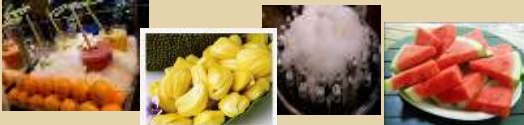


Mesin Pengolahan Pangan (Pengeringan, Pendinginan, Pengorengan dan Pengawetan)

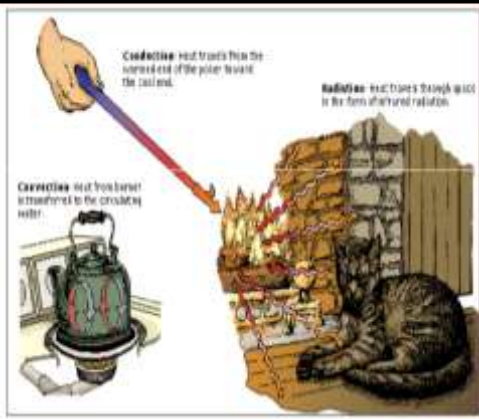
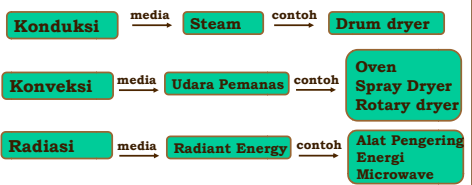


PENGERINGAN

Pengeringan

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

Pengeringan



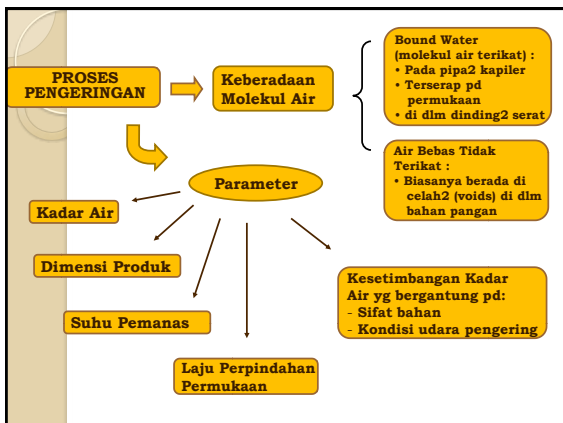
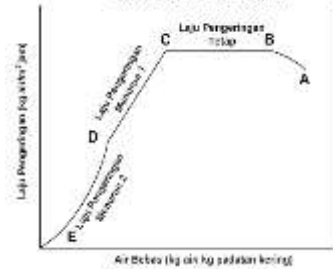
Laju Pengeringan

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 :

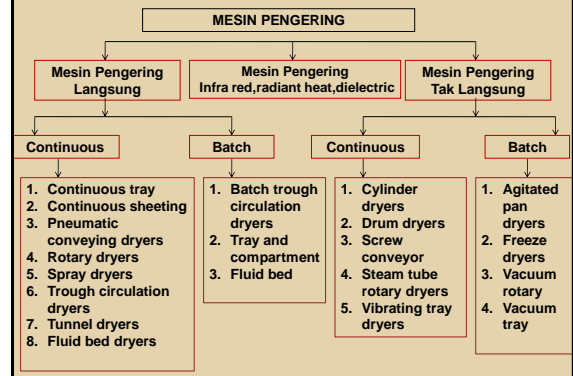
1. Suhu & kelembaban nisbi udara selama proses pengeringan: suhu rendah, RH tinggi → pengeringan lama
2. Kecepatan pergerakan udara yang melalui produk pertanian atau lamanya bahan melalui alat pengering
3. Kadar air produk pertanian yang dikeringkan
4. Varietas dari produk pertanian itu
5. Banyaknya 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)

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



2. Tray and Compartment Dryers

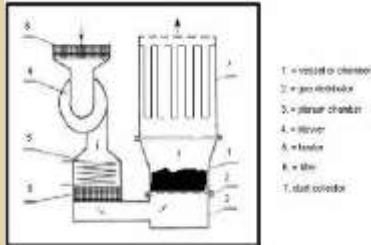
Udara panas melewati material yang diletakkan di atas tray



Mesin Pengering Langsung Tipe Batch

3. Fluid beds

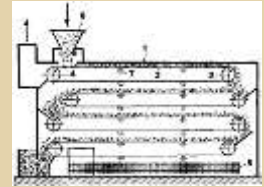
material padat difluidisasi di atas plenum chamber yang dibagian atasnya terdapat filter dan dust collector



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 dihebus dg arah tegak lurus belt

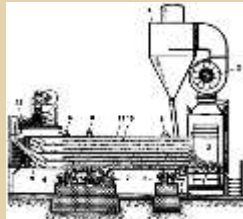


Continuous tray dryer: (1) drying chamber, (2) endless belt, (3) driving drums, (4) driven drums, (5) heater, (6) feeder, and (7) support rollers

Mesin Pengering Langsung Tipe Kontinyu

2. Rotary Dryers

Untuk mengeringkan bahan yang halus, biji-bijian. Bahan diletakkan di atas conveyor dan dihebus dengan udara panas yang berada di dalam rotating cylinder

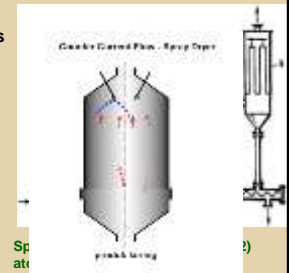
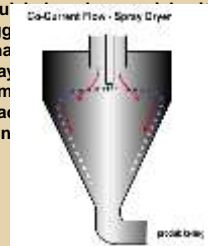


Direct rotary dryer: (1) cyclone, (2) blower, (3) product discharge chamber, (4) screw conveyor, (5) protruding rings, (6) support rollers, (7) drive, (8) girth gear, (9) spiral blades, (10) flights, (11) cylinder, and (12) feeder

Mesin Pengering Langsung Tipe Kontinyu

3. Spray Dryers

Untuk mengeringkan bahan yang halus, biji-bijian. Bahan diletakkan di atas conveyor dan dihebus dengan udara panas yang berada di dalam rotating cylinder



Spray dryer: (1) spray nozzle, (2) product recovery, (3) cyclone, (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 Continuous → pengeringan dicapai dengan melewati bahan secara kontinyu melalui kontak udara panas.

Mesin Pengering Tak Langsung Tipe Batch

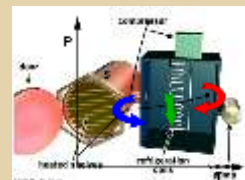
1. Agitated Pan Dryer

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 ke bagian antara silinder.
Ketebalan bahan tergantung pengaturan jarak antara cylinder.



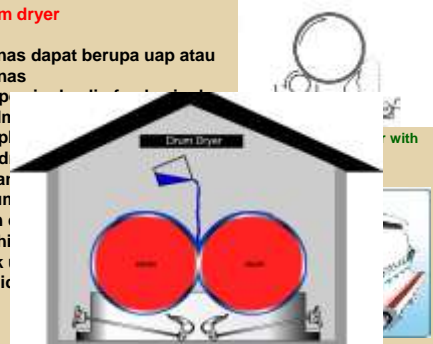
Twin Cylinder Dryer with Nip Feed

Cocok untuk produk susu, detergent, yeast

Mesin Pengering Tak Langsung Tipe Kontinyu

2. Drum dryer

- Pemanas dapat berupa uap atau air panas
- Ada tipe untuk bahan dengan fine film
- Roll aplikasi untuk drum d
- Lapisan tipis ke drum
- Bahan kering menghi
- Cocok untuk pestisida



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

Kerusakan 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 150m³/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 ($^{\circ}\text{C}$) | 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

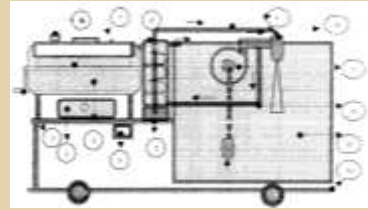
PENGGORENGAN VAKUM

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 :

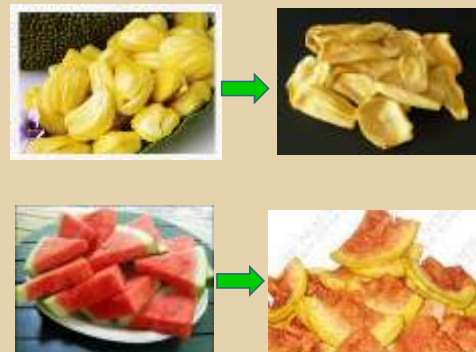
- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. Sumber panas | 8. Kondensor |
| 2. Tabung penggoreng | 9. Saluran hisap uap air |
| 3. Tuas pengaduk | 10. Water jet |
| 4. Pengendali suhu | 11. Pompa sirkulasi |
| 5. Penampung kondensat | 12. Saluran air pendingin |
| 6. Pengukur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

Fungsi dari masing-masing komponen :

- 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°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



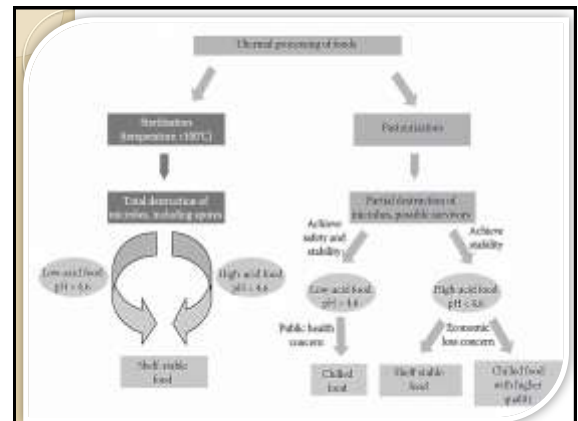
Pengawetan Non Thermal

Tujuan Pengolahan Pangan Non Termal

- 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



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

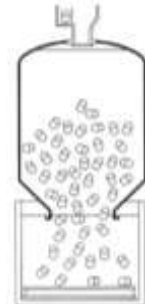
✗ Pasteurisasi

makanan pH rendah (pH > 4.5) → membunuh m.o patogen (susu : 15 detik pd 71.5°C)

makanan pH tinggi (pH < 4.5) → meningkatkan umur simpan dg membunuh m.o pembusuk (jamur)

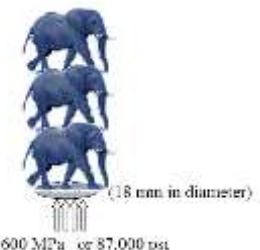
✗ **Heat Sterilization** → membunuh enzim dan mikroba (T > 100 °C) → makanan kaleng dan makanan dalam kemasan

MESIN DAN PERALATAN STERILISASI



CRATELESS RETORT

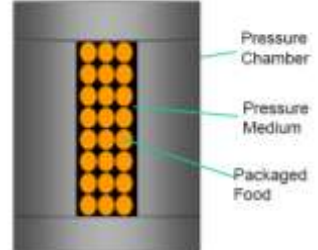
Tiga ekor Gajah Afrika @ 5 ton, berdiri di atas piringan berdiameter 18 mm



(18 mm in diameter)
600 MPa or 87,000 psi

55

Skema proses High Pressure Processing



Pressure Chamber
Pressure Medium
Packaged Food

56

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


57

Fasilitas HHP (courtesy : Rutgers HHP)



58

HHP pada Tiram




Tetap segar

Motivati Seafoods, Inc., Houma, LA

59

Pengolahan tradisional **Dengan HPP**



Otot & jaringan rusak

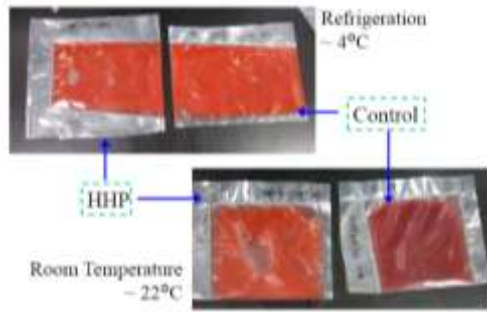
Otot aduktor utuh

Cavity pericardial utuh

Tiram

60

Jus Cranberry



61

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

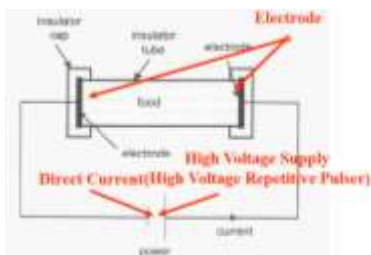
Kelebihan :

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

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

62

Bagan Pulsed Electric Field



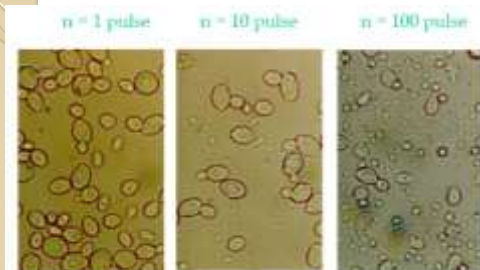
63

Hasil Penelitian tentang PEF

- (1967) Sale dan Hamilton dan (1983) Hulsheger \rightarrow inaktivasi dari sejumlah mikroba bergantung pada kuat tegangan dan jumlah waktu yang digunakan.
- (2001) Aronsson *et al* \rightarrow 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 \rightarrow suhu awal bahan mempengaruhi keefektifan pembunuhan mikroba

64

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



65

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

66

- 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 diirradiasi tidak menjadi "radioaktif" tapi akan mengalami perubahan kimiawi
 4. Bisa untuk pengolahan non-food seperti plastik, ban, pipa gas, sparepart kendaraan dsb

67

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)

68

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



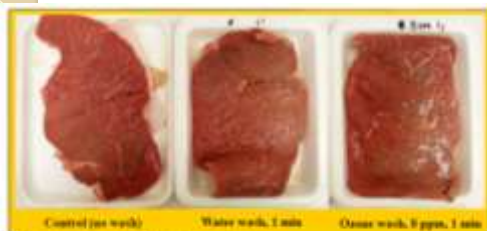
69

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)

70

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

71

Efek pada Strawberry courtesy : James Yuan, Air Liquide



Fresh

Ozone treated

Control

72

Efek pada Lettuce

courtesy : James Yuan, Air Liquide

Disimpan 2 minggu; 5°C



Control

Ozone treated + MAP

73