

Mesin Pengolahan Pangan

(Pengeringan, Pendinginan, Penggorengan dan Pengawetan)

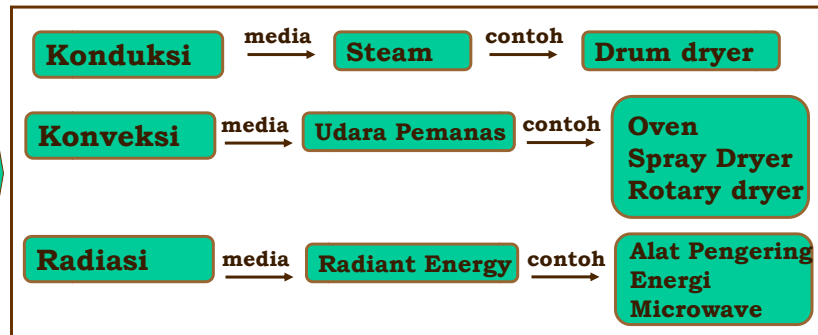


PENGERINGAN

Pengeringan

Pengeringan

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



**PROSES
PENGERINGAN**

**Keberadaan
Molekul Air**

**Bound Water
(molekul air terikat) :**

- Pada pipa2 kapiler
- Terserap pd permukaan
- di dlm dinding2 serat

Air Bebas Tidak Terikat :

- Biasanya berada di celah2 (voids) di dlm bahan pangan

Parameter

Kadar Air

Dimensi Produk

Suhu Pemanas

Keseimbangan Kadar Air yg bergantung pd:

- Sifat bahan
- Kondisi udara pengering

Laju Perpindahan Permukaan

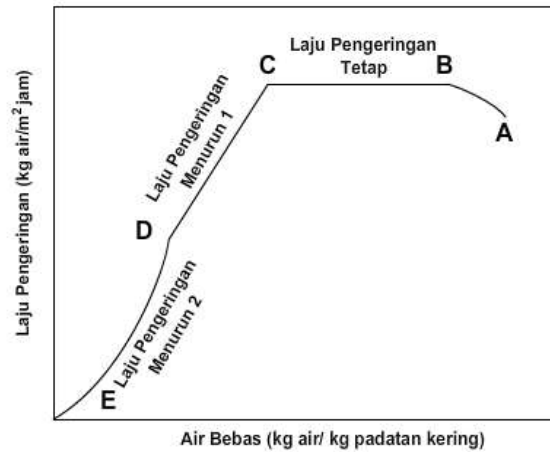
Laju Pengeringan

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 :

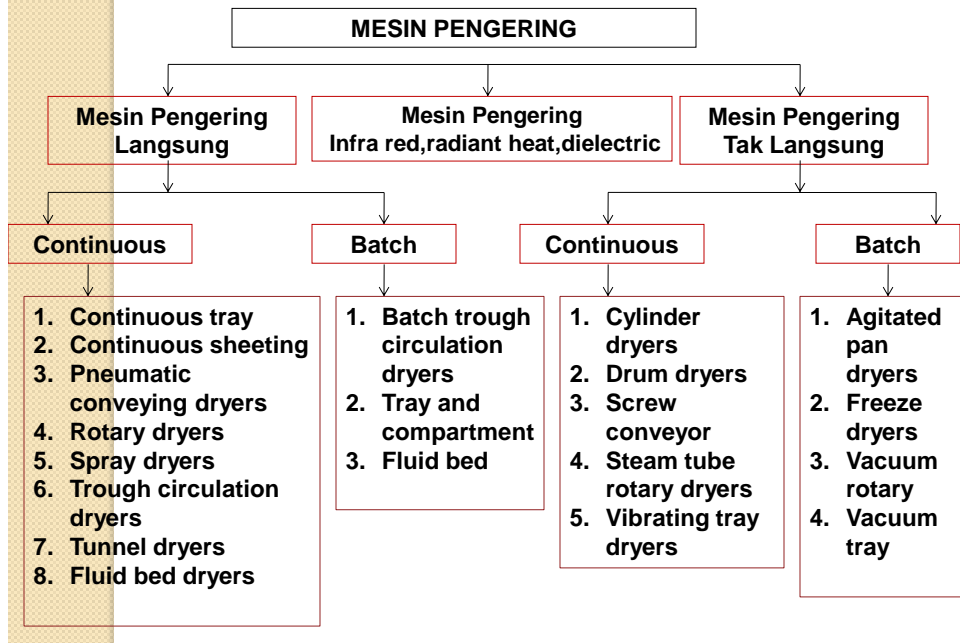
1. Suhu & kelembaban nisbi udara selama proses pengeringan: suhu rendah, RH tinggi  pengeringan lama
2. Kecepatan pergerakan udara yang melalui produk pertanian atau lamanya bahan melalui alat pengering
3. Kadar air produk pertanian yang dikeringkan
4. Varietas dari produk pertanian itu
5. Banyaknya 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)**
$$= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat air} + \text{berat bahan kering}} \times 100\%$$

- **Basis Kering
KA(bk)**
$$= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat bahan kering}} \times 100\%$$

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)

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

Type Continuous → Pengerig 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) diletakkan di screen pada bagian bawah tray kemudian dihembus dengan udara panas



2. Tray and Compartment Dryers

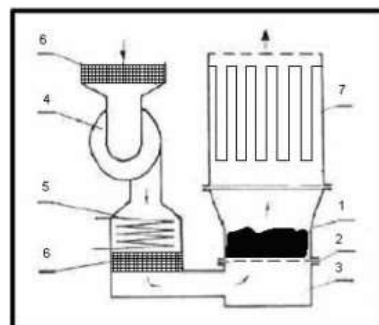
Udara panas melewati material yang diletakkan di atas tray



Mesin Pengering Langsung Tipe *Batch*

3. Fluid beds

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

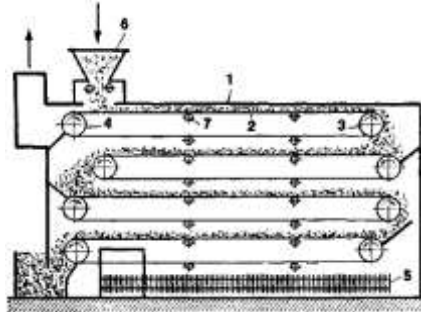


- 1. = vessel or chamber
- 2. = gas distributor
- 3. = plenum chamber
- 4. = blower
- 5. = heater
- 6. = filter
- 7. dust collector

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

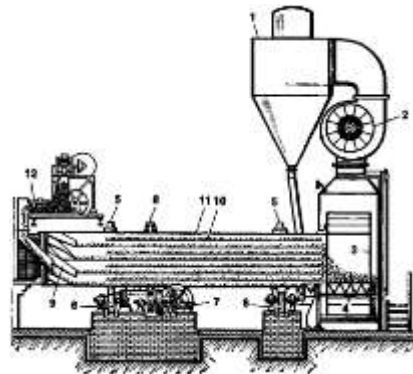


Continuous tray dryer: (1) drying chamber, (2) endless belt, (3) driving drums, (4) driven drums, (5) heater, (6) feeder, and (7) support rollers

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

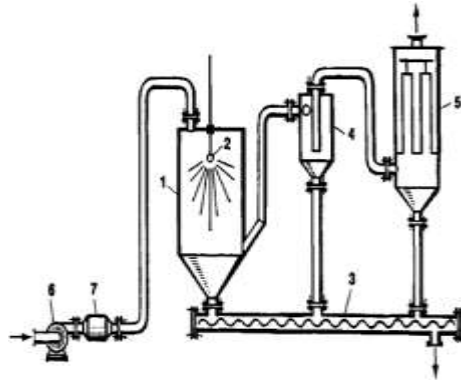


Direct rotary dryer: (1) cyclone, (2) blower, (3) product discharge chamber, (4) screw conveyor, (5) protruding rings, (6) support rollers, (7) drive, (8) girth gear, (9) spiral blades, (10) flights, (11) cylinder, and (12) feeder

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

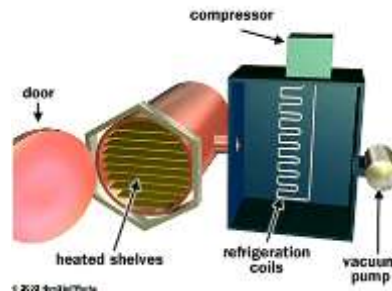
1. Agitated Pan Dryer

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.



Twin Cylinder Dryer with Nip Feed

Cocok untuk produk susu, detergent, yeast

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**

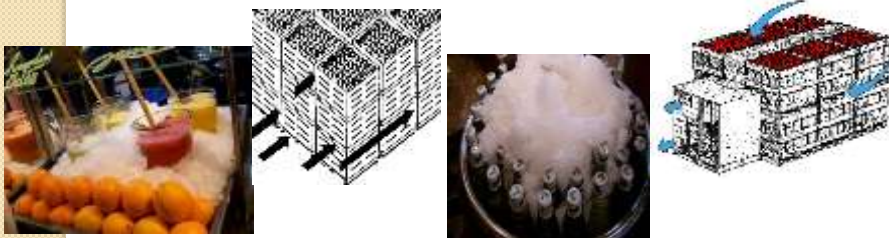
Penurunan mutu produk segar dapat dipengaruhi oleh :

- 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:

Aktivitas respirasi dan metabolisme

Proses penuaan (pematangan, pelunakan, perubahan warna dan tekstur



Kehilangan air dan pelayuan

Merusakkan karena aktivitas mikroba

Proses pertunasan

a. Precooling

| Jenis pendingin | Aplikasi |
|-------------------------------------|---|
| Udara dingin | Room cooling Forced air cooling |
| Air dingin | Hydrocooling |
| Kontak es | Crushed ice Liquid ice Dry ice |
| Evaporasi dari permukaan air | Evaporative Vacuum cooling |

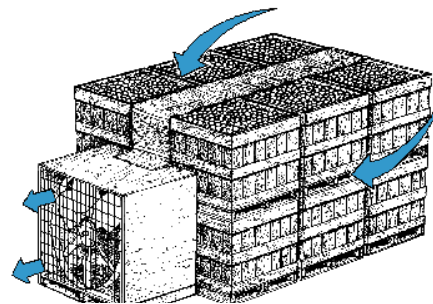
ROOM COOLING

- Mudah dioperasikan dg menempatkan produk dalam ruang pendingin
- Suhu pendingin lebih dari 0°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 disinfektant



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°C atau -109.3°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

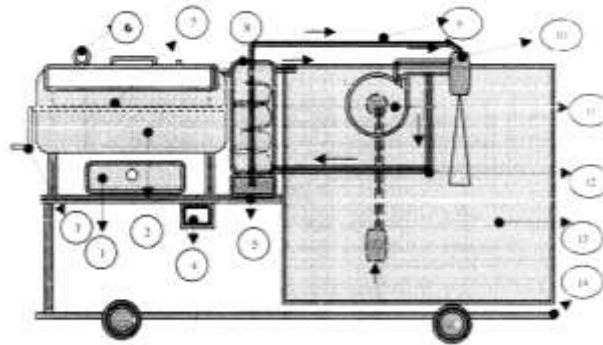
PENGGORENGAN VAKUM

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°C -200°C menjadi 80°C-100°C sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan rasa, aroma dan warna bahan (buah & sayur) yang digoreng

BAGIAN – BAGIAN PENGGORENG VAKUM



Keterangan :

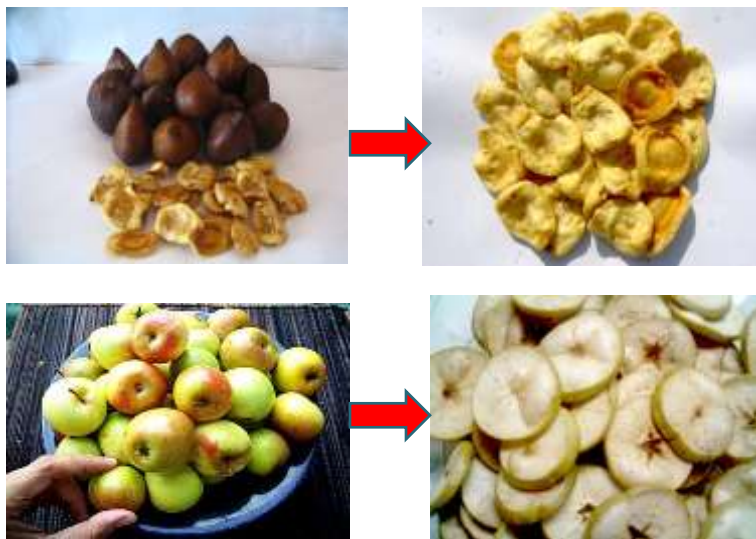
- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. Sumber panas | 8. Kondensor |
| 2. Tabung penggoreng | 9. Saluran hisap uap air |
| 3. Tuas pengaduk | 10. Water jet |
| 4. Pengendali suhu | 11. Pompa sirkulasi |
| 5. Penampung kondensat | 12. Saluran air pendingin |
| 6. Pengukur vakum | 13. Bak air sirkulasi |
| 7. Keranjang penampung bahan | 14. Kerangka |

Fungsi dari masing-masing komponen :

- 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.
- 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°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

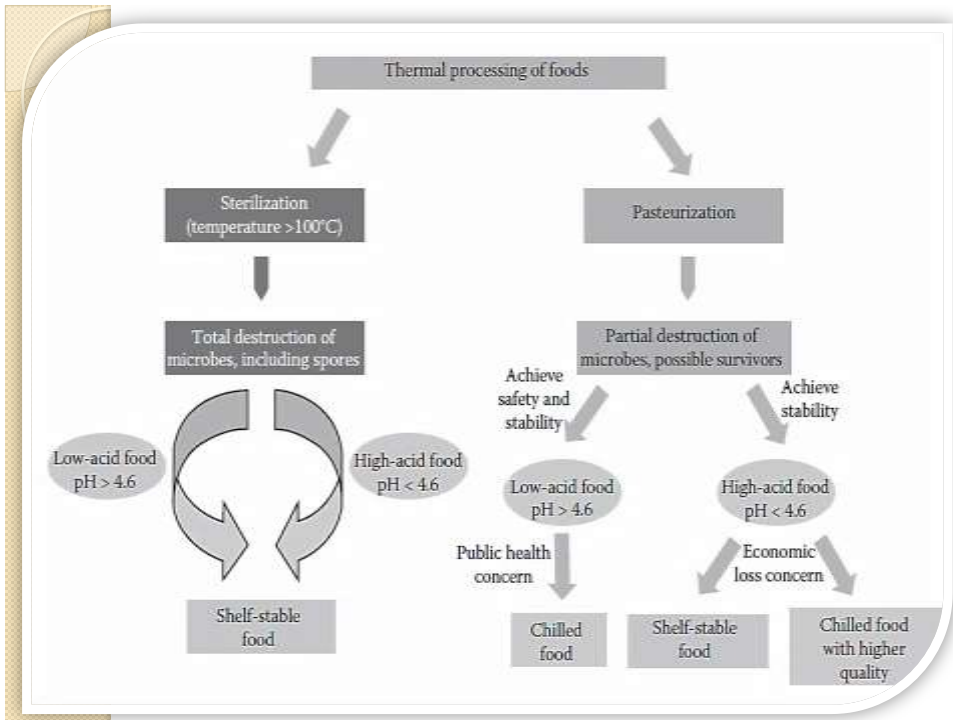
Pengawetan Non Thermal

Tujuan Pengolahan Pangan Non Termal

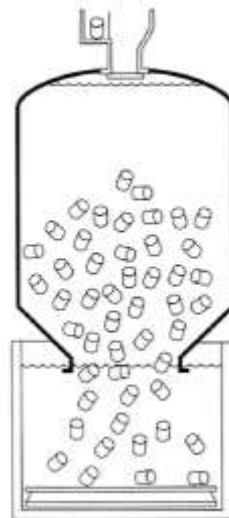
- **Keamanan keamanan (membunuh mikroorganisme)**
- **Meningkatkan daya cerna**
- **Meningkatkan umur simpan**
- **Pemberian bahan tambahan (tekstur, flavor, warna)**
- **Membuat produk baru**
- **Alternatif produk untuk minoritas (ex: alergi protein)**

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

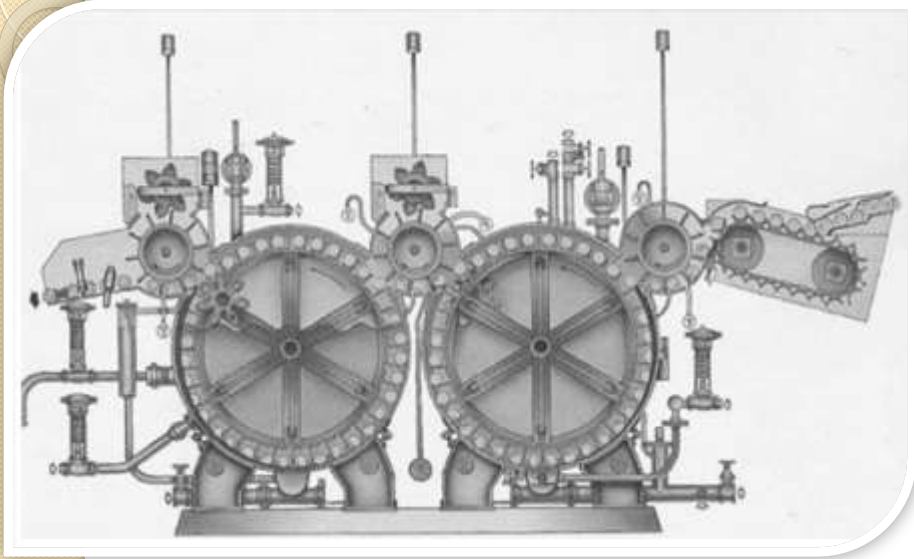


MESIN DAN PERALATAN STERILISASI

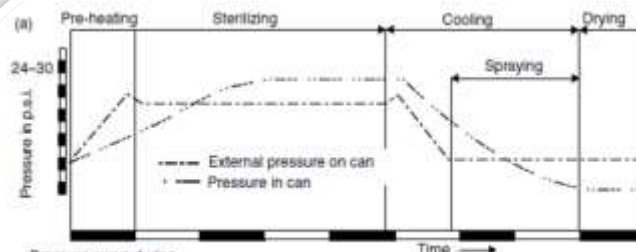
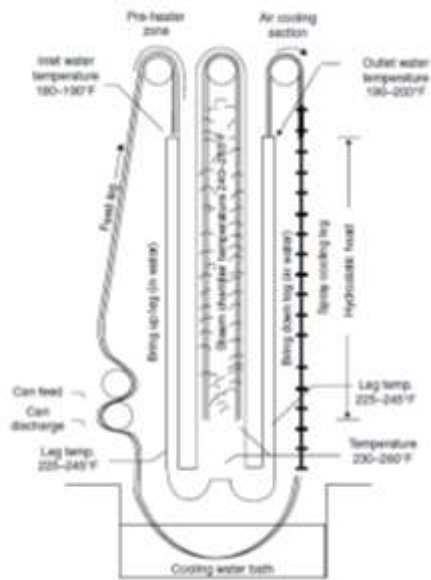


CRATELESS RETORT

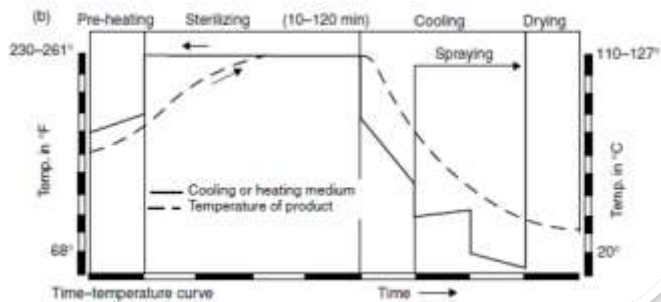
Horizontal Rotary Sterilizer



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

52

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

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

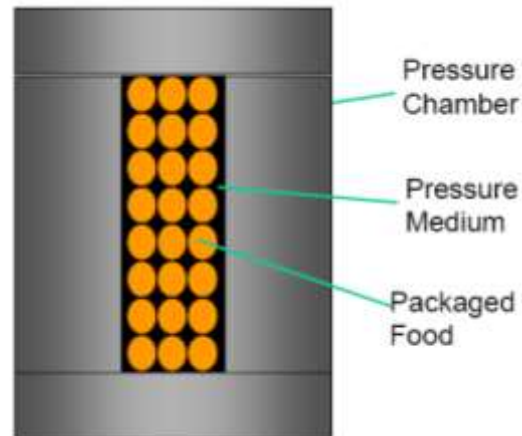


suatu proses pengolahan pangan padat dan cair dengan atau tanpa kemasan dengan menggunakan tekanan antara

40 – 1000 Mpa selama 1- 20 menit

53

Skema proses High Pressure Processing



55

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

56

Fasilitas HPP (courtesy : Rutgers HHP)



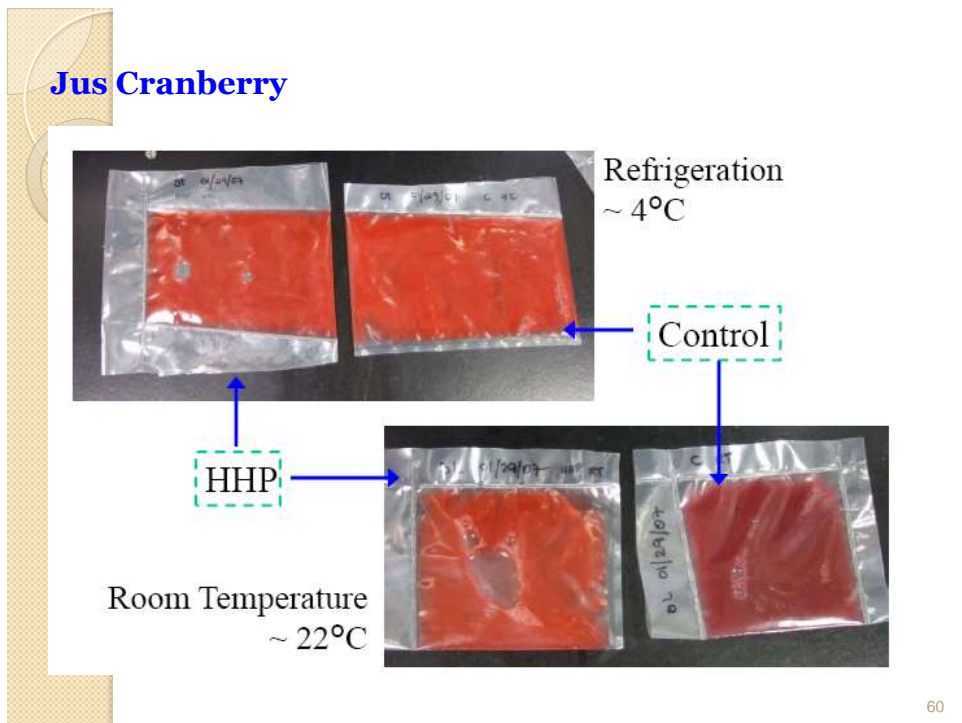
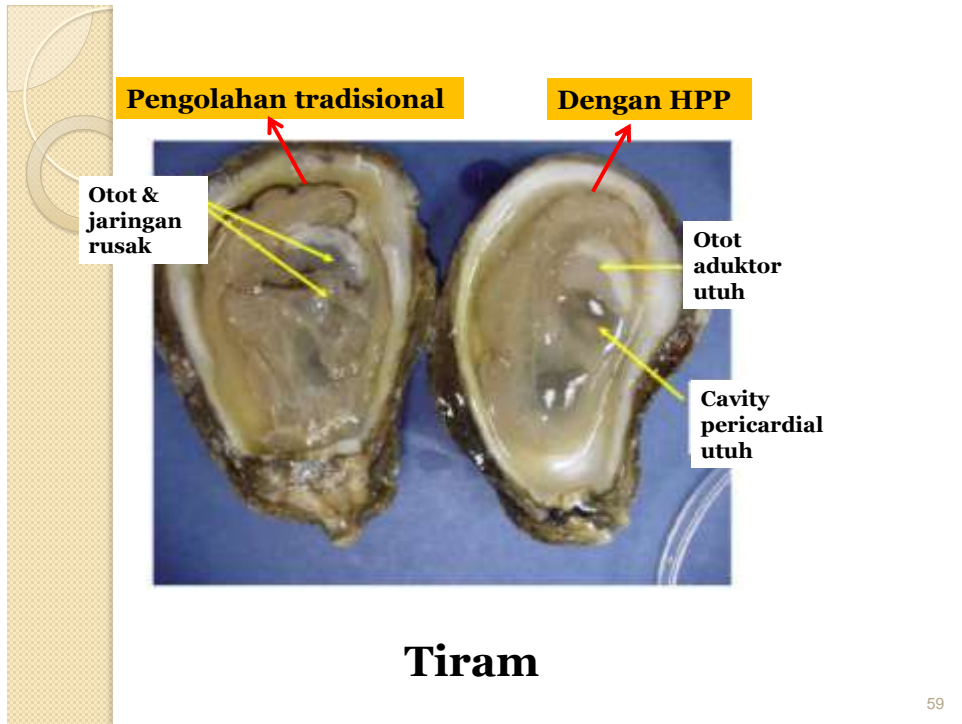
57

HHP pada Tiram



Tetap segar

58



2. Pulsed Electric Field

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

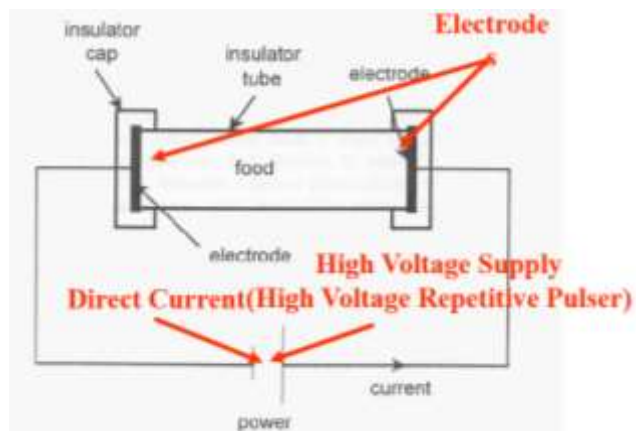
Kelebihan :

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

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

61

Bagan Pulsed Electric Field



62

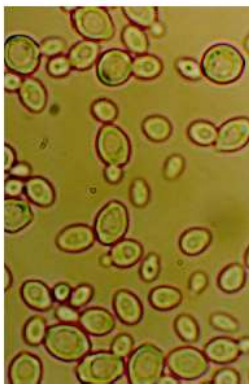
Hasil Penelitian tentang PEF

- **(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 kejut 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

63

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

n = 1 pulse



n = 10 pulse



n = 100 pulse



64

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

65

- 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

66

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)

67

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



68

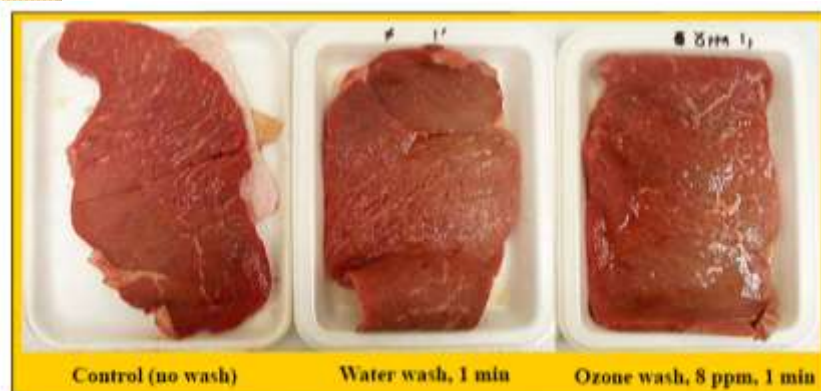
4. Ozone (O₃) Processing

- 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)

69

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

70

Efek pada Strawberry

courtesy : James Yuan, Air Liquide

Disimpan 2 minggu; 2°C



Fresh



Ozone treated

Control

71

Efek pada Lettuce

courtesy : James Yuan, Air Liquide

Disimpan 2 minggu; 5°C



Control

Ozone treated + MAP

72