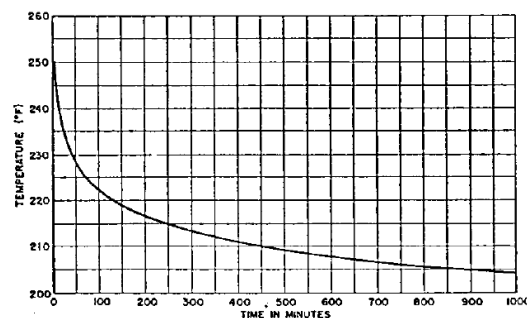
Gambar 21. Kurva pemanasan dan pendinginan yang menggambarkan suhu pada titik tengah geometrik kemasan produk.

PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR. TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

3

## METODE UMUM PERTAMA (METODE GRAFIS)

- Grafik menggambarkan bahwa pada setiap titiknya mempunyai efek/nilai sterilisasi atau letal/kematian.
- Digambarkan sebagai kurva kerusakan akibat panas (*thermal destruction, TD*) yang diperoleh dari *plotting* antara waktu yang diperlukan untuk menghancurkan sebagian besar spora (90%) pada populasi mikroba vs suhu pemanasan.



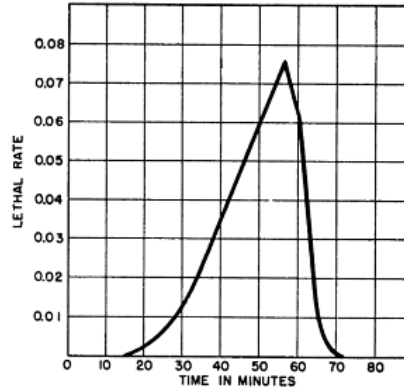
Gambar 22. Kurva hipotetik dari kerusakan akibat panas (Kurva TD) dari mikroba

PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR. TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

4

## METODE UMUM PERTAMA (METODE GRAFIS) LETHAL RATE (LAJU KEMATIAN)

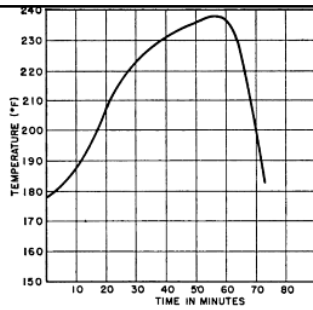
- Laju kematian dapat diperoleh dari kurva TD (kurva *thermal destruction*) pada setiap titik suhunya pada kurva yang menggambarkan proses pemanasan dan pendinginan pada produk selama proses
- Contoh, bila kurva TD menunjukkan bahwa 10 menit diperlukan pada suhu 239°F, maka laju kematian yang diperoleh pada suhu ini adalah 0,1.
- Disimpulkan bahwa kematian (*letalitas*, L) adalah hasil dari laju kematian dan waktu (dalam menit) pada suhu proses yang dilakukan.
- Plot antara waktu vs laju kematian (*lethal rate*) adalah kurva letalitas (*lethality curve*)



Gambar 23. Kurva kematian (*lethality curve*) diperoleh dari Grafik 21 dan 22.

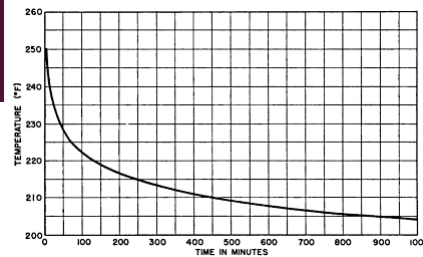
PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR. TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

5

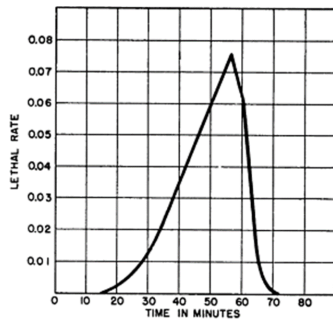


A. Kurva pemanasan dan pendinginan bahan

### LANGKAH LANGKAH PENGUNCIAN METODE GRAFIS UNTUK MENGHITUNG LAJU LETAL (KEMATIAN)



B. Kurva *thermal destruction* mikroba terkait



C. Kurva letalitas (kematian)

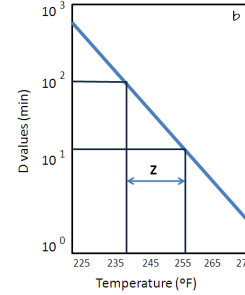
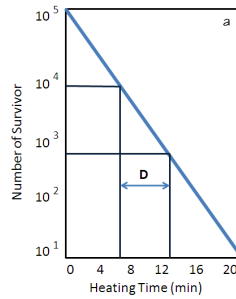
Waktu ke-	Suhu pd kurva A	Waktu pd kurva B (gunakan suhu pada kurva A)	Lethal rate C (1/B)
0	178	>> 1.000	0
10	188	>> 1.000	0
20	208	500	0.002
30	224	70	0.014
40	232	30	0.033
50	236	17	0.058
55	239	13	0.077
60	236	15	0.067
70	159	>> 1.000	0

PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR. TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

70

## PENGEMBANGAN METODE UMUM

- Pengembangan disarankan oleh Ball (1928), dan Schultz dan Olson (1940)
- Berdasarkan TD hipotetik pada kondisi 250°F selama 1 menit (Gambar b)



$$D = \frac{t_2 - t_1}{\log a - \log b}$$

$$Z = \frac{T_2 - T_1}{\log D_1 - \log D_2}$$

(a) Tipe kurva ketahanan hidup (*survivor curve*), (b) Tipe kurva resistan termal (*thermal destruction*)

PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR. TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

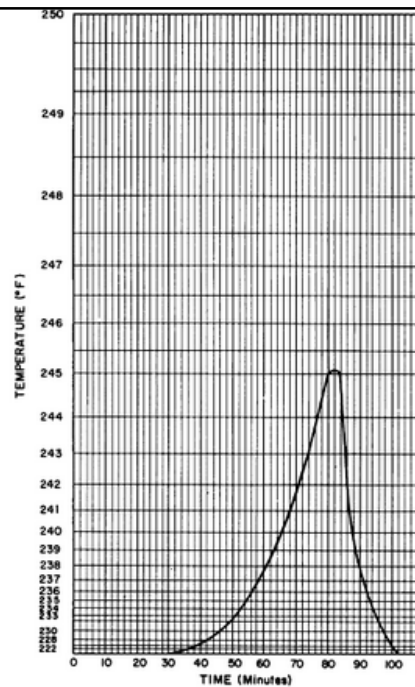
7

## KURVA LETALITAS PADA KERTAS LETHAL RATE KHUSUS

- Luas daerah di bawah kurva digunakan untuk mengukur nilai F dengan cara mengalikan luas daerah di bawah kurva dengan faktor yang sesuai.
- Bila digunakan suhu reference 121°C, z=10°C (atau 250°F, z=18°F) maka menghasilkan nilai Fo.
- Perkembangan kedua, Ball (1928) memberikan perhitungan laju kematian (*lethal rate*) sebagai:

$$L = \log^{-1} \frac{T-250}{z}, L = 10^{\frac{T-250}{z}} \text{ atau}$$

$$L = \log^{-1} \frac{T-121,1}{z}, L = 10^{\frac{T-121,1}{z}}$$



PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR. TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

8

**Graphical method**—This method involves plotting the time–temperature data on **lethal rate** or **F reference paper**, where the distance between each successive temperature line on the y (logarithmic) axis is a function of the lethality of that temperature compared to the lethality of the reference temperature. On the x axis, time is plotted on a linear scale. The area under the curve is a measure of the **F** value. This value can be calculated by multiplying the area by the appropriate scale factor. If the reference temperature is 121°C and the **z** value is 10°C, this gives the **F<sub>0</sub>** for the process.

An alternative method calculates the **lethal rate** for each temperature **T** as a function of that at the reference temperature **T<sub>ref</sub>**, that is, minutes at **T<sub>ref</sub>** per minute at **T**. The lethal rates are then plotted on a linear scale against time in minutes at **T**, and the area under the curve is the **F** value for the process.

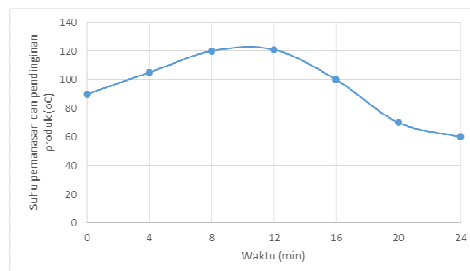
Emamon V. Hoxey, Nicolette Thomas, David J.G. Davies. 2007. Sterilization Methods. In Stephen P Denyer, Rosamund M Baird. Guide to Microbiological Control in Pharmaceuticals and Medicine Devices. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton.

### CONTOH SOAL:

- Data berikut menampilkan suhu pemanasan terendah saat proses sterilisasi pangan dalam kemasan menggunakan retort dengan suhu 121,1°C. Hitung nilai **F<sub>0</sub>** pada proses ini bila nilai **z** adalah 10°C

t, min	T, °C	t, min	T, °C
0	90	16	100
4	105	20	70
8	120	24	60
12	121		

	A	B	C	D	E	F	G
1	Z <sub>p</sub>	18	t, min	T, oC	T, oF	F <sub>0</sub> (°C)	F <sub>0</sub> (°F)
2	Z <sub>c</sub>	10	0	90	194	0.000776247	0.000774264
3	T <sub>ref</sub> F	250	4	105	221	0.024547089	0.024484367
4	T <sub>ref</sub> C	121.1	8	120	248	0.776247117	0.774263683
5			12	121	249.8	0.977237221	0.974740226
6			16	100	212	0.007762471	0.007742637
7			20	70	158	0.000007762	0.000007743
8			24	60	140	0.000000776	0.000000774



JAWAB:

- $F_o$  = luas daerah dibawah kurva hubungan antara *Lethal Rate* dan Waktu
- $F_o$  = luas trapesium
- $F_o = \left( \frac{LR_2 + LR_1}{2} \right) \times t = \left( \frac{0,974 + 0,776}{2} \right) \times (12 - 8) = 3,506$

