

THERMOBAKTERIOLOGI

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

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN

KULIAH KE-9: PERTIMBANGAN-PERTIMBANGAN DASAR PROSES TERMAL



PUSTAKA:

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

TUJUAN

- Mengetahui dasar-dasar pertimbangan dalam melakukan evaluasi proses termal berkaitan dengan tingkat kematian mikroba dan penurunan kualitas pangan

PELUANG KETAHANAN HIDUP (PROBABILITY OF SURVIVOR)

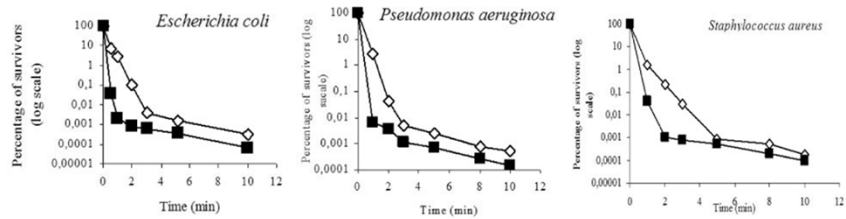


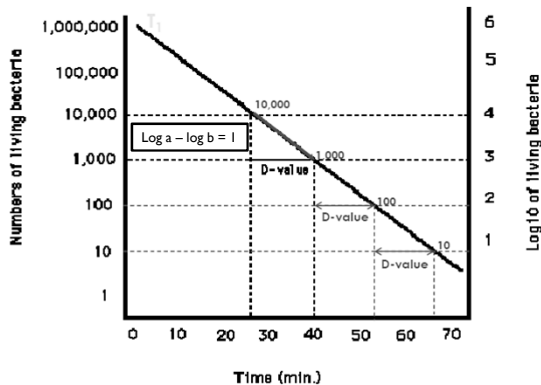
Figure 2. Kinetic of bacterial inactivation by essential clove oil at two temperatures 21 and 37° C. (○) essential clove oil at 0.4 % - 21° C; (■) essential clove oil at 0.4 % - 37° C.

- Dengan pemanasan basah, daya ketahanan hidup mikroba dapat digambarkan seperti grafik di atas (mempunyai tren logaritmik)

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

3

PELUANG KETAHANAN HIDUP (PROBABILITY OF SURVIVOR)



Logaritma kurva ketahanan hidup (survivor) mikroba

- Trend logaritmik data ketahanan hidup mikroba karena pemanasan basah dapat ditransformasikan/digambarkan ke logaritmik/skala logaritmik sehingga membentuk garis lurus

- Rumus umum untuk kurva ketahanan hidup (survivor) mikroba adalah:

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

$$t = D (\log a - \log b)$$

t = waktu pemanasan (menit)

D = waktu (menit) yang diperlukan untuk membunuh 90% sel

a = jumlah awal sel/spora

b = jumlah sel/spora pada setelah waktu t

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

4

PELUANG KETAHANAN HIDUP (*PROBABILITY OF SURVIVOR*)

- Suatu produk pangan dengan kendala spora *C. botulinum* dikenakan proses sterilisasi selama 2,52 menit pada 250°F. Bila nilai D_{250} spora tersebut adalah 0,21 dan semua paket kemasan diperlakukan sama, berapa jumlah spora yang diperkirakan bertahan hidup? Diketahui jumlah mikroba awal adalah 10^{12} .

- Jawab

$$t = D (\log a - \log b)$$

$$2,52 = 0,21 (\log 10^{12} - \log b)$$

$$2,52/0,21 = 12 - \log b$$

$$12 = 12 - \log b$$

$$\log b = 12 - 12 = 0$$

$$b = 1$$

Artinya bahwa diperkirakan terdapat 1 kemasan yang mengandung spora untuk setiap 10^{12} kemasan.

UNIT MEMATIKAN (*LETHALITY UNIT*) (F)

- Digunakan untuk menentukan kapasitas sterilisasi relatif pada proses pemanasan.
- Lethality unit (F) adalah waktu (1 menit) pemanasan pada suhu tertentu. Biasanya digunakan suhu standar 250°F (121,11°C)
- Bila $F = 3$, artinya diperlukan waktu 3 menit untuk mengurangi jumlah mikroba ke nilai tertentu (dengan asumsi terjadi pemanasan segera ke suhu dimaksud dan pendinginan segera ke suhu dimaksud).
- Ada tiga macam F
 - F_c (untuk titik tengah)
 - F_λ (selain titik tengah)
 - F_s (total)
- Nilai F tergantung pada jenis mikroba. Mikroba mempunyai ketahanan panas pada suhu yang beragam. Hal ini berkaitan dengan nilai z.
- Nilai F dihitung pada disain proses tertentu, misalnya pada $z=12$, maka dituliskan sebagai $F^{z=12}$ atau secara sederhana ditulis F^{12} .
- Untuk spora, nilai $z=18$. Notasi F pada $z=18$ ini ditulis sebagai F_0 atau F_{50} .
- Bila digunakan suhu yang digunakan, dituliskan sebagai subscript, F_{150} , F_{212} , F_{250} dsb

PENGHITUNGAN LETHALITY UNIT (F)

- Kondisi yang digunakan adalah populasi mikroba yang mempunyai pengaruh signifikan pada konsumen, dalam hal ini adalah pangan kemasan dengan pH > 4,5 dan *C. botulinum* sebagai parameter.
- Dengan konsep 12D, nilai F adalah

$$t = F_s = D_r (\log a - \log b)$$

$$F_s = 0,21 (\log 1 - \log 10^{-12})$$

$$F_s = 0,21 \times 12 = 2,52$$
 Jadi waktu minimal untuk mencapai pengurangan jumlah spora menjadi 10^{-12} adalah 2,52 menit.
- Digunakan konsep 12D. Proses yang diperlukan untuk mengurangi spora *C. botulinum* yang paling resisten menjadi 10^{-12} ($D_{250} = 0,21$).

PENGHITUNGAN LETHALITY UNIT (F)

- Untuk mikroba mesofilik, pengurangan mikroba yang diperlukan adalah sampai 10^{-5} , dengan nilai D_{250} adalah 1,00.
- Untuk mikroba termofilik, pengurangan mikroba yang diperlukan adalah sampai 1% (10^{-2}), dengan nilai D_{250} sama dengan 4,00.
- Soal:
 1. Hitung waktu yang diperlukan pada sterilisasi mikroba mesofilik.
 2. Hitung waktu yang diperlukan untuk sterilisasi mikroba termofilik dari suatu kemasan dengan berat 1 kg. Diperkirakan terdapat 1 spora untuk setiap gram bahannya.
- Jawab:
 1. $F = 1,00 \times (\log 1 - \log 10^{-5}) = 1,00 \times (0 - (-5)) = 1 \times 5 = 5$
 2. $F = 4,00 (\log 10^3 - \log 10^{-2}) = 4,00 \times (3 - (-2)) = 4,00 \times 5 = 20$

PENGHITUNGAN UNIT MEMATIKAN EFEKTIF (UNIT OF EFFECTIVE LETHALITY) (\bar{F})

Soal:

Dalam suatu evaluasi terhadap sampel kontainer ditemukan hasil yang berbeda. Sampel A diperlakukan dengan F_A sama dengan 4,00 sedang sampel B mempunyai F_B sama dengan 2,00. Diketahui sebelum proses kedua produk mempunyai spora dengan jumlah 1.000 untuk setiap jenis produknya. Nilai D kedua produk tersebut sama, yaitu 1,00. Hitung nilai F efektif untuk produk tersebut.

A. Bila F dihitung dengan langsung membuat rata-ratanya, yaitu $\bar{F} = (4+2)/2 = 3$. Hal ini keliru karena dapat menghasilkan nilai evaluasi yang salah (jumlah spora terlalu rendah).

Spora yg ada = $2 \times 1.000 = 2.000$, maka,

$$F_s = D_r (\log a - \log b)$$

$$\text{Rerata } F_s = (4+2)/2 = 3 = 1 (\log 2.000 - \log b)$$

$$b = 2,00 \text{ spora dalam kedua kontainer}$$

B. Lebih tepat bila F dihitung sebagai hal yang terpisah,

$$F_{SA} = D_r (\log a - \log b)$$

$$4 = 1 (\log 1.000 - \log b); b = 1 \text{ (1 spora setiap 10 kontainer)}$$

$$F_{SB} = D_r (\log a - \log b)$$

$$2 = 1 (\log 1.000 - \log b); b = 10 \text{ (10 spora setiap kontainer)}$$

Maka gabungan jumlah spora dari tiap-tiap kontainer adalah $0 + 10 = 11$. Dari nilai ini baru kemudian dihitung nilai F-nya, yaitu

$$a = 2.000, b = 11$$

$$\bar{F}_s = D_r (\log a - \log b)$$

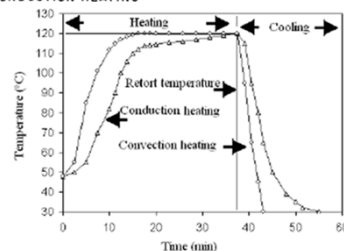
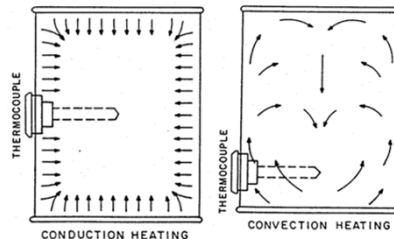
$$\bar{F}_s = 1 (\log 2.000 - \log 11) = 3,301 - 1,041 = 2,260$$

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

9

KARAKTERISTIK PEMANASAN MAKANAN KALENG

- Pemanasan sederhana (diam)
 - Transfer panas dengan konveksi, untuk produk cair
 - Transfer panas dengan konduksi, untuk produk padat
 - Transfer panas dengan konveksi yang dilanjutkan dengan konduksi untuk produk cair yang menjadi padat ketika terkena panas (bisa terjadi patahan kurva (*broken heating curve*) karena pergantian proses pemanasan)
- Pemanasan dengan agitasi
 - Transfer panas terjadi secara konveksi karena agitasi
- Pemanasan dengan aliran turbulen
 - Transfer panas terjadi secara konduksi dan konveksi karena bahan dialirkan dengan pompa ke pemanas (*heat exchanger*)



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

10

PEMILIHAN METODE DALAM EVALUASI PROSES

- Metode evaluasi proses pemanasan
 - Metode umum (metode grafis) (*sederhana*)
 - Metode matematis (diusulkan oleh Ball, 1928; dan Ball dan Olson, 1957) (*kompleks dan memerlukan waktu*)
- Metode grafis mudah untuk digunakan pada produk yang diproses dengan pemanasan konveksi
- Metode matematis digunakan untuk produk yang diproses dengan pemanasan konduksi, karena proses ini memerlukan perhitungan yang lebih rumit

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

11

PENGUKURAN PENETRASI PANAS

- Pengukuran panas pada titik tertentu pada bahan pangan dilakukan dengan *termocouple* yang dihubungkan dengan potensiometer

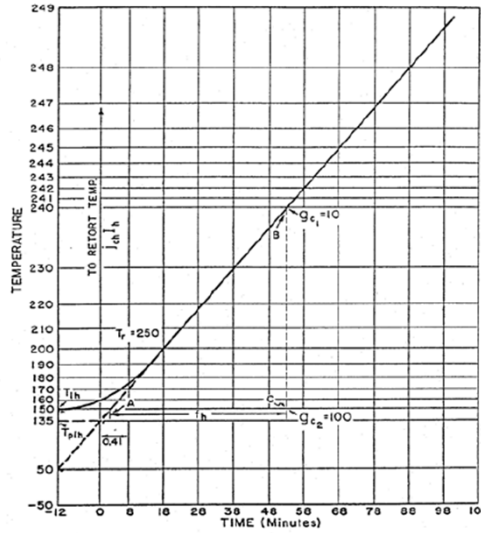


PROF.DR.KRISHNA P. CANDRA, JUR.TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN FAPERTA UNMUL

12

PLOTING DATA PENETRASI PANAS DAN PARAMETERNYA

- T_{ih} = suhu awal pangan pada t_0 saat pemanasan atau pendinginan
- T_r = suhu retort
- ℓ = waktu pemanasan awal (*come-up time*)
- B = waktu proses ($B=Pt+0,4 \ell$)
- P_c = waktu proses operator
- Fungsi l_h = perbedaan antara suhu retort dengan suhu pangan awal ($T_r - T_{ih}$)
- T_{pjh} = Pseudo-suhu awal pemanasan. Bila tidak ada lag pada pemanasan, maka $T_{pjh} = T_{ih}$
- Faktor j_{ch} = faktor lag pemanasan ($j_{ch} = \frac{T_r - T_{pjh}}{T_r - T_{ih}}$)
- Fungsi f_h = waktu (menit) yang diperlukan untuk penetrasi panas sebesar 1 log siklus
- Fungsi g = perbedaan antara suhu retort (T_r) dan suhu maksimum pada tempat pengukuran suhu pangan



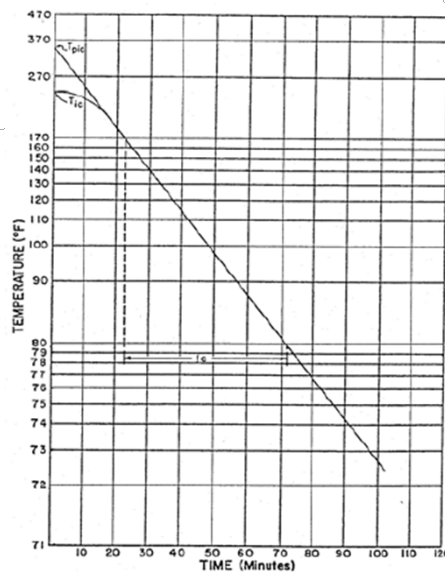
Gambar 19. Plot semilog dari kurva pemanasan

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

13

PLOTING DATA PENETRASI PANAS DAN PARAMETERNYA

- T_{ic} = suhu awal pangan pada titik pengukuran ketika pendinginan dimulai
- T_w = suhu air pendingin
- Fungsi l_c (Ball's m) = $T_{ic} - T_w$
- T_{pic} = pseudo-suhu awal—pendinginan. Bila tidak ada lag pada pendinginan, maka $T_{pic} = T_{ic}$
- j_{cc} = faktor lag pendinginan ($j_{cc} = \frac{T_w - T_{pic}}{T_w - T_{ic}}$)
- Fungsi f_c = waktu (menit) yang diperlukan berdasarkan garis lurus kurva pendinginan sebesar 1 log siklus



Gambar 20. Plot semilog dari kurva pendinginan

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

14