

# Materi 8

## Mesin Pengolahan Pangan

(Pengeringan, Pendinginan,  
Penggorengan dan Pengawetan)





# **PENGERINGAN**

# Pengeringan

Pengeringan

Proses pemakaian panas dan pemindahan air dari bahan yang dikeringkan yang berlangsung secara serentak bersamaan

Konduksi

media

Steam

contoh

Drum dryer

Konveksi

media

Udara Pemanas

contoh

Oven  
Spray Dryer  
Rotary dryer

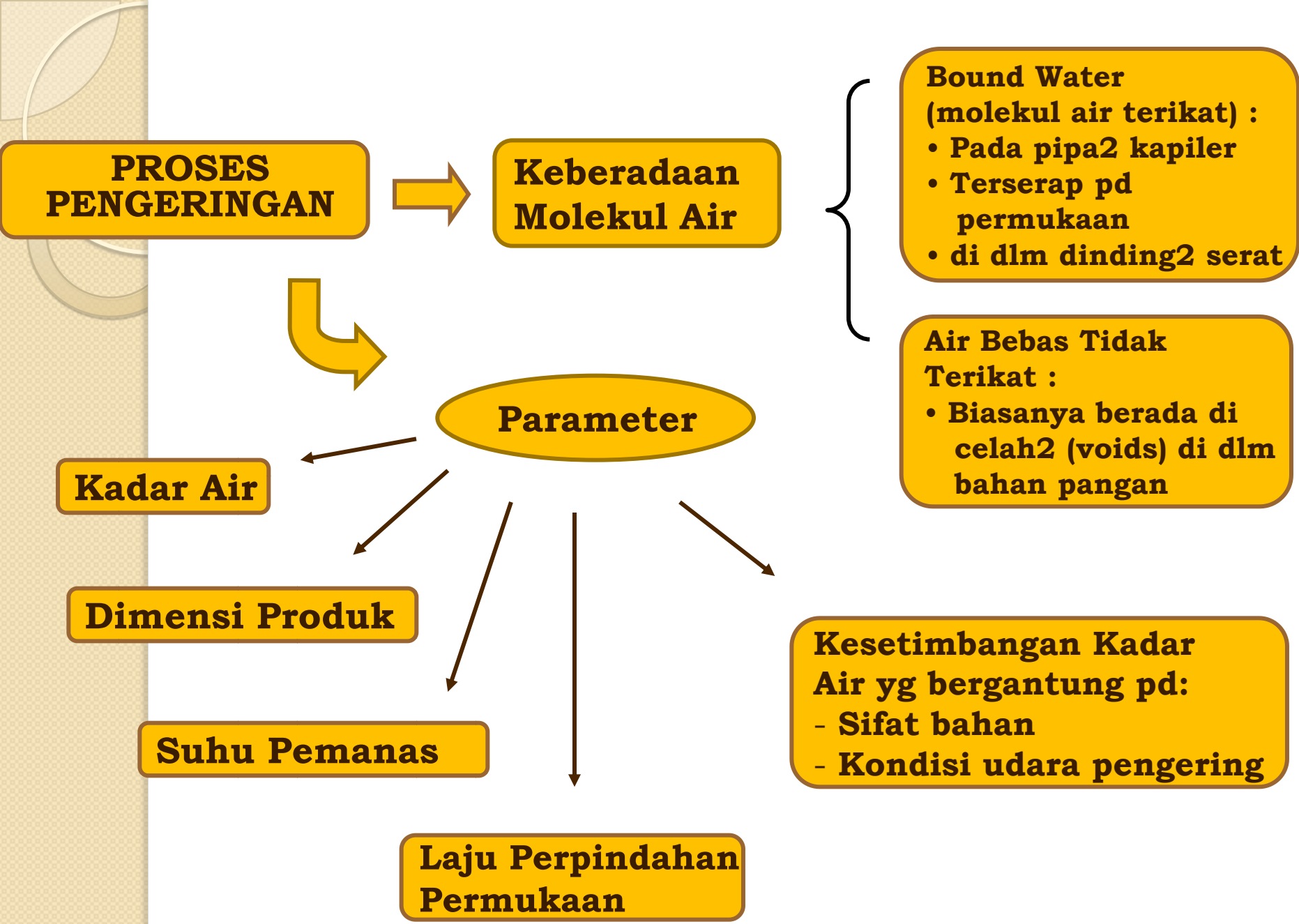
Radiasi

media

Radiant Energy

contoh

Alat Pengering  
Energi  
Microwave



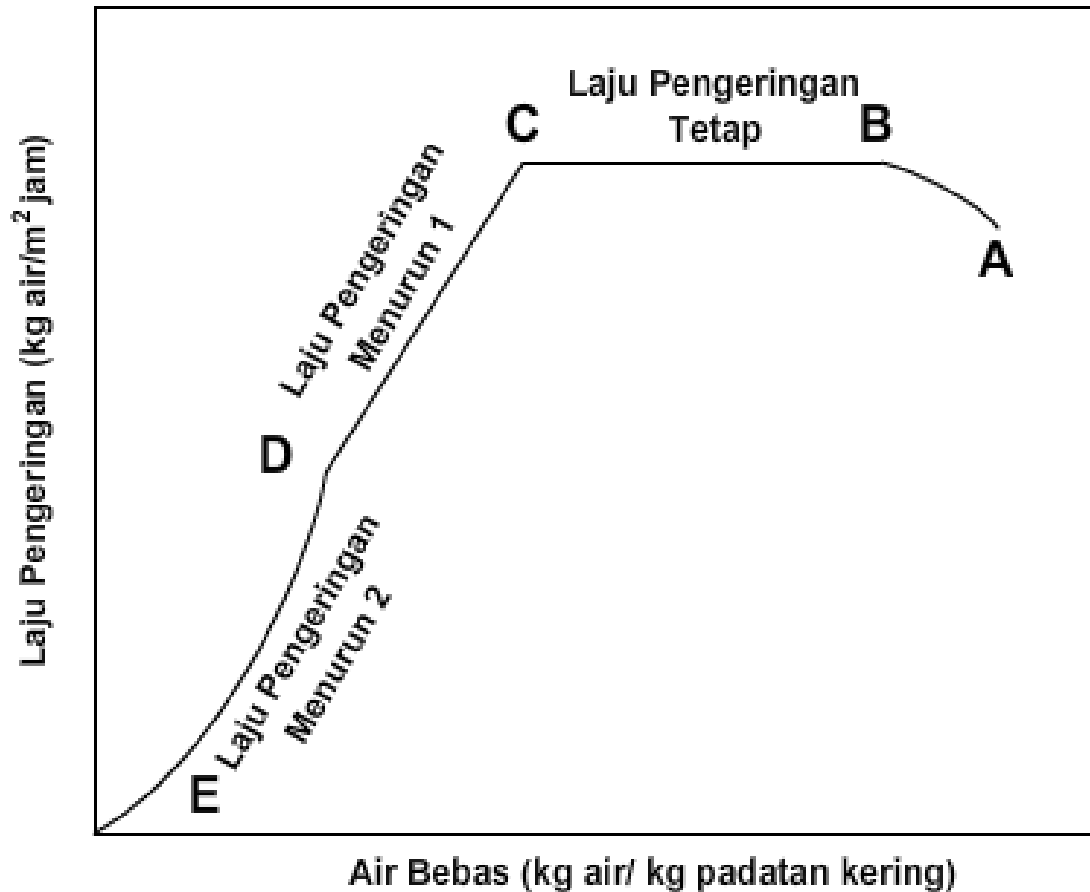
# Laju Pengeringan

Laju Pengeringan

Sifat Bahan

- Bulk Density
- Kadar Air awal
- Kadar Air kesetimbangan

Kurva Laju Pengeringan



## **Cara Mengatasi Terjadinya Kerusakan Akibat Akumulasi Air**

- 1. Membuat ventilasi secara alamiah dan mekanis**
- 2. Mengalirkan udara panas**
- 3. Menggerakkan hasil pertanian tsb secara periodik**
- 4. Mengaduk-aduk permukaan butir hasil pertanian**
- 5. Menutupi secara rapat tempat penyimpanan**

## **Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan Pengeringan :**

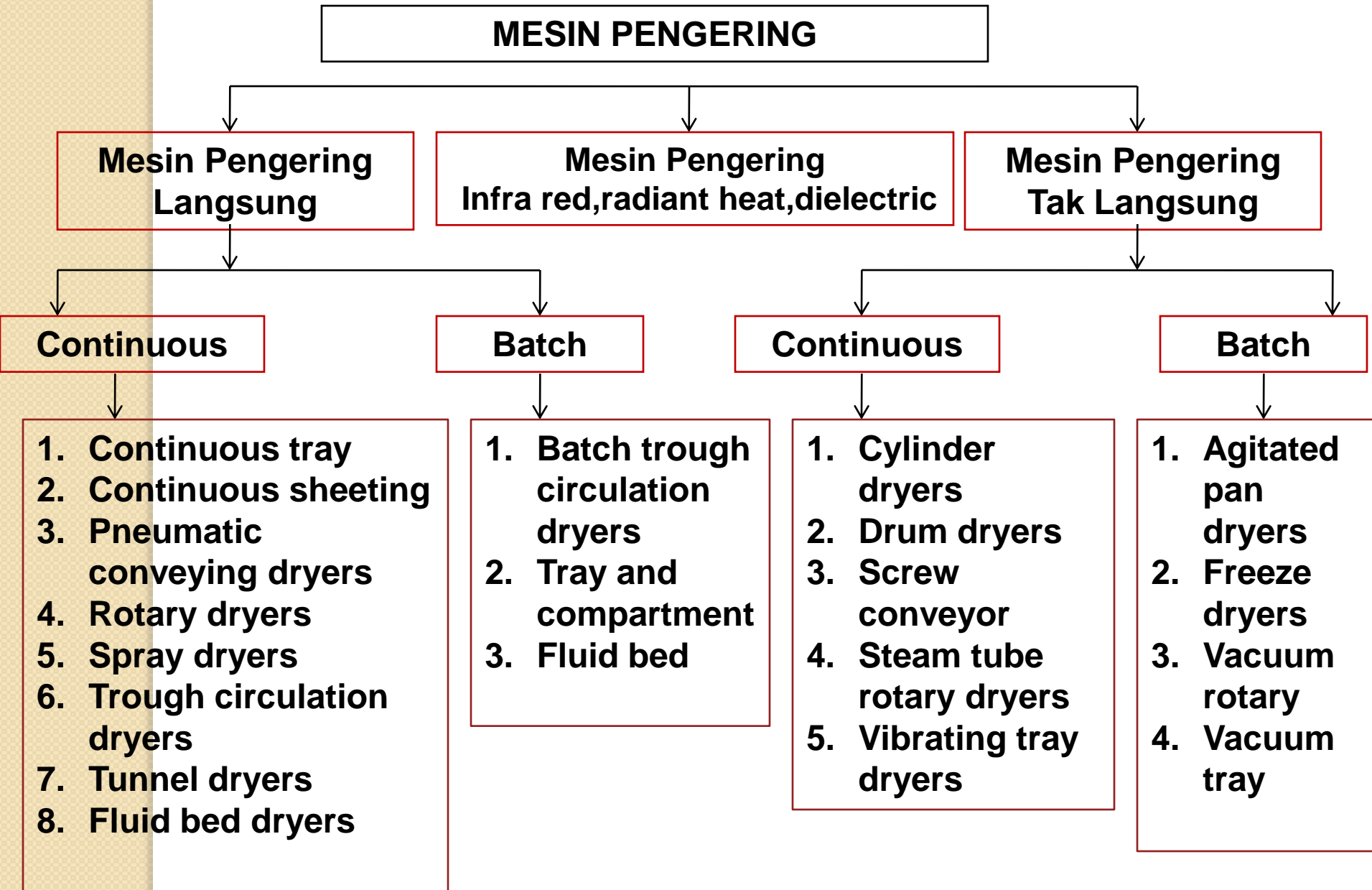
- 1. Suhu & kelembaban nisbi udara selama proses pengeringan: suhu rendah, RH tinggi → pengeringan lama**
- 2. Kecepatan pergerakan udara yang melalui produk pertanian atau lamanya bahan melalui alat pengering**
- 3. Kadar air produk pertanian yang dikeringkan**
- 4. Varietas dari produk pertanian itu**
- 5. Banyaknya bahan yang dimasukkan dalam alat pengering per menitnya**
- 6. Suhu udara pengering pada awal dan akhir proses (keluar alat pengering)**

## Pengukuran Kadar Air

- **Basis Basah  
KA(bb)**  $= \frac{\textit{Berat air}}{\textit{Berat air + berat bahan kering}} \times 100\%$
- **Basis Kering  
KA(bk)**  $= \frac{\textit{Berat air}}{\textit{Berat bahan kering}} \times 100\%$



# KLASIFIKASI MESIN PENGERING



# PENGERINGAN LANGSUNG

Pengeringan dilakukan dengan kontak langsung antara bahan yang akan dikeringkan dengan udara panas.

Uap air akan terbawa oleh media pengeringan (udara panas)

**Tipe Batch** → Pengering didesain untuk dioperasikan dalam jumlah bahan tertentu dan dalam waktu tertentu. Kondisi kadar air dan suhu akan berubah pada tiap titik pengering

**Tipe Continous** → Pengering didesain untuk mengeringkan bahan secara terus menerus selama masih ada suplai bahan basah.

# Mesin Pengering Langsung Tipe *Batch*

## 1. Batch Through Circulation Dryers

Material (granular atau bubuk) diletakan di screen pada bagian bawah tray kemudian dihembus dengan udara panas



## 2. Tray and Compartment Dryers

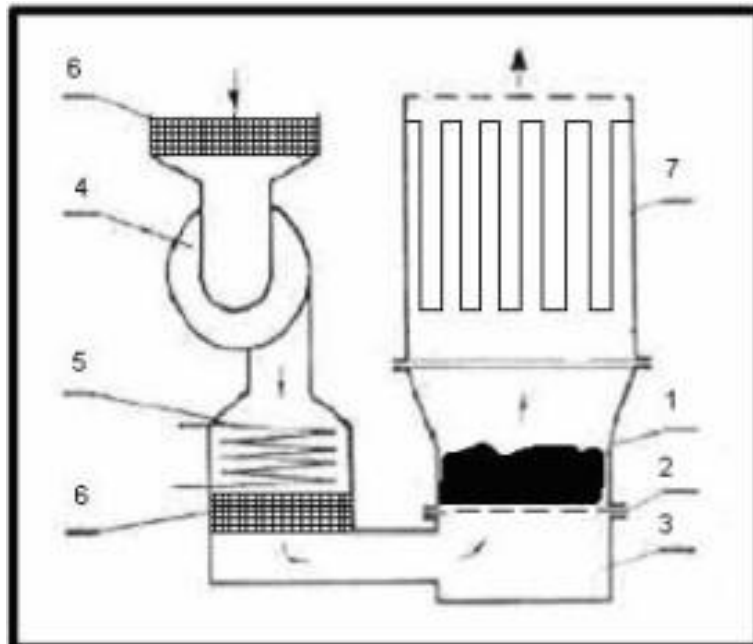
Udara panas melewati material yang diletakkan di atas tray



# Mesin Pengering Langsung Tipe *Batch*

## 3. Fluid beds

material padat difluidisasi di atas plenum chamber yang dibagian atasnya terdapat filter dan dust collector

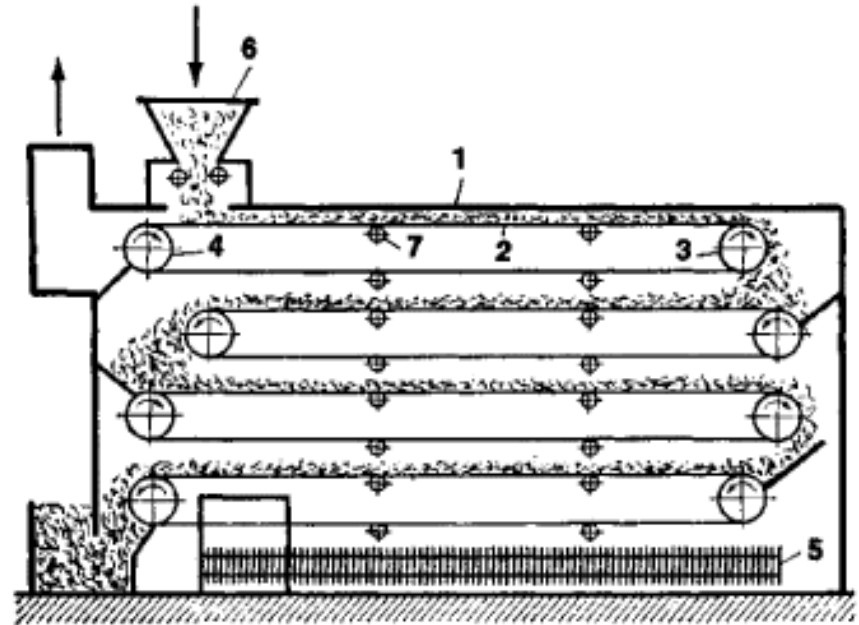


- 1. = vessel or chamber
- 2. = gas distributor
- 3. = plenum chamber
- 4. = blower
- 5. = heater
- 6. = filter
- 7. = dust collector

# Mesin Pengering Langsung Tipe Kontinyu

## 1. Continuous Tray Dryers

Untuk mengeringkan bahan yang bulky, fiber, polimer. Material dikeringkan di atas belt tak berujung. Udara panas dihembus dg arah tegak lurus belt



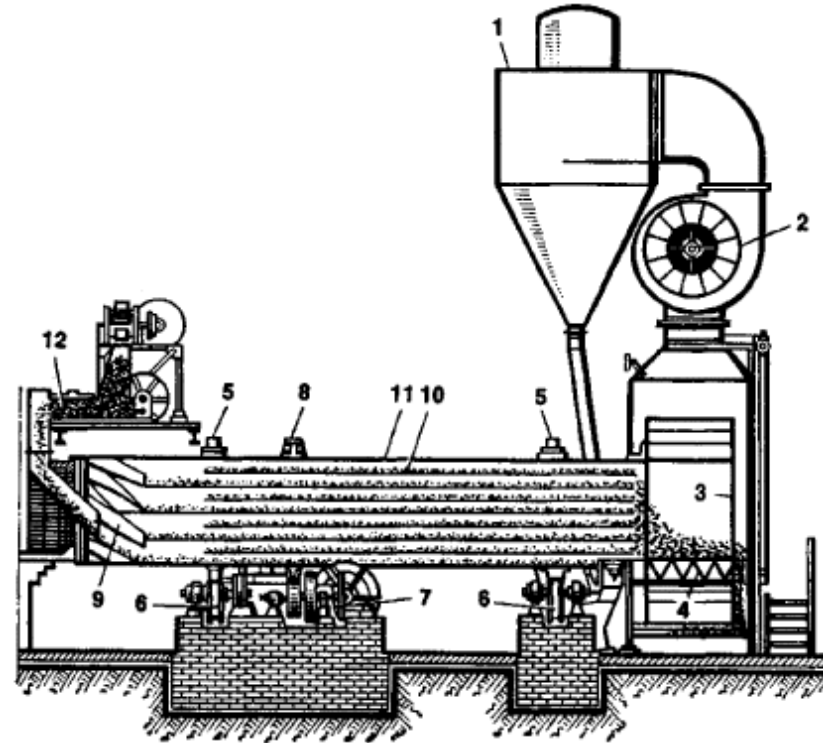
Continuous tray dryer: (1) drying chamber, (2) endless belt, (3) driving drums, (4) driven drums, (5) heater, (6) feeder, and (7) support rollers

# Mesin Pengering Langsung Tipe Kontinyu

## 2. Rotary Dryers

Untuk mengeringkan bahan yang halus, biji-bijian.

Bahan diletakkan di atas conveyor dan dihembus dengan udara panas yang berada di dalam rotating cylinder

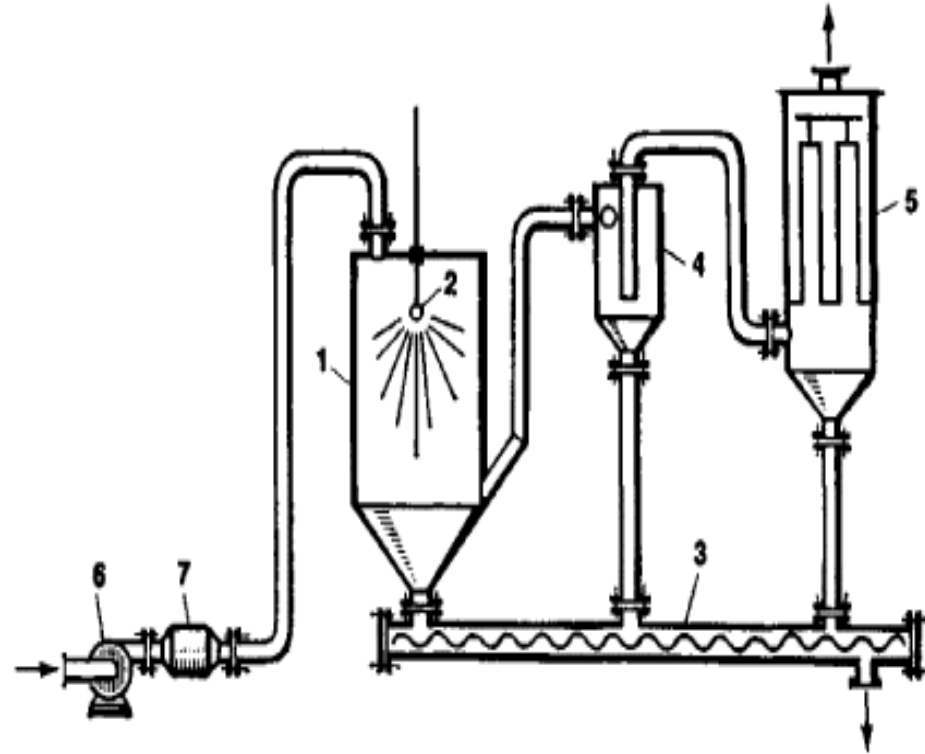


Direct rotary dryer: (1) cyclone, (2) blower, (3) product discharge chamber, (4) screw conveyor, (5) protruding rings, (6) support rollers, (7) drive, (8) girth gear, (9) spiral blades, (10) flights, (11) cylinder, and (12) feeder

# Mesin Pengering Langsung Tipe Kontinyu

## 3. Spray Dryers

Untuk bahan dengan viskositas tinggi seperti susu, sari buah. Bahan disemprotkan oleh sprayer sehingga luas permukaannya besar sehingga terjadi evaporasi dan menjadi kering



Spray dryer: (1) drying chamber, (2) atomizer, (3) screw conveyor for removing dried material, (4) cyclone, (5) bag filter, (6) blower, and (7) heater

## **PENGERINGAN TAK LANGSUNG**

**Pengeringan dilakukan dengan mentransfer udara panas ke bahan yang masih basah melalui dinding penahan.**

**Laju pengeringan tergantung pada kontak bahan basah dengan permukaan panas**

**Tipe Batch** → Biasanya dioperasikan pada kondisi vakum

**Tipe Continous** → pengeringan dicapai dengan melewati bahan secara kontinyu melalui kontak udara panas.



# Mesin Pengering Tak Langsung Tipe Batch

## 1. Agitated Pan Dryer

Dapat dioperasikan pada tekanan normal dan vakum.

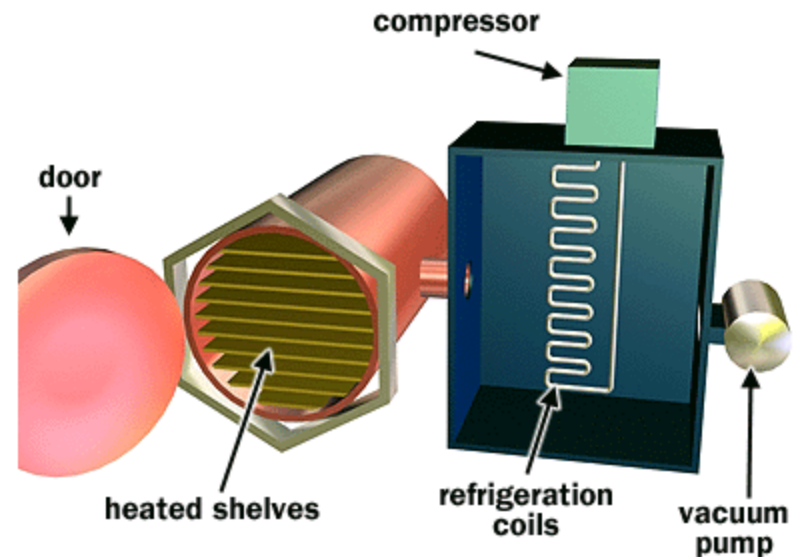
Terdapat pemutar panas utk menambah efisiensi sistem.

Aplikasinya untuk bahan pasta, cair, slurries (spt lumpur)



## 2. Freeze Dryer

Bahan dibekukan terlebih dahulu untuk kemudian dikeringkan dalam pengering dengan tekanan vakum.



# Mesin Pengering Tak Langsung Tipe Kontinyu

## 1. Cylinder dryer

Untuk bahan kertas, cellophane, bahan textile

Silinder berputar dan mengandung uap panas.

Bahan dipompa melalui nozel kebagian antara silinder.

Ketebalan bahan tergantung pengaturan jarak antara cylinder.

Cocok untuk produk susu, detergent, yeast



Twin Cylinder Dryer with Nip Feed

# Mesin Pengering Tak Langsung Tipe Kontinyu

## 2. Drum dryer

- Pemanas dapat berupa uap atau air panas
- Ada tipe single, dip feed, single fine film
- Roll aplikator terletak dibawah drum dryer dan teraliri bahan.
- Lapisan cairan akan ditransfer ke drum dryer.
- Bahan diputar untuk menghindari overheating
- Cocok untuk gelatin, lem, pestisida



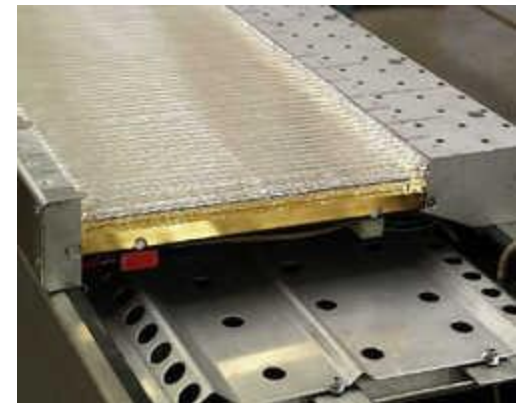
Single Drum Dryer with Applicator Roll



# Mesin Pengering Infra Red, Dielectric Heat Dryer

## 1. Infra Red or Radiant Heat Dryer

- Pengoperasian tergantung pada pembangkitan, transmisi dan absorpsi sinar inframerah
- Produk lebih bersih dan higienis
- Pada dielectric heat dryer, prinsip pembangkitan panas melalui penempatan bahan padat pada medan elektrik frekuensi tinggi



# **PENDINGINAN**

# PENDINGINAN

- **Untuk mencegah kerusakan produk tanpa mengakibatkan pematangan abnormal atau perubahan yang tidak diinginkan sehingga mempertahankan komoditas dalam kondisi yang dapat diterima konsumen selama mungkin**
- **Kegunaan umum pendinginan adalah untuk pengawetan, penyimpanan dan distribusi bahan pangan yang rentan rusak**
- **Pendinginan maupun pembekuan tidak dapat meningkatkan mutu bahan pangan, hasil terbaik yang dapat diharapkan hanyalah mempertahankan mutu tersebut pada kondisi terdekat dengan saat akan memulai proses pendinginan**

## **Penurunan mutu produk segar dapat dipengaruhi oleh :**

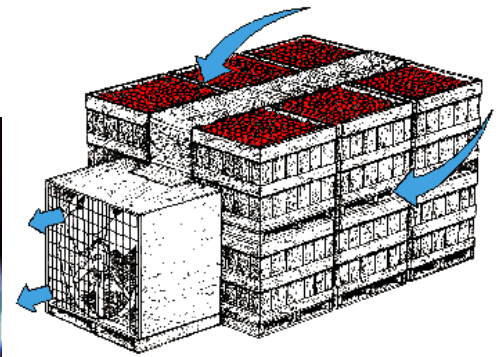
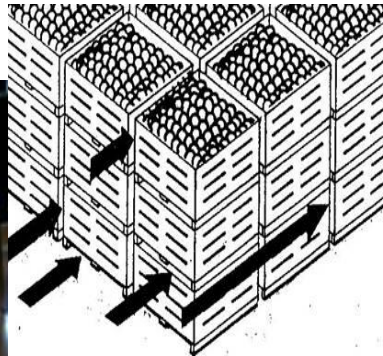
- **Perubahan metabolik seperti penguapan, kadar ethylene, tekstur dan aroma**
- **Pertumbuhan dan pengembangan**
- **Transpiration**
- **Cacat**
- **Kerusakan Physiologis**
- **Busuk; pertumbuhan mikroba**





# Yang Harus Diperhatikan dalam Melakukan Proses Pendinginan yang Baik adalah:

- Waktu antara panen dan “pre-cooling”
- Jenis karton, palet; ventilasi
- Cara pendinginan dan waktu yang dibolehkan
- Suhu produk sebelum didinginkan
- Suhu produk akhir
- Sanitasi dari sistem pendingin
- Pelihara suhu produk





**Pendinginan bertujuan untuk mengurangi:**

**Aktifitas respirasi dan metabolisme**

**Proses penuaan (pematangan, pelunakan,  
perubahan warna dan tekstur**

**Kehilangan air dan pelayuan**

**Merusakkan karena aktivitas mikroba**

**Proses pertunasan**



## a. Precooling

<b>Jenis pendingin</b>	<b>Aplikasi</b>
<b>Udara dingin</b>	<b>Room cooling</b> <b>Forced air cooling</b>
<b>Air dingin</b>	<b>Hydrocooling</b>
<b>Kontak es</b>	<b>Crushed ice</b> <b>Liquid ice</b> <b>Dry ice</b>
<b>Evaporasi dari permukaan air</b>	<b>Evaporative</b> <b>Vacuum cooling</b>

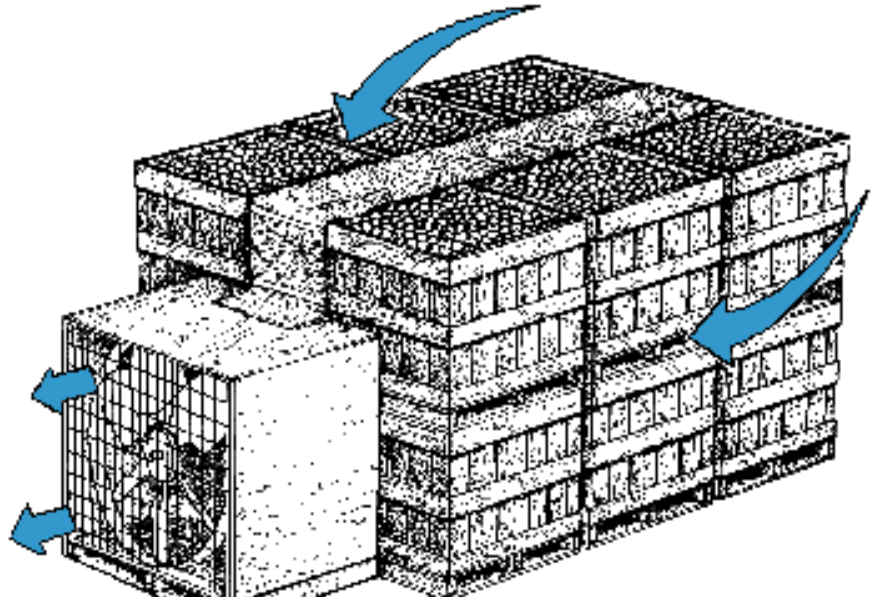
# ROOM COOLING

- Mudah dioperasikan dg menempatkan produk dalam ruang pendingin
- Suhu pendingin lebih dari  $0^{\circ}\text{C}$  , debit udara  $150\text{m}^3/\text{jam}$
- Ruang dengan insulasi yang dilengkapi dengan alat pendingin
- Umum digunakan tapi kurang efektif untuk segera memindahkan *field heat* produk



# FORCED AIR COOLING

- Udara pendingin didorong dengan kipas
- Udara bersirkulasi dengan kecepatan tinggi
- 75-90% lebih cepat dibanding room cooling
- Efektif untuk produk yang dikemas
- Perlu mengontrol RH antara 90-98%



# HYDROCOOLING

- **Panas produk dipindahkan melalui media air**
- **Banyak digunakan untuk sayuran untuk mempertahankan tekstur dan kesegaran daun**
- **Sering terjadi *mechanical injury***
- **Untuk komoditi yang tidak sensitif terhadap air**
- **Membantu membersihkan produk**
- **Bisa dicampur dengan klorin untuk disinfectant**



**Hydro cooler**



# ICE COOLING

- Metode pendinginan yang paling tua
- Bongkahan es ditempatkan di atas produk sebelum dikemas
- Air dari es yang meleleh akan mendinginkan produk
- Kelemahan :
  - \* tidak cocok untuk bahan yg tidak tahan dingin
  - \* butuh bahan pengemas yang besar → mahal transportasi
  - \* area penyimpanan, kontainer akan basah dan lembab



# DRY ICE

- **Dry Ice (es kering) adalah karbon dioksida beku.**
- **Dry ice berguna untuk pembekuan dan menjaga pembekuan karena temperaturnya yang sangat dingin yaitu:  $-78.5^{\circ}\text{C}$  atau  $-109.3^{\circ}\text{F}$ .**
- **Dry ice berubah langsung dari bentuk solid menjadi gas - sublimasi- dalam kondisi atmosfer normal tanpa melalui tahapan cairan basah → es kering.**





# VACUUM COOLING

- **Efek pendinginan melalui panas laten penguapan**
- **Metode pendinginan paling cepat**
- **Tekanan udara di ruang pendingin 4.6 mm Hg**
- **Sayuran daun seperti lettuce, cabbage, wortel, pepper, jamur, cauliflower**



## Metode pendinginan yang sesuai

Komoditi	Metode Pendinginan	Suhu (°C)	RH (%)
Asparagus	H	2.2	95-100
Broccoli	H	0	95-100
Cabbage	R, F	0	98-100
Cucumbers	F,H	7.2 - 10	95
Eggplant	R, F	7.8 - 12.2	90-95
Green onions	H	0	95-100
Okra	R, F	7.2 - 10	90-95
Peppers	R, F	7.2 - 10	90-95
Sweet corn	H	0	95-98
Tomatoes	R, F	7.2 - 10	90-95

R: room cooling

H: hydro cooling

F: forced-air cooling

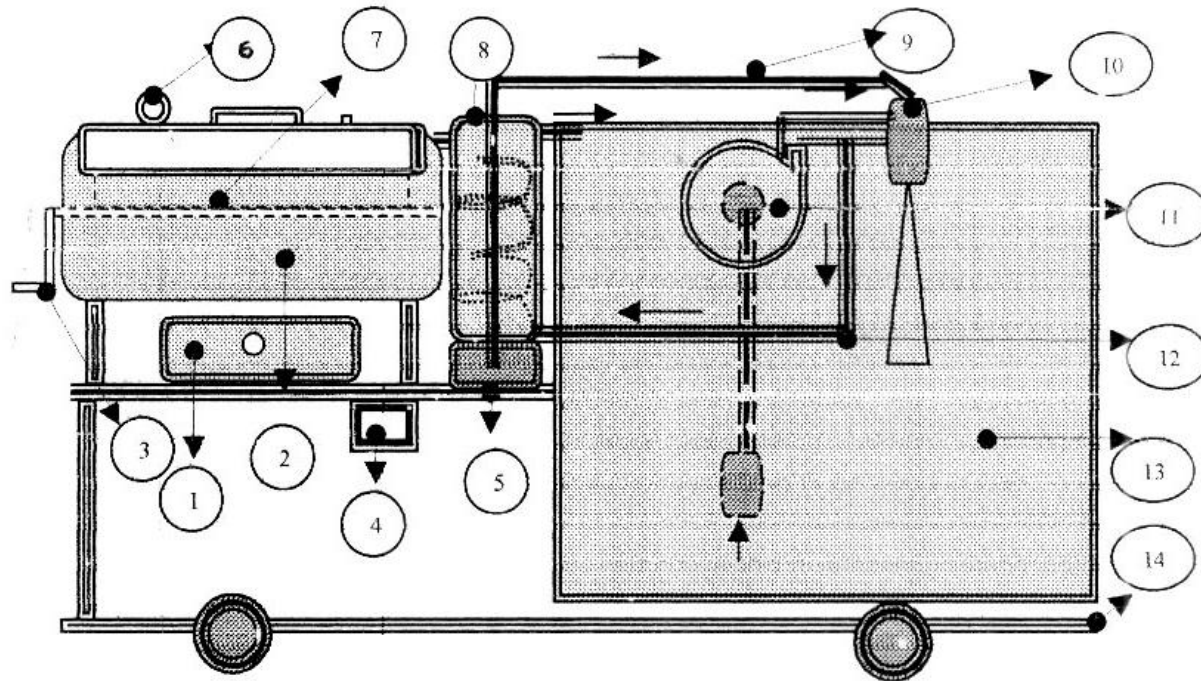
# **PENGGORENGAN VAKUM**

# Penggoreng Vakum

## Prinsip Kerja

Prinsip utama kerja alat ini adalah melakukan penggorengan pada kondisi vakum, 70 cmHg dibawah tekanan normal. Kondisi vakum ini dapat menyebabkan penurunan titik didih minyak goreng dari  $110^{\circ}\text{C}$  -  $200^{\circ}\text{C}$  menjadi  $80^{\circ}\text{C}$  -  $100^{\circ}\text{C}$  sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan rasa, aroma dan warna bahan (buah & sayur) yang digoreng

# BAGIAN – BAGIAN PENGGORENG VAKUM



## Keterangan :

1. Sumber panas
2. Tabung penggoreng
3. Tuas pengaduk
4. Pengendali suhu
5. Penampung kondensat
6. Pengukur vakum
7. Keranjang penampung bahan

8. Kondensor
9. Saluran hisap uap air
10. Water jet
11. Pompa sirkulasi
12. Saluran air pendingin
13. Bak air sirkulasi
14. Kerangka

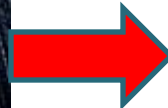
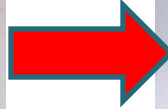
## **Fungsi dari masing-masing komponen :**

- 1. Pompa vakum**, merupakan komponen terpenting dari sistem penggoreng vakum.  
Pada pompa vakum tipe water jet mempunyai kelebihan : tidak menggunakan oli, seal, bantalan, dan poros sehingga biaya operasional rendah.
- 2. Ruang penggoreng**, berfungsi mengkondisikan bahan yang diproses agar sesuai dengan kondisi tekanan yang diinginkan. Di dalamnya berisi mekanik angkat celup/pengaduk dan minyak sebagai media pindah panas.

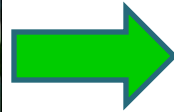
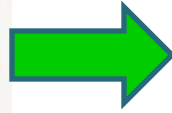
- 3. Kondensor**, berfungsi untuk mengembunkan uap air yang dikeluarkan selama penggorengan. Kondensor ini mempergunakan air sebagai media pendingin.
- 4. Unit pemanas**, sebagai sumber panas dapat mempergunakan boiler, namun memerlukan biaya investasi dan operasi tersendiri. Untuk mesin berskala industri rumah tangga sebaiknya mempergunakan LPG karena sistem kendalinya tidak terlalu sulit.
- 5. Unit pengendali operasi**, dimana keberadaannya sangat penting karena suhu proses dilakukan pada suhu di bawah  $100^{\circ}\text{C}$ .



# Contoh-contoh produk buah olahan dengan menggunakan vakum frying







# **PENGAWETAN**

# Pengawetan Termal

## Tujuan Pengolahan Pangan Termal

- × **Mematikan bakteri patogen & organisme pembusuk**
- × **Merubah tekstur, warna, rasa**
- × **Meningkatkan daya cerna**
- × **Meningkatkan umur simpan**

### Thermal Processing

- Thermal processing
- Aseptic packaging
- Baking
- Frying
- Ohmic heating
- Microwave
- Radio frequency
- Infrared
- Drying
- Extrusion
- Chilling
- Freezing
- Freeze drying

# Pengawetan Non Thermal

## Tujuan Pengolahan Pangan Non Termal

- **Keamanan keamanan (membunuh mikroorganisme)**
- **Meningkatkan daya cerna**
- **Meningkatkan umur simpan**
- **Pemberian bahan tambahan (tekstur, flavor, warna)**
- **Membuat produk baru**
- **Alternatif produk untuk minoritas (ex: alergi protein)**

## Non-thermal Processing

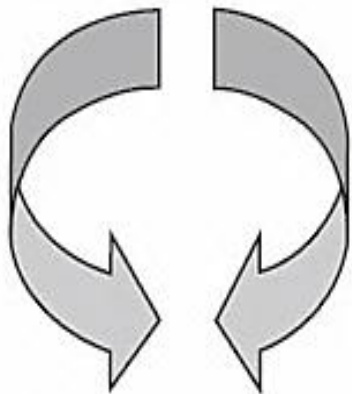
- **High Hydrostatic Pressure (HHP)**
- **Pulsed Electric Field (PEF)**
- **Ultrasound**
- **Pulsed Light (PL)**
- **Irradiation**
- **Electron Beam**
- **Oscillating Magnetic Field (OMF)**
- **Ozone**
- **Gas, cold plasma**

# Thermal processing of foods

Sterilization  
(temperature >100°C)

Total destruction of  
microbes, including spores

Low-acid food  
pH > 4.6



High-acid food  
pH < 4.6

Shelf-stable  
food

Pasteurization

Partial destruction of  
microbes, possible survivors

Achieve  
safety and  
stability

Low-acid food  
pH > 4.6

Public health  
concern

Chilled  
food

Achieve  
stability

High-acid food  
pH < 4.6

Economic  
loss concern

Shelf-stable  
food

Chilled food  
with higher  
quality

× **Blanching** → sebelum sterilisasi, dehidrasi dan pembekuan utk deaktivasi enzim dan mengurangi *surface load* mikroba di buah dan sayur tertentu

× **Pasteurisasi**

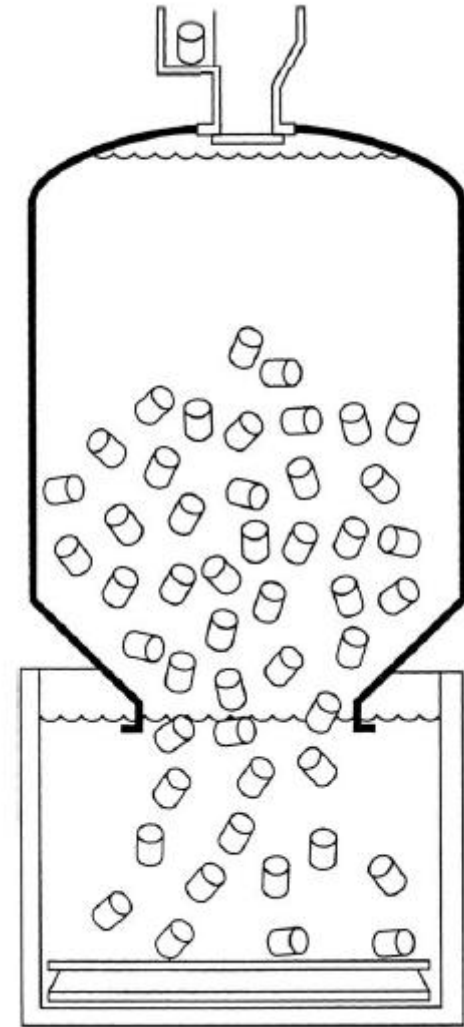
makanan pH rendah ( $\text{pH} > 4.5$ ) → membunuh m.o patogen (susu : 15 detik pd  $71.5^{\circ}\text{C}$ )

makanan pH tinggi ( $\text{pH} < 4.5$ ) → meningkatkan umur simpan dg membunuh m.o pembusuk (jamur)

× **Heat Sterilization** → membunuh enzim dan mikroba ( $T > 100^{\circ}\text{C}$ ) → makanan kaleng dan makanan dalam kemasan

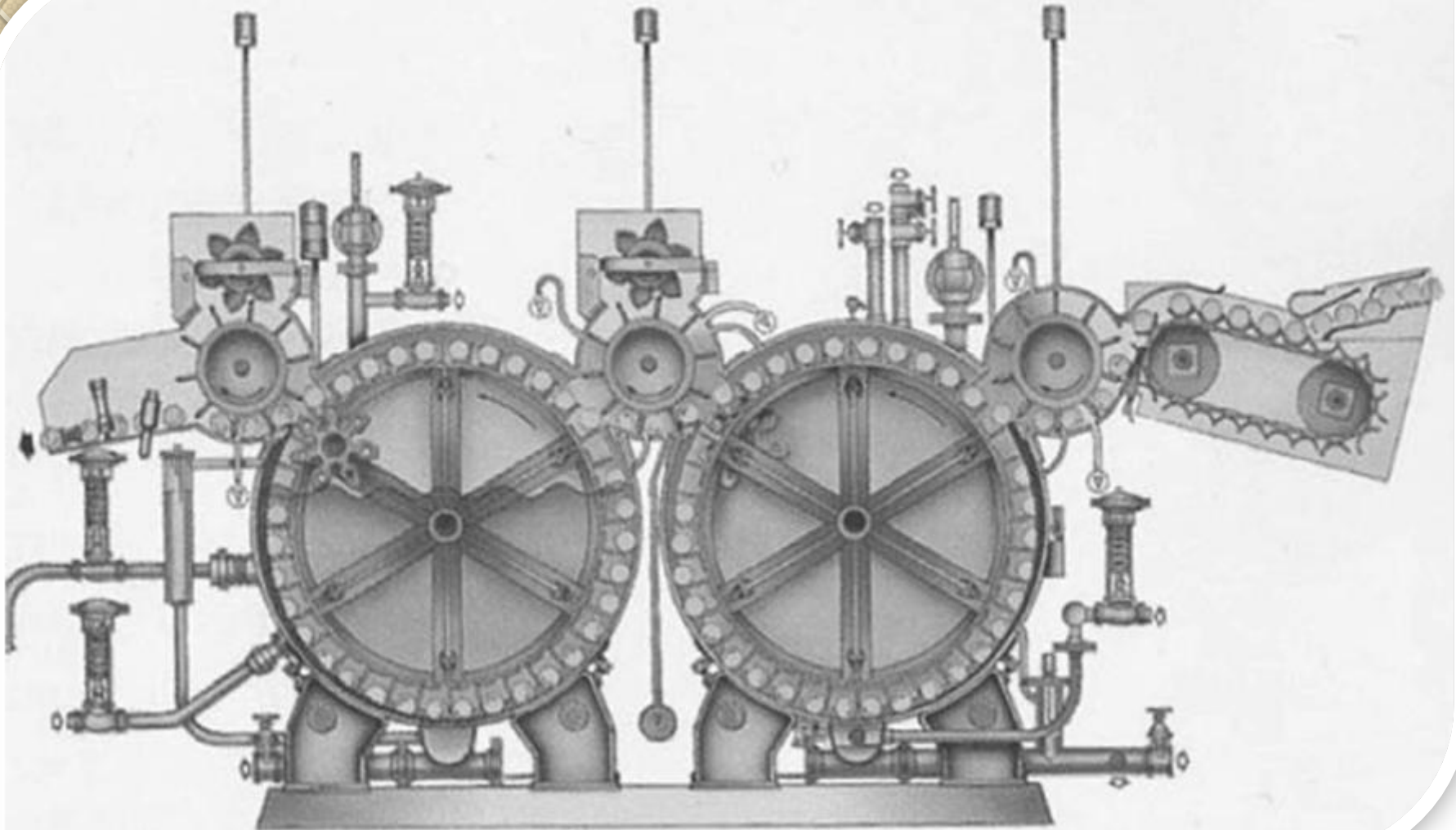


# MESIN DAN PERALATAN STERILISASI

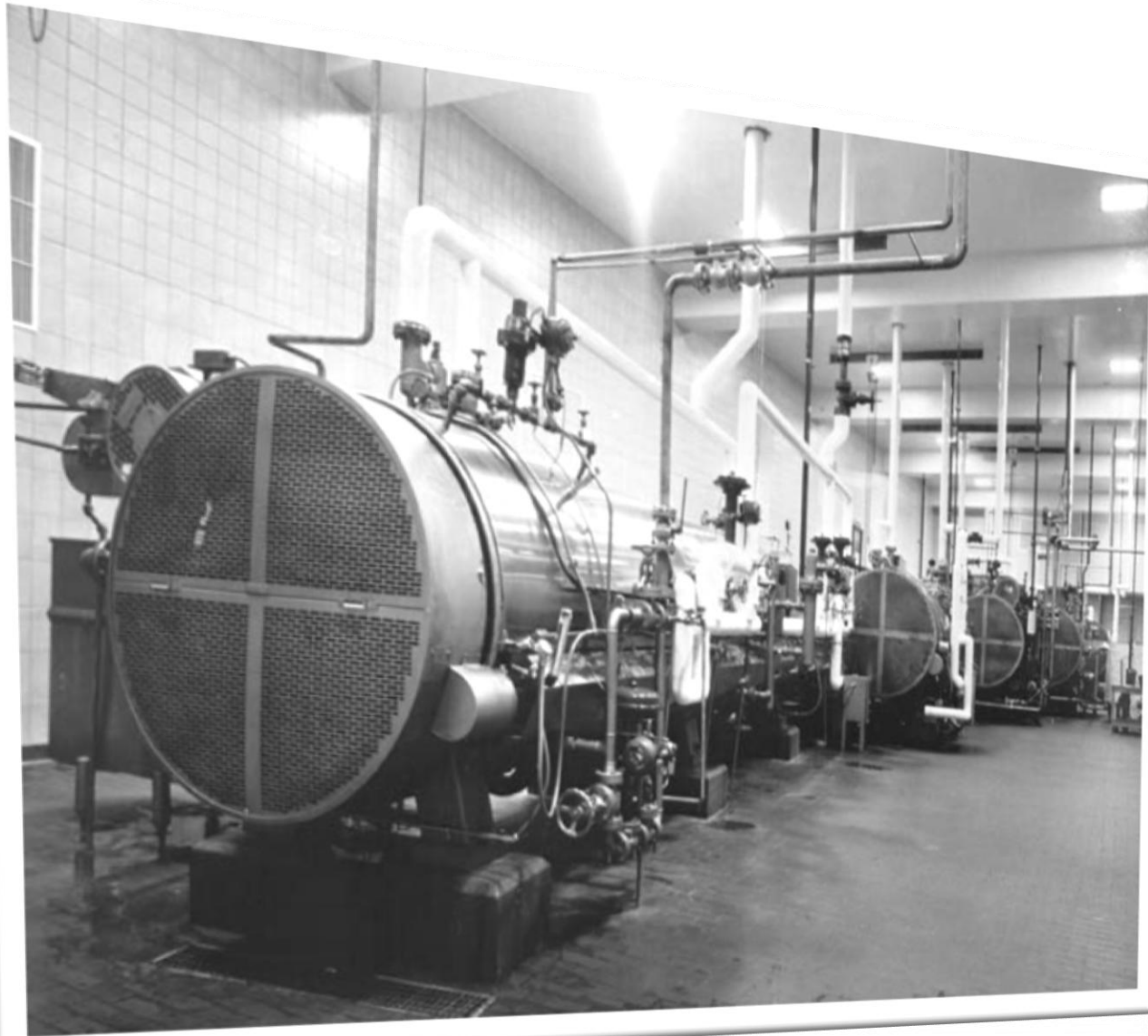


**CRATELESS RETORT**

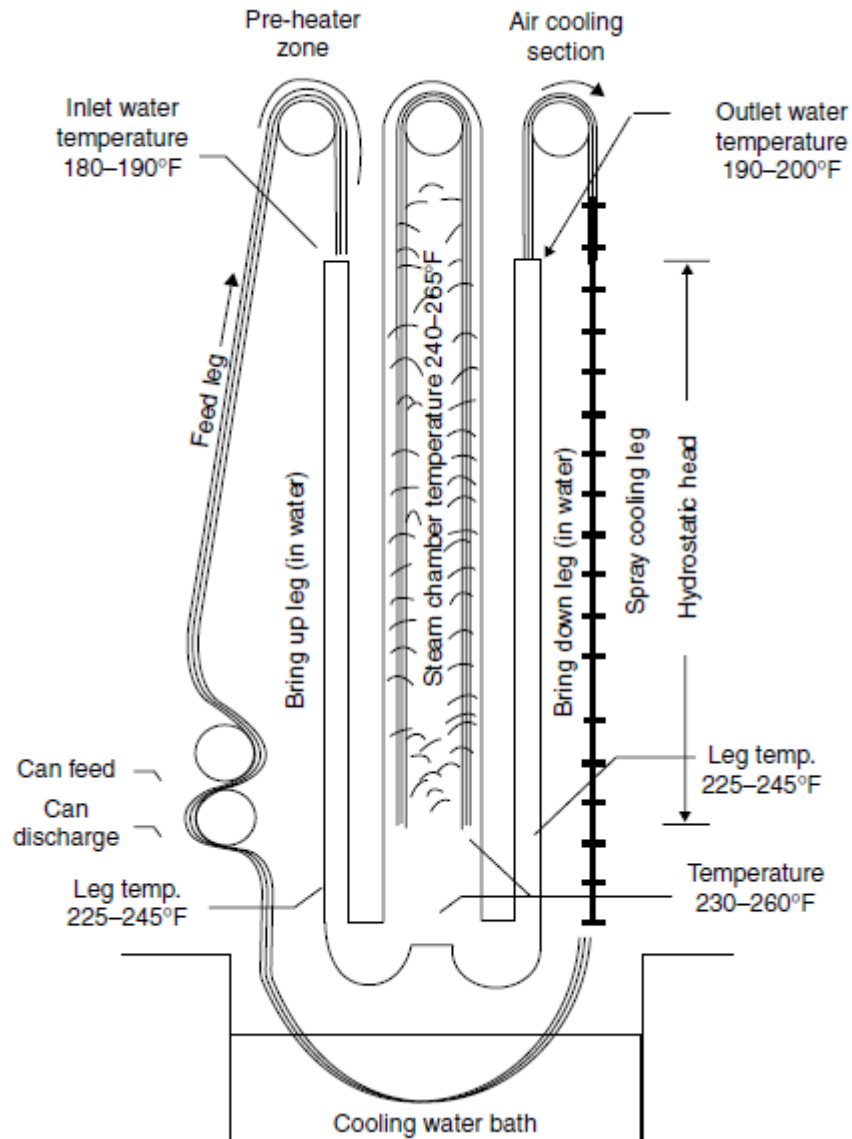
# Horizontal Rotary Sterilizer

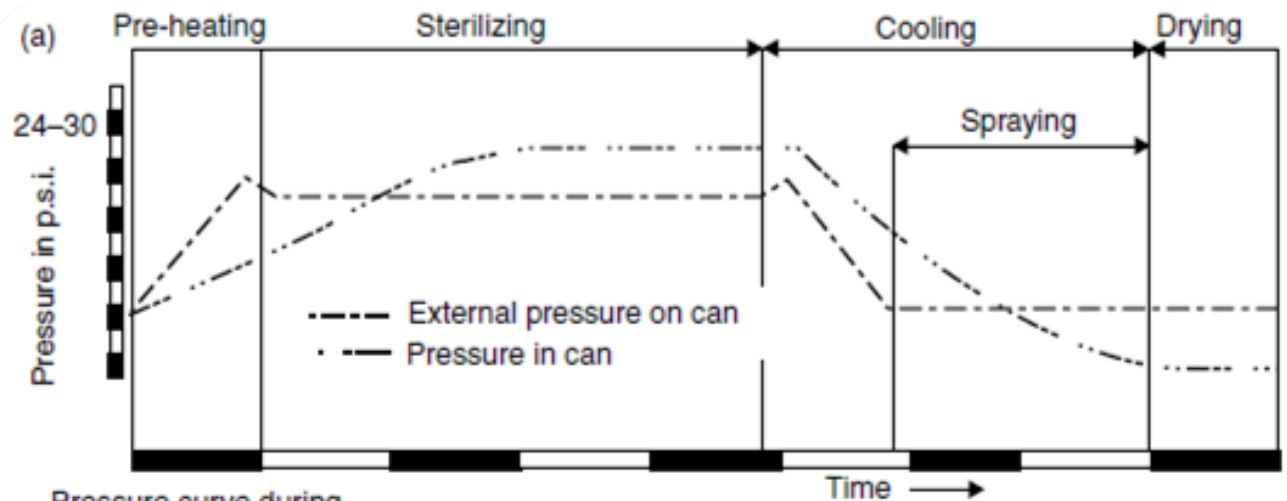




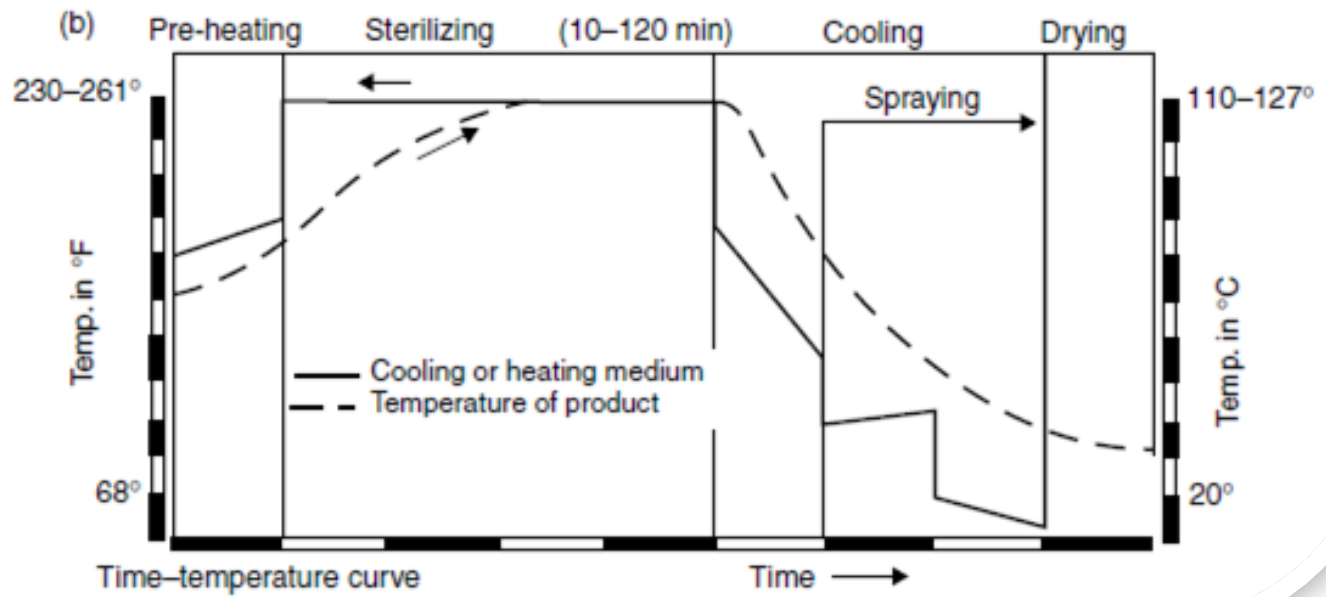


# HYDROSTATIC STERILIZER





Pressure curve during continuous sterilization



Time-temperature curve

# **Pengolahan Pangan Non Termal**

- **High Hydrostatic Pressure (HHP)**
- **Pulsed Electric Field (PEF)**
- **Ultrasound**
- **Pulsed Light (PL)**
- **Irradiation**
- **Electron Beam**
- **Oscillating Magnetic Field (OMF)**
- **Ozone**
- **Gas, plasma**

# 1. Pengolahan dengan Tekanan Tinggi (High Pressure Processing/ HPP)

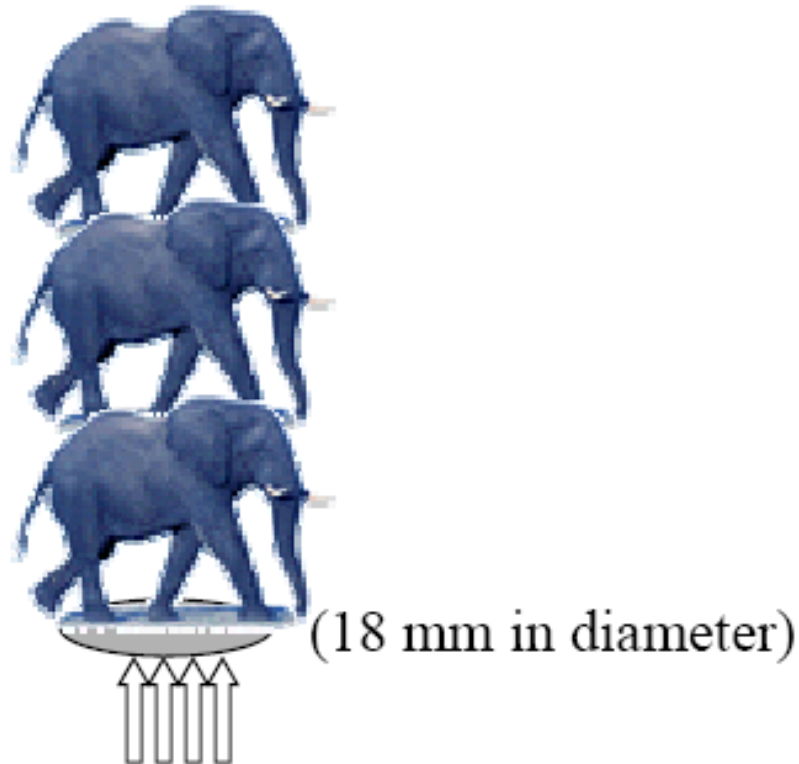
- **High Pressure Processing (HPP) atau High Hydrostatic Pressure (HHP) atau Ultra High Pressure (UHP)**



**suatu proses pengolahan pangan padat dan cair dengan atau tanpa kemasan dengan menggunakan tekanan antara**

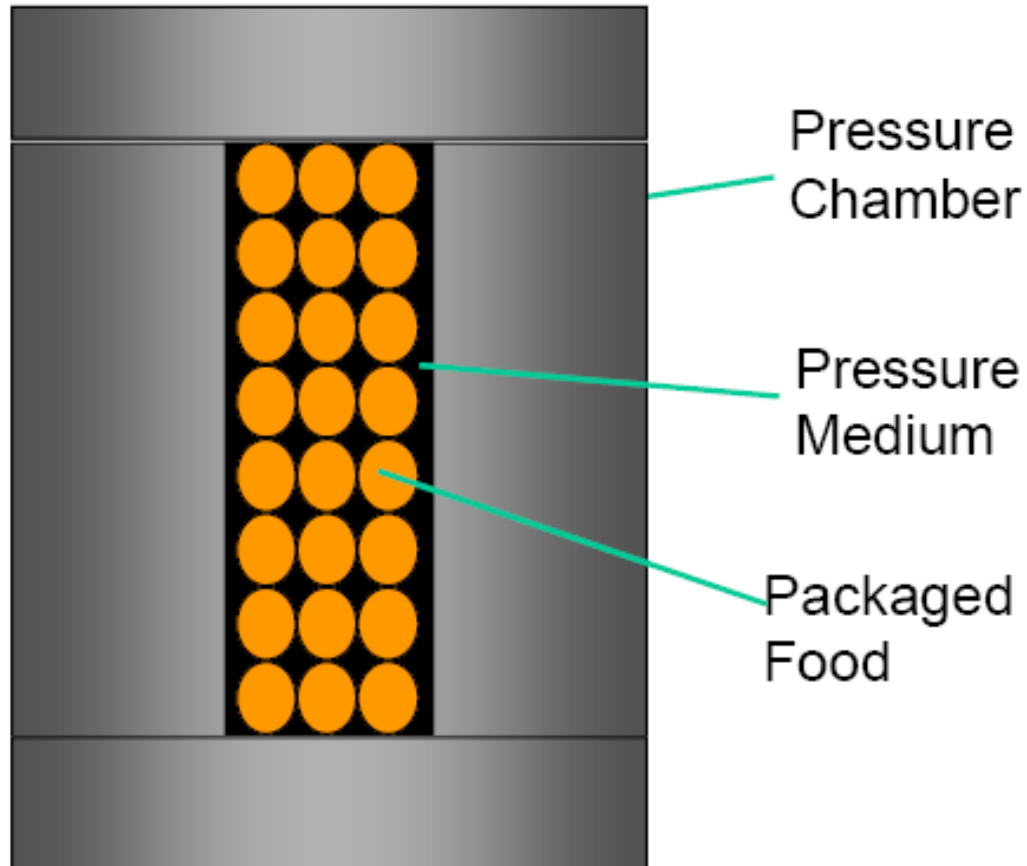
**40 – 1000 Mpa selama 1- 20 menit**

**Tiga ekor Gajah Afrika @ 5 ton, berdiri di atas piringan berdiameter 18 mm**



600 MPa or 87,000 psi

# Skema proses High Pressure Processing



## Efek High Pressure Processing

- Pada jus jeruk yang diproses pada 483 Mpa, 60 detik → penurunan jumlah patogen (*E.coli*, *salmonella*) sebesar 7 log cycle
- Kerang → tetap segar
- Daging → pada 600 Mpa, menurunkan *L.monocytogenes* sebesar 3 – 4 log cycle

**HHP bekerja secara cepat dan seragam melalui “massa” makanan dan tidak tergantung ukuran bentuk dan komposisinya**



# Fasilitas HPP (courtesy : Rutgers HHP)



# HHP pada Tiram



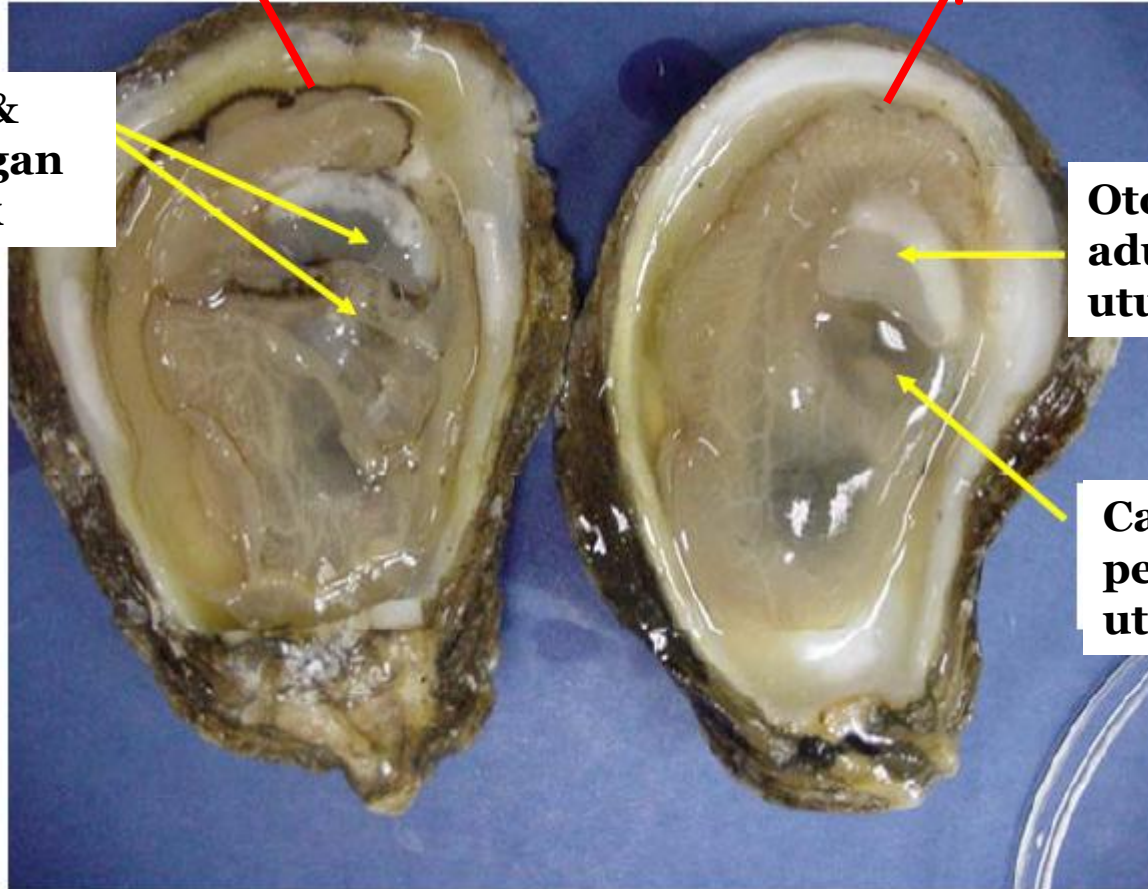
**Tetap  
segar**

**Motivatit Seafoods, Inc., Houma, LA**

**Pengolahan tradisional**

**Dengan HPP**

**Otot &  
jaringan  
rusak**



**Otot  
aduktor  
utuh**

**Cavity  
pericardial  
utuh**

**Tiram**



# Jus Cranberry



Refrigeration  
 $\sim 4^{\circ}\text{C}$

Control

HHP



Room Temperature  
 $\sim 22^{\circ}\text{C}$

## 2. Pulsed Electric Field

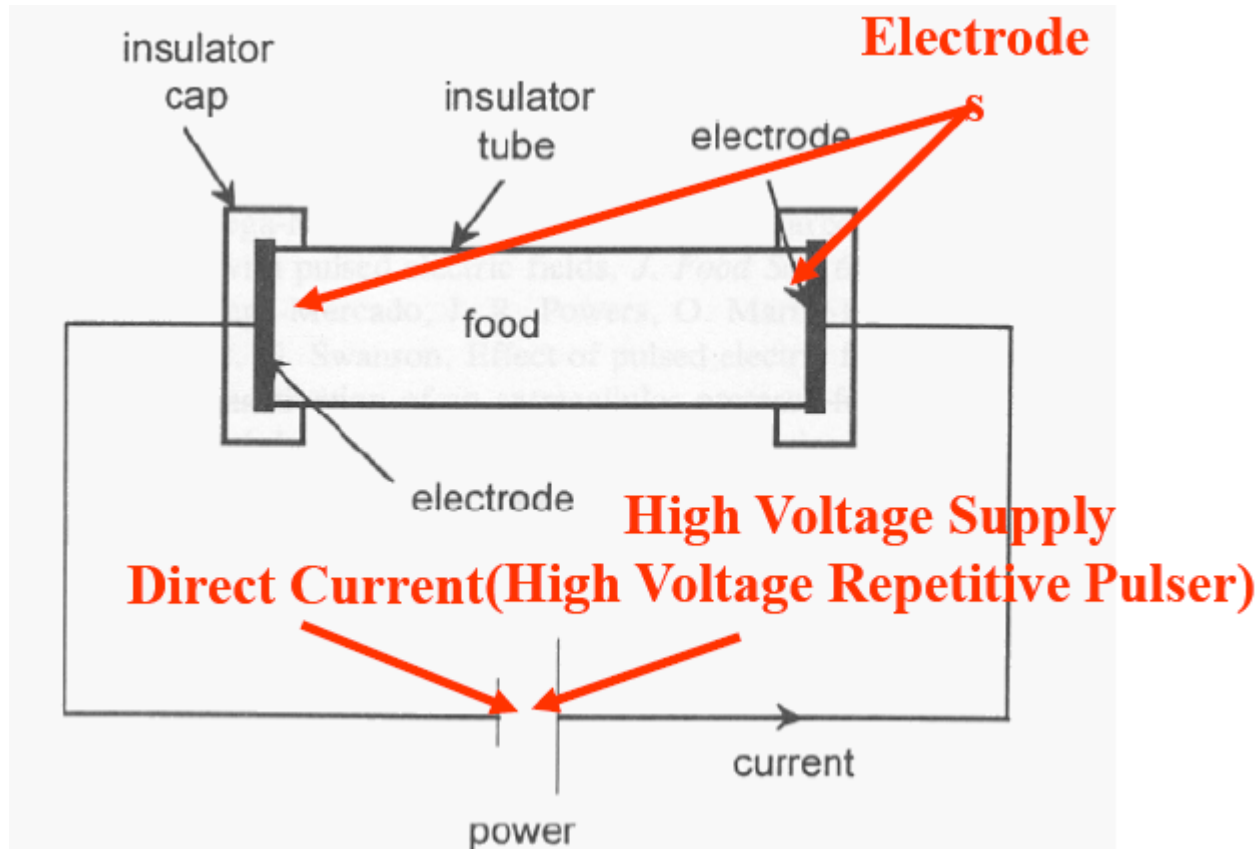
- Pemberian pulsa tegangan tinggi kepada produk yang berada diantara dua elektrode
- Diantara 10 – 80 kV/cm selama 10 – 10000  $\mu$ s

### Kelebihan :

- Mampu mempertahankan physical, chemical properties
- Mampu mempertahankan nutrisi
- Butuh energi rendah → murah

**Produk : Jus Buah, Jus sayuran, Sup kacang polong, Larutan brine, Telur kocok**

# Bagan Pulsed Electric Field

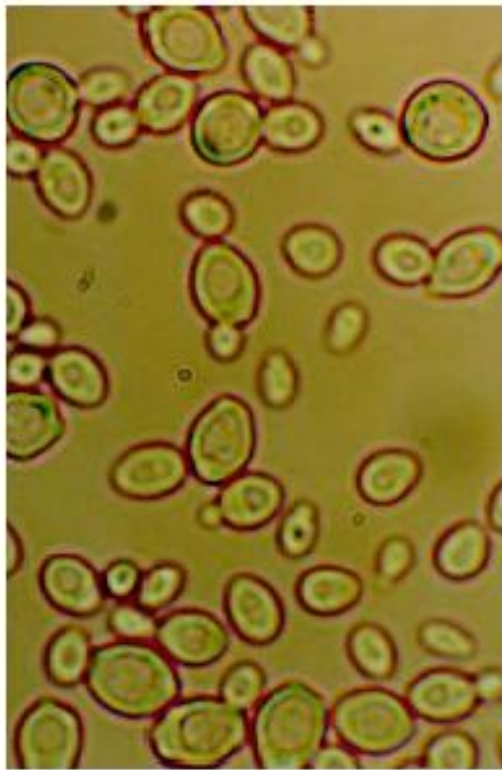


## Hasil Penelitian tentang PEF

- **(1967) Sale dan Hamilton dan (1983) Hulsheger** → inaktivasi dari sejumlah mikroba bergantung pada kuat tegangan dan jumlah waktu yang digunakan.
- **(2001) Aronsson et al** → pembunuhan mikroba berhubungan dengan kuat tegangan, waktu dan jumlah kejutan yang digunakan. Jumlah dari *E.coli*, *L.innocua*, *L.mesenteroides*, dan *S.cereviceae* menurun ketika salah satu parameter ditambah.
- **(2008) Shamsi** → suhu awal bahan mempengaruhi keefektifan pembunuhan mikroba

# Visualisasi sel yeast dg PEF (courtesy Howard Zhang, OSU)

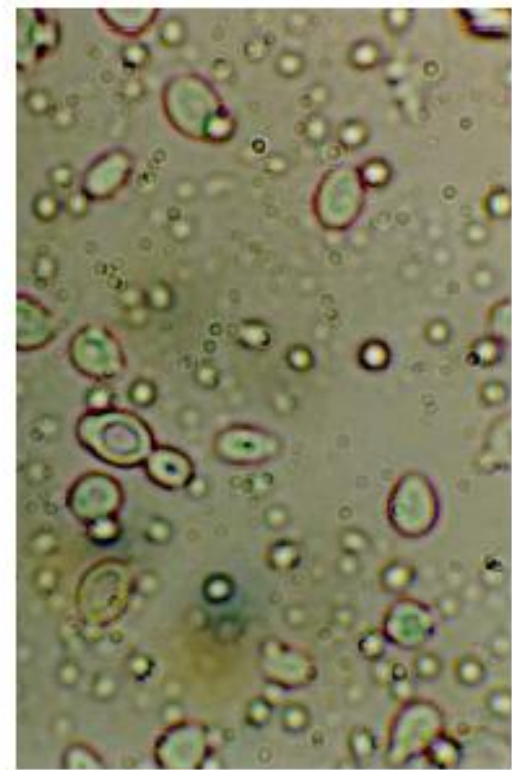
n = 1 pulse



n = 10 pulse



n = 100 pulse





### 3. IONIZING RADIATION

- **Radiasi : mekanisme pindah panas dalam kondisi vakum**
- **Non Ionizing radiation : microwaves, ionizing radiation**
- **Ionizing radiation : x-rays, gamma rays, dan energi dari isotop radioaktif**
- **Irradiasi : ionizing radiation**

- **Irradiasi** : proses mengekspose makanan pada radiasi ionisasi (*ionizing radiation*).
- **Tujuan** :
  1. membunuh m.o, bakteri, virus, serangga
  2. mencegah kemasakan, meningkatkan jumlah sari
  3. Makanan yg diiradiasi tidak menjadi “radioaktif” tapi akan mengalami perubahan kimiawi
  4. Bisa untuk pengolahan non-food seperti plastik, ban, pipa gas, sparepart kendaraan dsb

# **Ionizing Radiation**

- **Energi berada pada level tinggi sehingga elektron akan meninggalkan orbit membentuk ion-ion.**
- **Ion-ion tsb menyebabkan kerusakan pada m.o, serangga dan perusak lain**
- **Sumber radiasi : cobalt-60, cesium-137, akselerasi linier**
- **Menggunakan elektrode batang → penetrasi 2 – 3 cm dan baik untuk produk tipis**
- **Sinar gamma lebih efektif utk penetrasi (lebih dalam)**

# Produk Makanan yang diproses dg Ionizing Radiation

- Kentang
- Rempah-rempah
- Sayuran kering
- Daging sapi, ham, ayam

- Perlu pelabelan makanan “treated by irradiation”
- Logo “Radura” harus tampak

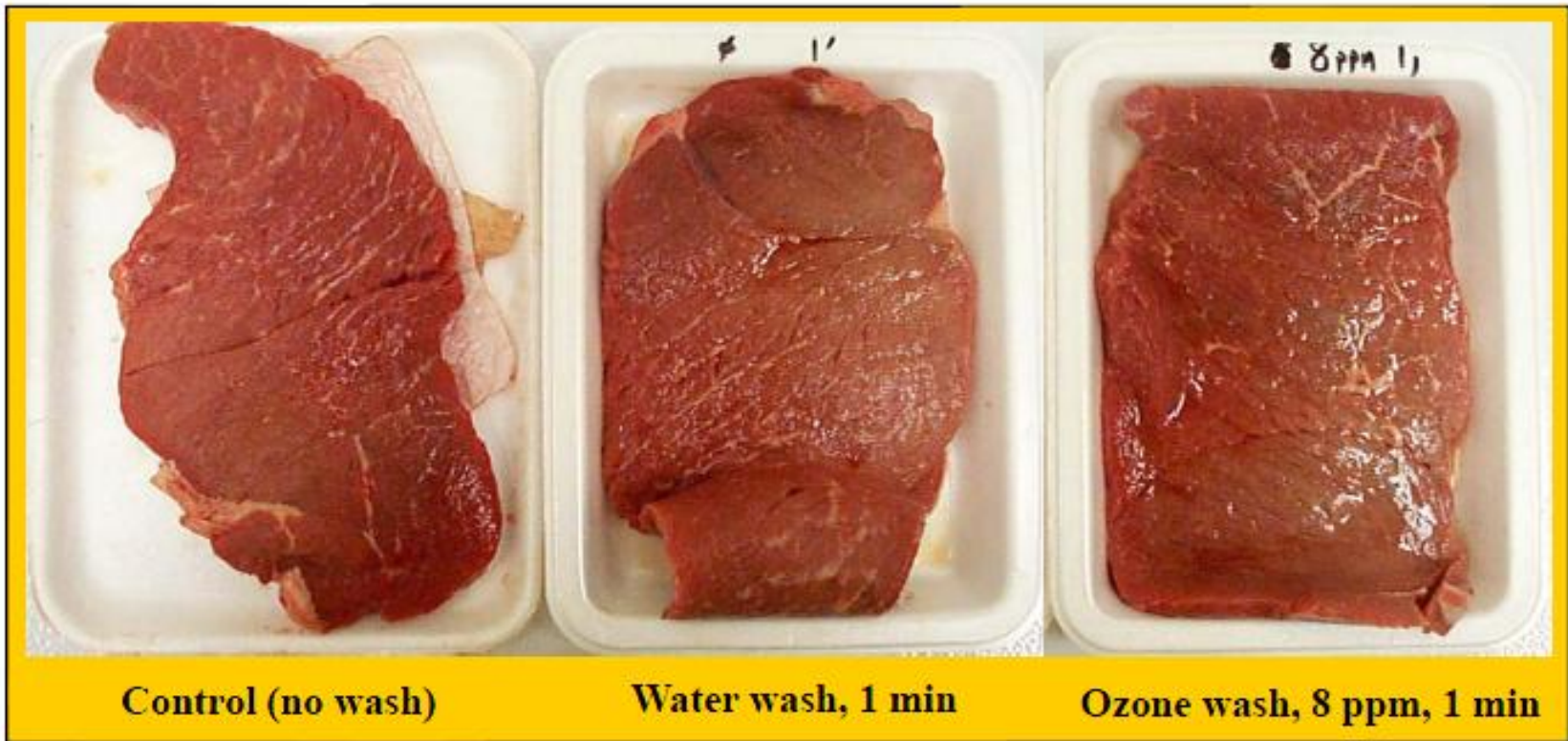


## 4. Ozone (O<sub>3</sub>) Processing

- **Gas terdiri dari 3 atom oksigen**
- **Sangat reaktif , merupakan senyawa pengoksidasi kuat → *conventional water treatment***
- **Tidak stabil**
- **Mudah larut dalam air (lebih larut dari oksigen)**

# Efek pada Daging

courtesy : James Yuan, Air Liquide



**Ozone treatment: up to 97% reduction of *E. coli***

**Sensory Evaluation (after cooked): No significant Difference**

**Appearance (color and texture): No Significant Difference**

# Efek pada Strawberry

courtesy : James Yuan, Air Liquide

Disimpan 2 minggu; 2°C



**Fresh**



**Ozone treated**

**Control**



# Efek pada Lettuce

courtesy : James Yuan, Air Liquide

Disimpan 2 minggu; 5°C



**Control**

**Ozone treated + MAP**