












## Proses Aseptis untuk Susu Cair: *Teknologi mutakhir, faktor-faktor kritis, dan pengendaliannya*

**Purwiyatno Hariyadi**

- Southeast Asian Food & Agricultural Science & Technology (SEAFAST) Center, LPPM, IPB
- Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
- FOODREVIEW Indonesia.

**FOODREVIEW**  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

## Pemanasan (Suhu Tinggi)

Juga menyebabkan perubahan :

- Rasa
- Warna
- Tekstur
- Flavor
- Gizi, dll






VS

**Membunuh mikroba:**  
Memperpanjang masa kesegaran  
~ aman, awet

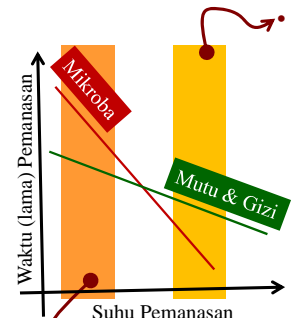
**Optimasi Proses Pemanasan**

**FOODREVIEW**  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

## Pemanasan (Suhu Tinggi) : OPTIMASI








Pemanasan pada suhu lebih tinggi → lebih efektif untuk membunuh mikroba, tetapi kurang efektif untuk merusak mutu dan gizi.

**Sebaliknya**, pemanasan pada suhu lebih rendah → lebih efektif dalam merusak mutu dan gizi, tetapi kurang efektif untuk membunuh mikroba

**FOODREVIEW**  
SEAFAST CENTER


Purwiyatno Hariyadi

## Pemanasan (Suhu Tinggi) : OPTIMASI

Optimasi Proses Termal

Teknik/Kiat "BARU"



Suhu : Tinggi  
Waktu : Singkat

Syarat:  
Proses pindah panas (pemanasan/pendinginan) dengan cepat

**FOODREVIEW**  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Pemanasan (Suhu Tinggi) : OPTIMASI

Kiat-kiat baru:  
Teknik Sterilisasi/Pasteurisasi Mutakhir?

Arah

Proses sterilisasi yang sinambung:  
Aseptic Processing

**Pemanasan Langsung**

Steam Injection  
Steam Infusion  
Di(electric) &  
Microwave heating

**Pemanasan Tidak Langsung**

Pemilihan dan optimasi HE

FOODREVIEW  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Pemanasan (Suhu Tinggi) : OPTIMASI

Kiat-kiat baru:  
Teknik Sterilisasi/Pasteurisasi Mutakhir?

Arah

Proses sterilisasi yang sinambung:  
Aseptic Processing

**KEUNTUNGAN:**

- Proses sinambung
- Pemanasan dan pendinginan lebih cepat (*tidak ada penghalang panas oleh pengemas*)
- Lebih hemat energi
- Pilihan bahan pengemas lebih bervariasi
- "CIP"

FOODREVIEW  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis : Susu Cair

**SUSU**

Proses Sterilisasi

**Zona Aseptis**

Pengisian **SUSU steril** kedalam kemasan **steril**, dilakukan pada kondisi lingkungan **steril**

**SUSU steril dalam kemasan**

**Pengemas (termasuk tutup)**

Proses Sterilisasi

FOODREVIEW  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis : Susu Cair

- Susu pasteurisasi (HTST)
- Extended Shelf-Life (ESL) milk
- Susu sterilisasi :  
→ umumnya susu UHT (HTST)

**SUSU steril dalam kemasan**

FOODREVIEW  
SEAFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis : Susu Cair

**BPOM-RI:**  
Susu UHT : susu segar atau susu rekonstitusi atau susu rekombinasi yang disterilkan pada suhu tidak kurang dari 135°C selama 2 detik dan dikemas segera dalam kemasan yang steril dan secara aseptis.

- Susu sterilisasi :  
→ umumnya susu UHT (HTST)

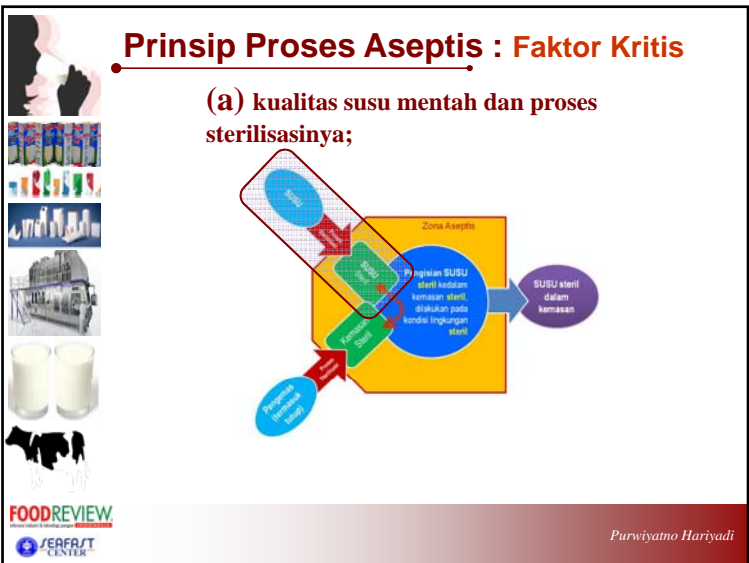
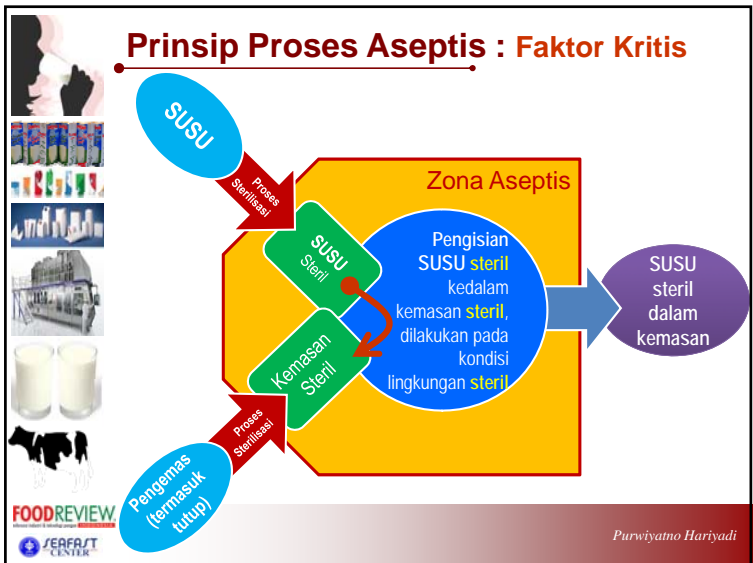
SUSU steril dalam kemasan

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis : Faktor Kritis

**Faktor-faktor kritis pada proses panas adalah :**  
“setiap sifat, karakteristik, kondisi, aspek, variasi atau prosedur atau parameter lain yang mungkin mempengaruhi kecukupan panas yang diberikan oleh proses standar dan karenanya bisa mempengaruhi **capaian tingkat sterilisasi komersial yang telah ditetapkan**”  
*(“any property, characteristic, condition, aspect, variation or procedure or other parameter, of which affects the adequacy of the scheduled process and the attainment commercial sterility”;*  
(FDA (21CFR 113.3(f) and USDA FSIS 9 CFR 318.303 and 381.303).

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi



### Prinsip Proses Aseptis : Faktor Kritis

(b) kualitas bahan pengemas dan proses sterilisasinya,

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis : Faktor Kritis

(c) kebersihan peralatan di zona aseptis dan proses sterilisasi;

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis : Faktor Kritis

(d) kondisi sanitasi seluruh peralatan yang kontak dengan susu selama pengolahan.

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Kualitas susu mentah dan proses sterilisasinya.

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Kualitas susu mentah dan proses sterilisasinya.

Faktor bahan mentah:

- Faktor Sanitasi (sapi, kandang; pemerah, peralatan pemerahan susu, wadah susu, tangki pengumpul susu, dan semua alat yang kontak dengan susu),
- Suhu (penyimpanan dan transportasi)
- Proses sterilisasi

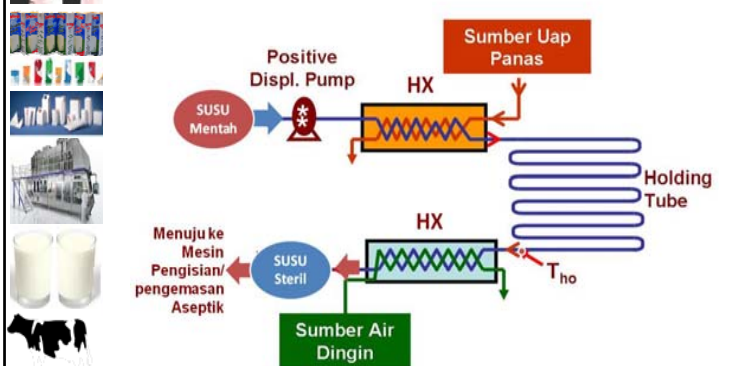


FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya.



FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya → suhu (T).


(1) Definisi Nilai  $F_0$

$$F_0 = \frac{t}{60} \cdot 10^{\frac{(T-121.1)}{z}}$$

t = heating time, seconds  
T = heating temperature, °C  
z = the increase in temperature necessary for obtaining the same effect in one tenth of the time

$F_0 = 1$  when heated one minute at 121.1°C

Malmgren, B, 2011. Aseptic process. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011



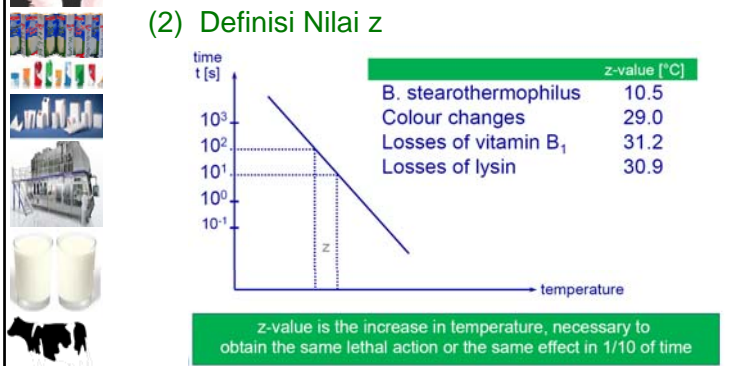
FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya → suhu (T).


(2) Definisi Nilai z



|                                  | z-value [°C] |
|----------------------------------|--------------|
| B. stearotherophilus             | 10.5         |
| Colour changes                   | 29.0         |
| Losses of vitamin B <sub>1</sub> | 31.2         |
| Losses of lysin                  | 30.9         |

z-value is the increase in temperature, necessary to obtain the same lethal action or the same effect in 1/10 of time

Malmgren, B, 2011. Aseptic process. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011



FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
 A. Proses sterilisasinya → suhu (T).

(3) Definisi Nilai Pemasakan (C-value)

$$C = \frac{t}{60} \cdot 10^{\frac{(T-100)}{z}}$$

t = heating time, seconds  
 T = heating temperature, °C  
 z = the increase in temperature necessary for obtaining the same effect in one tenth of the time

Malmgren, B, 2011. Aseptic process. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
 A. Proses sterilisasinya → suhu (T).

(4) Definisi Nilai B\*

$$B^* = \frac{t}{10.1} \cdot 10^{\frac{(T-135)}{10.5}}$$

**Assumption:**  
 commercial sterility is achieved at B\* = 1  
 (heat treatment at 135 °C for 10.1 sec., z = 10.5)  
 = reduction of thermophilic spores = 10<sup>9</sup>

Malmgren, B, 2011. Aseptic process. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
 A. Proses sterilisasinya → suhu (T).

(5) Definisi Nilai C\*

$$C^* = \frac{t}{30.5} \cdot 10^{\frac{(T-135)}{31.4}}$$

C\* = 1 – heat treatment to 135 °C for 30.5 sec., z = 31.4 °C  
 = destruction of thiamin for 3 %

Malmgren, B, 2011. Aseptic process. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
 A. Proses sterilisasinya → suhu (T).

Waktu pemanasan (detik)

Suhu (C)

Daerah kombinasi (T,t) pada proses sterilisasi konvensional untuk produk pangan dalam kaleng

Daerah Kombinasi (T,t) Untuk proses UHT

Malmgren, B, 2011. Aseptic process. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya → suhu (T).

Alat Penukar Panas tipe Pelat (PHX)

Alat Penukar Panas Scrapped Surface (SSHX)

Alat Penukar Panas tipe Tabung (THX)

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya → Waktu (t).

Waktu → Pengendalian Aliran

- kecepatan dan profil laju aliran dalam Holding Tube (HT)

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya → Waktu (t)

Waktu → Pengendalian Aliran

- kecepatan dan profil laju aliran dalam HT

A. ALIRAN LAMINAR,  $Re < 2100$

$V_{max} = 2\bar{v}$

B. ALIRAN TURBULEN,  $Re > 4000$

$V_{max} = f(Re)$

$\frac{\bar{v}}{V_{max}} = 0.036 \log(Re) + 0.662$

$Re > 10000, \frac{\bar{v}}{V_{max}} \sim 0.82$

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

A. Proses sterilisasinya → Waktu (t)

Waktu → Pengendalian Aliran

- kecepatan dan profil laju aliran dalam HT

A. ALIRAN LAMINAR,  $Re < 2100$

$V_{max} = 2\bar{v}$

B. ALIRAN TURBULEN,  $Re > 4000$

$V_{max} = f(Re)$

$\frac{\bar{v}}{V_{max}} = 0.036 \log(Re) + 0.662$

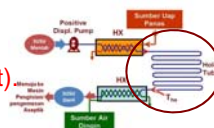
$Re > 10000, \frac{\bar{v}}{V_{max}} \sim 0.82$

$F_o = \left[ 10^{\frac{T_{ho} - 121}{Z}} \right] t_{min}$

$F_o = \left[ 10^{\frac{T_{ho} - 121}{Z}} \right] \left( \frac{L}{2\bar{v}} \right)$

L = panjang holding tube  
 $T_{ho}$  : suhu diujung hilir holding tube  
 $\bar{v}$  = kecepatan rata² aliran

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi



### Prinsip Proses Aseptis :

#### A. Proses sterilisasinya → Waktu (t)

**Waktu → Pengendalian Aliran**  
- kecepatan dan profil laju aliran dalam HT

**Nilai Fo :**

- Dipengaruhi oleh aliran bahan HT; (profile & kecepatan aliran)
- Kendalikan pompa :
  - Pompa dipasang di bagian hulu sistem pemanasan
  - Positive displacement pump*
- Nilai Fo = ditentukan berdasarkan nilai Fo dari *the fastest moving particle*
  - Untuk memastikan t tidak berubah → *fixed rate pump*.
  - Jika digunakan pompa dengan *variable speed* → perubahan kecepatan hanya dibisa dilakukan oleh *authorized personel* yang sudah ditunjuk dan diberikan training memadai.

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi



### Prinsip Proses Aseptis :

#### A. Proses sterilisasinya → Waktu (t)

**Waktu → Pengendalian Aliran**  
- kecepatan dan profil laju aliran dalam HT

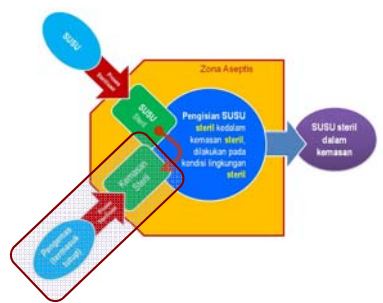
**Holding Tube :**

- Posisi HT dibuat miring → *self draining*
- HT → standar disain saniter (*sanitary design*);
  - permukaan pipa yang halus
  - komponen mudah diurai dan dirakit kembali,
  - kualitas pengelasan (*welding*) yang baik → CIP
- HT dikonstruksi pada area yang kering dan tidak lembab;
- Tekanan di dalam HT perlu dipertahankan tinggi:
  - menghindari terjadinya proses mendidih/flashing.
- Suhu HT ( $T_{ho}$ ) dicatat sebagai suhu outlet HT.

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

#### B. Kondisi kemasan dan Proses Sterilisasinya.



FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

#### B. Kondisi kemasan dan Proses Sterilisasinya.

- Mutu dan tingkat sanitasi bahan pengemas
- Pananganan bahan pengemas (transportasi, penyimpanan dan instalasinya pada mesin pengemas).
- Sterilisasi pengemas :
  - Sterilisasi menggunakan cairan dan/atau uap  $H_2O_2$
  - UV
  - Irradiasi,
  - dll

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

#### B. Kondisi kemasan dan Proses Sterilisasinya.

- Contoh :

Labels in diagram: Udara panas steril, Squee-gee roller (drum pemeras), Ruang Aseptik (aseptic chamber), Udara panas steril Produk (steril), Bahan pengemas, Peroksida panas.

FOODREVIEW SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

#### B. Kondisi kemasan dan Proses Sterilisasinya.

- Contoh : Faktor Kritis untuk memastikan sterilitas bahan pengemas<sup>1)</sup>

| Process                                 | Critical Value | Target Value |
|---|----------------|--------------|
| <b>Packaging Material Sterilization</b> |                |              |
| Hydrogen peroxide concentration         | 30%            | 30-50%       |
| Hydrogen peroxide temperature           | 76°C           | 79°C         |
| Exposure time to hydrogen peroxide      | 5.2 sec        | ≥5.2 sec     |
| Air knife temperature                   | 180°C          | 190°C        |

Only "Performance Criteria" is specified)  
 • 4+ Log Reduction of *Bacillus subtilis*  
 • 6 Log Reduction of *Clostridium botulinum*

<sup>1)</sup>Ref : Guido, 2011. Aseptic Filling. *External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011*

FOODREVIEW SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

#### C. Zona Aseptis dan Proses Sterilisasinya.

Labels in diagram: Zona Aseptis, Pengisian SUSU steril kedalam kemasan steril dilakukan pada kondisi lingkungan steril, SUSU steril dalam kemasan, Pengisian (Hydrogen peroxide).

FOODREVIEW SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

#### C. Zona Aseptis dan Proses Sterilisasinya.

- Zona aseptis: area steril dimana proses pengisian produk steril kedalam kemasan steril akan dilakukan.

**US-FDA**  
**"Everything Entering the Aseptic Zone Must Be Sterile"**


- Must reach the condition of commercial sterility before production start-up
- Must be maintained in such conditions to prevent recontamination during the whole production period

FOODREVIEW SEFAST CENTER  
Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :



C. Zona Aseptis dan Proses Sterilisasinya.

- Zona aseptis: area steril dimana proses pengisian produk steril kedalam kemasan steril akan dilakukan.



Dua (2) Tipe Zona Aseptis :

- “Laminar flow bench”** : Terbuka, sterilitas dijaga dengan pola aliran udara steril secara kontinyu
- “Isolator”** : tertutup, ada batas fisik, dan sterilitas dijaga dengan udara steril (overpressure)

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

C. Zona Aseptis dan Proses Sterilisasinya.

- Zona aseptis: area steril dimana proses pengisian produk steril kedalam kemasan steril akan dilakukan.





“Laminar flow bench”      “Isolator”






Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :

C. zona Aseptis dan Proses Sterilisasinya.

- Zona aseptis: area steril dimana proses pengisian produk steril kedalam kemasan steril akan dilakukan.
- Keseluruhan area atau zona aseptis perlu disterilkan
  - Sterilan yang sering digunakan adalah uap panas dan/atau H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (“peroxide mist”)
    - Sebelum penyemprotan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, seluruh permukaan pengisian harus dipanaskan lebih dahulu.
    - Setelah penyemprotan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dilakukan penyemprotan udara kering (steril) panas (280-360°C).
- Harus dipastikan kondisi steril tetap terpelihara dengan baik selama proses berlangsung → tekanan positif.

Purwiyatno Hariyadi

### Prinsip Proses Aseptis :



C. zona Aseptis dan Proses Sterilisasinya.

- Zona aseptis: area steril dimana proses pengisian produk steril kedalam kemasan steril akan dilakukan.

Contoh : faktor kritis untuk menjaga sterilitas zona aseptis<sup>\*)</sup>

| Process   | Critical Value               | Target Value                  |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Air Incineration</b><br>Heating temperature                                  | 330°C                        | 360°C                         |
| <b>Maintaining Sterility</b><br>Sterile air flow<br>Aseptic chamber temperature | 70 m <sup>3</sup> /h<br>72°C | 100 m <sup>3</sup> /h<br>80°C |

<sup>\*)</sup>Ref : Guido, 2011. Aseptic Filling. External Partners Workshop, Singapore, 10-11 May 2011

Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
**D. Sanitasi seluruh peralatan**  
 → Pentingnya desain saniter (*sanitary design*).

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
**D. Sanitasi seluruh peralatan**

**CIP → empat (4) T:**

- **Time**; waktu atau lama pembersihan yang tepat; kontak antara permukaan dengan larutan pembersih;
- **Temperature**; suhu yang tepat ; sesuai dengan larutan pembersih dan sanitaiser;
- **Turbulence**, aliran larutan pembersih yang tepat; sehingga bisa memberikan turbulensi → efek pembersihan baik;
- **Titration**; konsentrasi larutan pembersih; → efek sanitasi yang tepat.

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

**Prinsip Proses Aseptis :**  
**D. Sanitasi seluruh peralatan**  
 → Pentingnya desain saniter (*sanitary design*)

Efektivitas pembersihan juga sangat ditentukan dengan kondisi dan kualitas permukaan peralatan;

- prinsip-prinsip disain saniter; termasuk untuk sistim pemipaan,
- Pengelasan (*welding*) untuk memastikan "cleanability"

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi

**Terimakasih**

hariyadi@seafast.org

FOODREVIEW  
SEFAST CENTER

Purwiyatno Hariyadi