

NOVEL PROCESS PADA PENGOLAHAN PANGAN

Tujuan Instruksional Khusus :

- Mahasiswa mampu menjelaskan berbagai novel proses pada pengolahan bahan pangan

- Keinginan konsumen : mengkonsumsi pangan alami dengan masa simpan yang panjang

diperoleh dengan teknologi olah minimal

- memperpanjang masa simpan
- mempertahankan nilai gizi
- mempertahankan karakteristik sensori (sedikit kerusakan pada pigmen, flavor dan vitamin)

karena penggunaan panas yang minimal

Tabel 1. Contoh Novel process yang diaplikasikan untuk pengolahan minimal pada bahan pangan

Electro heating (radio frequency), microwave dan ohmic heating
High pressure processing
High voltage electrical discharge
High intensity light
Ultrasound
Modified Atmosphere Packaging
Jet impactation
Gamma radiation
Lasers and Masers
Microfiltration
X-rays
Cryogenic thermal shock
Immobilised enzymes
Active Packaging
Ozone
Nitrous Oxide

- Kombinasi perlakuan pengolahan minimal dengan :

- suhu
- a_w
- bahan pengawet
- modified atmosphere
- keasaman
- potensial redoks

menghambat pertumbuhan mikroba \Rightarrow Hurdle Concept

Tabel 2. Keuntungan dan kelemahan metode novel pada pengolahan minimal

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Medan listrik	<ul style="list-style-type: none"> Membunuh sel vegetatif Mempertahankan warna, flavor dan gizi Tidak toksik Waktu relatif singkat 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak mempengaruhi enzim dan spora Sulit digunakan untuk bahan konduktif Hanya cocok untuk bahan cair atau partikel di dalam cairan Hanya efektif jika dikombinasikan dengan panas Produk elektrolisis dapat berpengaruh buruk terhadap bahan Aman terhadap lingkungan Masalah dalam scaling-up process 	<ul style="list-style-type: none"> Pada bahan pangan cair Pasteurisasi jus buah, sop, telur dan susu Accelerated thawing Decontaminasi bahan pangan yang sensitif terhadap panas

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Tekanan Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Membunuh sel vegetatif dan spora pada suhu lebih tinggi Mempertahankan warna, flavor dan gizi Tidak toksik Waktu relatif singkat Terjadi perubahan tekstur yang diinginkan Lebih disukai konsumen 	<ul style="list-style-type: none"> Sedikit pengaruhnya terhadap aktivitas enzim Beberapa mikroba dapat bertahan Peralatannya mahal Untuk dapat membunuh mikroba maka bahan harus mempunyai air bebas 40% Proses batch Pilihan kemasan terbatas 	<ul style="list-style-type: none"> Pasteurisasi dan sterilisasi produk buah, saus, piket, yogurt dan salad dressing Pasteurisasi daging dan sayuran Dekontaminasi bahan yang sangat sensitif terhadap panas termasuk kerang, flavoring dan vitamin

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Pulsed Light	<ul style="list-style-type: none"> Biaya relatif murah Proses sangat cepat Sedikit atau tidak ada perubahan pada bahan Input energi rendah Cocok untuk bahan pangan kering 	<ul style="list-style-type: none"> Hanya berpengaruh terhadap permukaan dan sulit digunakan untuk permukaan bahan yang kompleks Tidak efektif untuk spora Kemungkinan pengaruh kimia yang merugikan Kemungkinan resistensi mikroba Peralatan harus disesuaikan 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan kemasan Produk bakery Buah dan sayuran segar Daging, seafoods dan keju Permukaan, air dan udara

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Ultrasound	<ul style="list-style-type: none"> Efektif untuk sel vegetatif spora dan enzim Mengurangi waktu dan suhu proses Daging, seafoods dan keju Hanya membutuhkan sedikit adaptasi terhadap peralatan pengolahan Meningkatkan proses pindah panas Modifikasi struktur dan tekstur bahan Operasi batch atau kontinu Mempengaruhi aktivitas enzim 	<ul style="list-style-type: none"> Cara kerjanya kompleks Penetrasi ke dalam bahan dipengaruhi oleh bahan padat dan udara Kemungkinan kerusakan oleh radikal bebas Perubahan struktur dan tekstur bahan yang tidak diinginkan Perlu kombinasi dengan proses lain (misal pemanasan) Masalah dalam scaling-up plant 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan pangan yang dipanaskan

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Medan Magnet	<ul style="list-style-type: none"> Membunuh sel vegetatif Mempertahankan warna, flavor dan gizi Input energi rendah Biaya alat murah 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak berpengaruh terhadap spora atau Pengaruh antimikroba tidak sempurna dan beberapa sel vegetatif dapat terangsang untuk tumbuh Mekanisme kerja belum diketahui Penetrasi buruk pada bahan yang bersifat konduktif Perlu diperhatikan keamanan pada ruang pengolahan 	<ul style="list-style-type: none"> Saat ini belum diketahui dengan pasti, mungkin mirip dengan aplikasi tekanan tinggi

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Sistem Fotodinamik	<ul style="list-style-type: none"> Biaya rendah Tidak diperlukan bahan tambahan Cahaya alami cocok untuk mengaktivasi sistem Dapat dimasukkan ke dalam kemasan atau digunakan sebagai proses pengolahan di pabrik 	<ul style="list-style-type: none"> Photosensitisers yang baik biasanya tidak "food grade" Pada bahan pangan yang sensitif terjadi oksidasi Beberapa bakteri resisten Konstituen pangan dapat bertindak sebagai bahan yang memadamkan cahaya Keterbatasan gerakan oksigen 	<ul style="list-style-type: none"> Active packaging Dekontaminasi pada proses pencucian Water treatment Sanitasi lingkungan pabrik melalui kombinasi dengan photosensitisers pada permukaan cat dan plastik

Proses	Keuntungan	Kelemahan	Contoh aplikasi
Radiasi Gamma	<ul style="list-style-type: none"> Sudah banyak digunakan Penetrasi ke dalam bahan pangan baik Cocok untuk sterilisasi non-mikroba (misal menghambat perkecambahan) Diizinkan di beberapa negara Mutu dapat dipertahankan Cocok untuk produksi skala besar Biaya energi murah Insektisidal Memperbaiki flavor (misal pada strawberi) Cocok untuk bahan pangan kering 	<ul style="list-style-type: none"> Biaya awal tinggi Resiko radiasi pada lingkungan sekitar Konsumen belum banyak yang mengerti Politik dari energi nuklir Perubahan pada flavor karena oksidasi Sulit untuk dideteksi 	<ul style="list-style-type: none"> Buah-buahan dan sayuran Herbal dan rempah-rempah Kemasan Daging dan ikan

1. PULSED ELECTRIC FIELD PROCESSING

- Awalnya digunakan listrik dengan voltase rendah yaitu untuk pasteurisasi di AS selama lebih dari 20 tahun (sejak tahun 1920) ⇒ Electropure (merupakan pelopor dari pemanasan Ohmic)
- Proses dengan listrik voltase rendah ini hanya merusak mikroba secara thermal
- Sejak tahun 1960 digunakan listrik dengan voltase tinggi (3000-4000 V) yang disebut High Intensity Pulsed Electric Field (HIPEF) ⇒ kerusakan mikroba bukan karena efek panas tapi karena elektrisitas itu sendiri
- HIPEF telah digunakan pada berbagai model pangan cair sejak tahun 1980-1990 seperti jus buah, sup, telur dan susu ⇒ prosesnya disebut ELSTERIL
- Di Jerman dikembangkan oleh perusahaan dengan nama ELCRACK ⇒ untuk merusak sel sayuran dan hewan dalam pembuatan minyak/lemak pangan

1. PULSED ELECTRIC FIELD PROCESSING.....

- HIPEF belum digunakan secara komersial tapi berpotensi untuk dikembangkan karena penggunaan energi dan suhu yang rendah
- **Tenart :**
Jika medan listrik dengan kekuatan 12-35 kV cm⁻¹ diaplikasikan pada bahan pangan cair dengan waktu singkat (1-100 μs) maka akan timbul efek mematikan terhadap mikroba.
- Kemungkinan mekanisme kerusakan mikroba oleh medan listrik :
 - ✓ Terbentuknya pori pada membran sel sehingga potensial listrik membran > level alami yaitu 1 V, akibatnya sel akan mengembang dan pecah
 - ✓ Produk elektrolisis atau radikan bebas yang dihasilkan sangat reaktif
 - ✓ Merangsang reaksi oksidasi dan reduksi di dalam struktur sel yang merusak proses metabolik
 - ✓ Transformasi energi listrik menjadi panas

1. PULSED ELECTRIC FIELD PROCESSING.....

- Tingkat inaktivasi mikroba tergantung pada :
 - ✓ intensitas medan listrik (makin tinggi maka semakin tidak aktif)
 - ✓ lamanya diberikan (pulsa)
 - ✓ suhu bahan pangan
 - ✓ pH
 - ✓ kekuatan ion
 - ✓ konduktivitas listrik bahan
- HIPEF dapat meningkatkan suhu proses (tergantung kekuatan medan, frekwensi pulsa/Hz dan jumlah pulsa) ⇒ peralatan harus dilengkapi dengan koil refrigerasi untuk mengontrol suhu
- Modal awal HIPEF mencapai US\$ 450.000-2.000.000, sehingga penggunaannya terbatas

Tabel 3. Aplikasi HIPEF pada bahan pangan

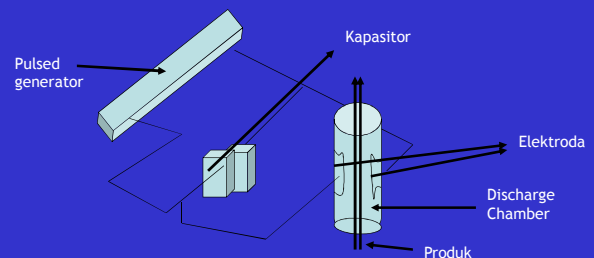
Produk	Kondisi Proses				Inokulum	Penurunan log (D)
	Intensitas (kV cm ⁻¹)	Suhu (°C)	Jumlah pulsa	Lamanya pulsa (μs)		
Orange Juice	33.6-35.7	42-65	35	1-100	Nat.mikro ^a	3
Orange Juice	6.7	45-50	5	20	Nat.mikro	Hampir 5
Susu	28.6	42.8	23	100	<i>E.Coli</i>	3
Susu	36.7	63	40	100	<i>S.Dublin</i>	3
Susu	22	45-50	20	20	<i>L.Brevis</i>	4.6
Yoghurt	23-28	63	20	100	Campuran ^b	2
Telur	25.8	37	100	4	<i>E.Coli</i>	6
Pea Soup	25-33	53-55	10-30	2	<i>E.coli, B.subtilis</i>	4.4

^a Mikroflora alami

^b *S.cerevisae, L.bulgaricus* dan *S.thermophilus*

Peralatan HIPEF :

- Power supply voltase tinggi
- Kapasitor untuk menyimpan muatan
- Discharge switch untuk melepaskan muatan ke elektroda yang melewati medan listrik ke produk pada ruangan treatment
- Induktor untuk memodifikasi bentuk dan panjang pulsa medan listrik





2. PROSES DENGAN TEKANAN TINGGI (HIGH PRESSURE)

- Pertama kali digunakan untuk pengolahan pangan tahun 1899 di West Virginia University, USA untuk pengawetan susu, jus buah, daging dan beberapa jenis buah ⇒ dari penelitian ini diketahui bahwa mikroorganisme rusak oleh tekanan 658 MPa (6500 atm) selama 10 menit
- Penelitian tidak berkembang karena peralatan yang digunakan mahal dan tidak sesuai dengan peralatan pengolahan dan kemasan pangan yang ada.
- Dengan berkembangnya disain alat tekanan tinggi dan bahan kemasan, sejak tahun 1970 penelitian penggunaan tekanan tinggi pada bahan pangan dimulai lagi terutama di Jepang
- Tahun 1990, produk komersial I yang dihasilkan dengan tekanan tinggi di jual di Jepang yaitu :
 - ✓ jam apel, kiwi, strawberi dan raspberi dalam kemasan plastik
 - ✓ jus jeruk dan anggur dalam bentuk bulk
 - ✓ Jelly buah, saus, yoghurt dan salad dressing
 ⇒ harganya 3-4 x > mahal dari produk konvensional

2. PROSES DENGAN TEKANAN TINGGI (HIGH PRESSURE)

Mariana Trench

- Bagian terdalam dari lautan di seluruh dunia
- Kedalaman : 11.03 km
- Tekanan kolom air pada dasarnya : 108.6 Mpa (15,750 psi)
- **1000 times atmospheric pressure**

6 X

Water

HPP - 6000 times atmospheric pressure



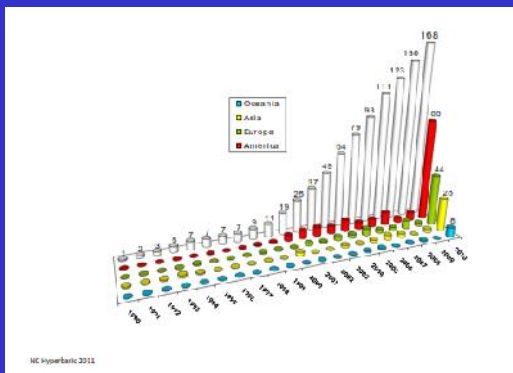
2. PROSES DENGAN TEKanan TINGGI (HIGH PRESSURE)...

- Teori :
Jika tekanan tinggi hingga 1000 MPa (10.000 bar) diaplikasikan pada kemasan pangan yang dicelup dalam cairan, maka tekanan didistribusikan ke bahan pangan secara cepat dan seragam (isostatik)
- Tekanan menyebabkan destruksi mikroba
- Bakteri pada fase log lebih barosensitif daripada sel pada fase stasioner, dorman dan kematian
- Tekanan yang moderat (300-600 MPa) menyebabkan sel vegetatif mikroba mati atau inaktif
- Besarnya tekanan biasanya : 350 MPa selama 30 menit, atau 400 MPa selama 5 menit → penurunan jumlah sel vegetatif bakteri, khamir dan kapang 10 kali.
- Mekanisme kerusakan mikroba oleh tekanan tinggi : vakuola intraseluler kolaps sehingga dinding sel dan membran sitoplasma rusak

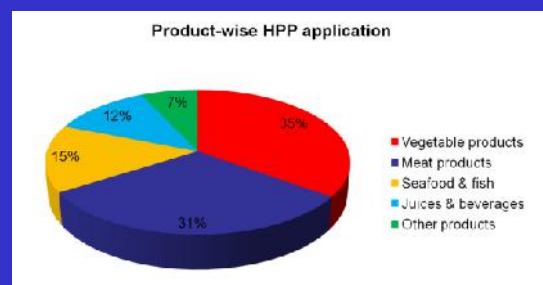
2. PROSES DENGAN TEKanan TINGGI (HIGH PRESSURE)...

- Proses dan peralatan :
 - ✓ Komponen peralatan :
 - ☞ bejana bertekanan dan tutupnya
 - ☞ sistem generator tekanan
 - ☞ alat pengatur suhu
 - ☞ sistem penanganan bahan
 - ✓ Bejana bertekanan terbuat dari monoblok baja campuran dengan daya rentang tinggi
 - ✓ Untuk tekanan tinggi digunakan bejana multilapis
 - ✓ Suhu diatur dengan memompa medium panas/dingin melalui sebuah jaket disekitar bejana

Jumlah Instalasi HPP di seluruh dunia pada hingga tahun 2011

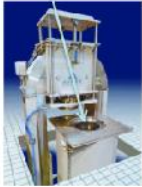


Aplikasi HPP



Mesin HPP

product in/out



Vertical

Processed product out

Unprocessed product in



Horizontal

Trend is towards horizontal machines

Mesin HPP Horizontal

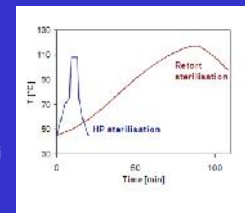


Tantangan Proses HPP

- Tantangan :
 - Ketidakmampuan HPP untuk menginaktivkan spora
- Solusi :
 - Kombinasi HPP dengan panas – High Pressure Sterilisation (HPS) atau Pressure Assisted Temperature Sterilisation (PATS)

High Pressure Sterilisation

- Prinsip PATS/HPS
 - ✓ Suhu awal proses HPP : 70-90°C
 - ✓ Penggunaan panas dan tekanan akan meningkatkan suhu lebih cepat dan seragam, dan sebaliknya proses pendinginan juga lebih cepat melalui penurunan tekanan
 - ✓ Spora menjadi inaktif dengan kombinasi P dan T
 - ✓ Suhu maksimum lebih rendah sebesar Maximum temperature is 5 - 10 °C daripada sterilisasi normal
 - ✓ Input panas lebih rendah → energi rendah → mutu tinggi



High Pressure Sterilisation

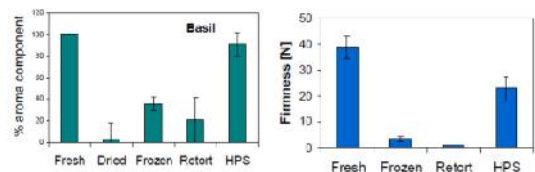


Pressure-assisted thermal sterilisation (PATS)

High Pressure Sterilisation

Flavour of fresh basil

Firmness of green beans



High Pressure Sterilisation

Inactivation of spores

	Total count		Spore count	
	Initial	HPS	Initial	HPS
Green beans	6.1	<CT	3.5	<CT
Spinach	8.2	<CT	3.5	<CT
Asparagus	6.9	<CT	4.7	<CT
Milk	4.4	<CT	0.7	<CT
Basil	4.8	<CT	3.9	<CT

Produk Pangan yang Sesuai untuk diolah dengan HPP

- **Kadar Air rendah – sedang, pangan semi padat/padat, kemasan vakum**
 - ✓ Produk daging yang dikuring atau dimasak
 - ✓ Keju
 - ✓ Produk ikan dan hasil laut
 - ✓ Bahan pangan siap santap, saus
- **Produk pangan berkadar air tinggi, padat, kemasan vakum**
 - ✓ Buah-buahan, marmalades/jams
 - ✓ Sayur-sayuran
- **Produk pangan berkadar air tinggi, cair, dikemas dengan kemasan botol/ kemasan flexible**
 - ✓ Produk hasil ternak
 - ✓ Jus buah
 - ✓ Minuman bioaktif

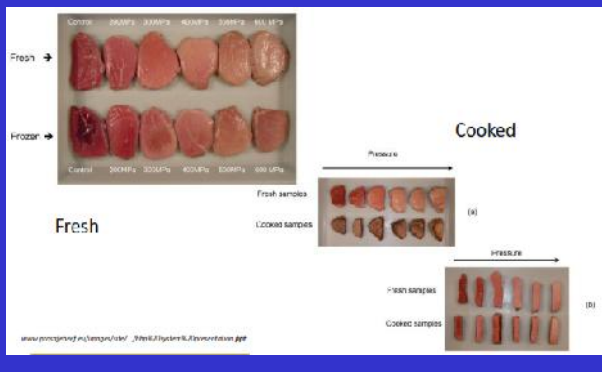
Produk Pangan yang Tidak Sesuai untuk diolah dengan HPP

- **Produk padat yang mengandung udara**
 - ✓ Roti dan cakes
 - ✓ Mousse
- **Produk pangan yang dikemas dengan kemasan rigid**
 - ✓ Kemasan Gelas
 - ✓ Makanan kaleng
- **Bahan pangan dengan kadar air yang sangat rendah**
 - ✓ Bumbu-bumbu
 - ✓ Buah-buahan kering
 - ✓ Tepung

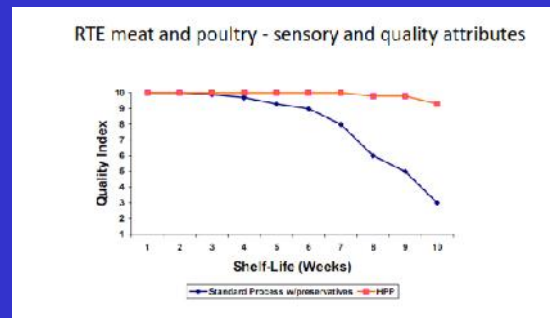
Pengaruh HPP terhadap karakteristik fisik dan kimia bahan pangan

- **Pengaruh terhadap warna dan flavor :**
 - ✓ Daging segar atau yang dimarinasi : Fe pada myoglobin berubah dari bentuk Ferro ke bentuk Ferri dan globin terdenaturasi → daging kehilangan warna merah
 - ✓ Warna daging yang dimasak tidak berubah
 - ✓ Bahan makanan yang dimasak juga tidak dipengaruhi
 - ✓ Buah dan sayuran – sedikit mengalami perubahan
 - ✓ Jus buah : sedikit atau tidak dipengaruhi
 - ✓ Flavor umumnya tidak berubah

HPP : Daging Segar Vs daging yang dimasak



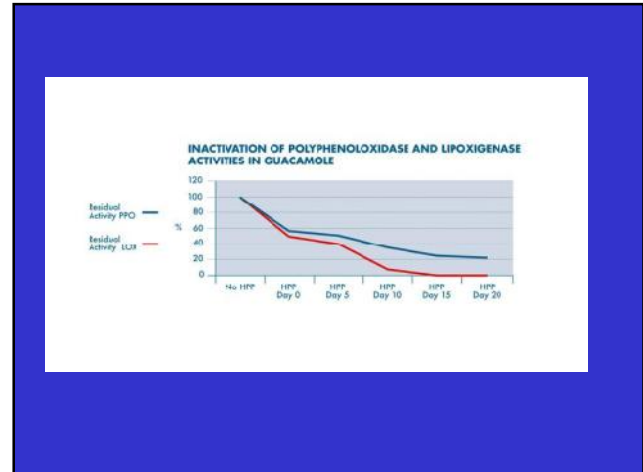
Pengaruh HPP terhadap karakteristik Sensori bahan pangan



Pengaruh HPP terhadap karakteristik fisik dan kimia bahan pangan

- **Pengaruh terhadap protein dan Enzim**

- ✓ Menghambat atau menstimulasi aktivitas enzim (tergantung kondisi proses)
- ✓ Protein yang sebelumnya tidak dapat dimodifikasi melalui proses pengolahan lainnya → sebagian didenaturasi di dalam produk
- ✓ Tekanan mempengaruhi ikatan hidrofobik dan interaksi elektrostatik
- ✓ Ddenaturasi oleh tekanan → sangat kompleks : pada tekanan >200 Mpa denaturasi bersifat irreversible



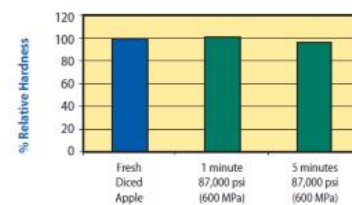
- **Pengaruh terhadap tekstur :**

- ✓ Terjadi sedikit pelunakan pada struktur dinding sel

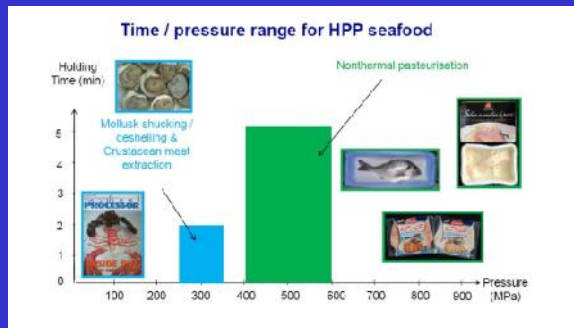
- **Pengaruh terhadap lemak dan minyak :**

- ✓ Kristalisasi yang reversible

Fresh diced apple - hardness



Aplikasi HPP pada Seafood



Aplikasi HPP pada Moluska

- Molluska – Oysters, mussels, clams, scallops
 - ✓ Kulit Mudah untuk dibuka
 - ✓ Tenaga kerja minimal
- Mengurangi kehilangan produk
- Meningkatkan hasil
- Inaktivasi virus dan bakteri (Vibro)



Aplikasi HPP pada produk Crustacea

- Produk crustace : Lobster & kepiting
 - ✓ Daging mudah dikeluarkan
 - ✓ Meningkatkan rendemen daging 20-40%
 - ✓ Tidak ada kehilangan gizi dibandingkan dengan produk yang dimasak
 - ✓ Retensi flavor



Produk HPP Komersial



Produk HPP Komersial Terbaru



filet americain (raw meat spread)



Meat toppings



All Natural gazpacho (typical Spanish cold soup based on tomato, cucumber, pepper, onion, garlic, olive oil) in 330ml and 1 litre PETI bottles



Mousse & Spreads

Zwanenberg, The Netherlands

Produk HPP Komersial Terbaru



Avocados and guacamole (Frescura Foods, NZ)



Sliced meat (Infantis, Greece/Germany)



Red & white grape juice
DGG Marketing Australia/Singapore



Wholly Queso
Fresherized Foods, US



Maira Mac's ready to eat
Chicken breasts - Australia

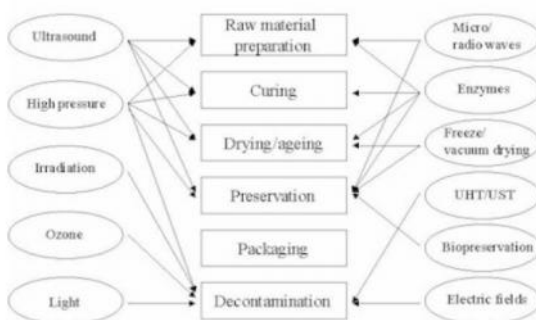
3. PULSED LIGHT

- Penggunaan cahaya ultra violet untuk membunuh mikroorganisme sudah lama dilakukan terutama untuk pemurnian air
- Lampu yang bersifat sebagai bakterisidal digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur dipermukaan produk bakery dan untuk pemurnian udara
- Teori :
Efek antimikroba cahaya UV disebabkan oleh absorpsi energi oleh ikatan rangkap konjugasi yang tinggi pada protein dan asam nukleat, yang merusak metabolisme seluler.
- Spektrum Pulsed light tdd : cahaya putih (panjang gelombang 200 nm) hingga infra red (1000 nm) dengan emisi puncak antara 400-500nm.
- Pulsed light mempunyai spektrum yang mirip dengan cahaya matahari, hanya pulsed light mengandung beberapa panjang gelombang UV yang keluar dari matahari karena atmosfer bumi
- Intensitas pulsa 20.000 x > dari matahari

3. PULSED LIGHT.....

- Peralatan :
 - Elektrisitas dengan voltase normal untuk kapasitor yang akan melepaskan tenaga dalam waktu 1/1000 detik pada cahaya lampu yang inert terhadap gas.
 - Cahaya di berikan ke permukaan bahan atau kemasan dengan jumlah pulsa 10/detik
- Proses ini cocok untuk produk dengan permukaan yang halus
- Pengaruh terhadap mikroorganisme dan bahan pangan :
 - ✓ mikroorganisme menjadi inaktif karena kombinasi efek fototermal dan fotokimia dari cahaya
 - ✓ Masa simpan bahan pangan dapat diperpanjang pada suhu ruang

New technologies and equipment for meat manufacturing and processing



Danish meat research institute

4. PROSES DENGAN ULTRASONIK

- Frekwensi gelombang ultrasonik : 16 kHz dan tidak dapat dideteksi oleh pendengaran manusia
- Di alam kelelawar dan lumba-lumba menggunakan ultrasonik intensitas rendah untuk mendeteksi mangsa, dan beberapa hewan laut menggunakan ultrasonik intensitas tinggi untuk melawan mangsanya.
- Pada bahan pangan gelombang ultrasonik yang digunakan :
 - ✓ intensitas rendah ($< 1 \text{ W cm}^{-2}$) : untuk metode analisis komponen pangan secara non destruksi, struktur atau laju aliran bahan pangan
 - ✓ intensitas tinggi ($10\text{-}1000 \text{ Wcm}^{-2}$) yang digunakan pada frekwensi tinggi (hingga 2,5 MHz) menyebabkan rusaknya jaringan secara fisik, membuat emulsi, membersihkan peralatan, mempercepat reaksi kimia (oksidasi).

4. PROSES DENGAN ULTRASONIK.....

- Teori :
Jika gelombang ultrasonik mengenai permukaan bahan, maka akan timbul gaya. Jika gaya tegak lurus dengan permukaan, maka gelombang akan bergerak melalui bahan, sedang jika gaya paralel dengan permukaan maka akan gelombang akan berkurang. Kedua tipe gelombang ini akan melemah ketika masuk ke bahan pangan.
- Gelombang ultrasonik membuat perubahan suhu dan tekanan yang menyebabkan gangguan, "cavitation" (menghasilkan gelembung pada bahan pangan cair), penipisan membran sel, menghasilkan panas dan radikal bebas yang mempunyai efek letal terhadap mikroba.

4. PROSES DENGAN ULTRASONIK.....

- Aplikasi dalam pengolahan :
 - ✓ Ultrasonik dapat menyebabkan denaturasi protein sehingga mengurangi aktivitas enzim \Rightarrow digunakan untuk menghasilkan tenderisasi pada jaringan daging setelah diberi dalam waktu lama serta mengeluarkan protein myofibril sehingga produk daging mempunyai daya ikat air yang lebih tinggi
 - ✓ Gaya dan perubahan tekanan yang diakibatkan oleh gelombang ultrasonik efektif untuk menghancurkan sel mikroba jika dikombinasikan dengan pemanasan, modifikasi pH dan klorinasi.
 - ✓ Membantu proses pengeringan dan difusi, misal pada gelatin, khamir dan bubuk jeruk (laju pengeringan meningkat 2-3 kali) \Rightarrow karena terbentuknya saluran mikroskopis pada bahan pangan padat oleh osilasi gelombang dan perubahan tekanan permukaan udara/cairan yang meningkatkan laju evaporasi \Rightarrow baik untuk bahan yang sensitif terhadap panas

Penggunaan Gelombang Ultrasonik dalam Pengolahan Pangan

- Pasteurisasi pada suhu tidak terlalu tinggi
- Pengembangan biosida
- Ekstraksi
- Emulsifikasi
- Aktivasi enzim
- Inaktivasi enzim
- Memicu terjadinya reaksi kimia
- Kristalisasi
- Mengubah viskositas
- Filtrasi/penyaringan/pengurangan air
- Spraying/coating
- Enkapsulasi
- Fermentasi
- Cleaning
- Anti-fouling
- Pencampuran
- Pengeringan suhu rendah
- De-foaming
- Penanganan limbah
- Atomisasi
- Cutting
- Degassing

PEMANASAN DIELEKTRIK | OHMIC | INFRARED

- Energi dielektrik (microwave (MW) & radio frequency (RF)) dan energi infrared (IR atau radiasi) : bentuk energi elektromagnetik
- Ditransmisikan sebagai gelombang, berpenetrasi ke dalam bahan pangan, diabsorpsi dan dikonversi menjadi panas
- Pemanasan Ohmic (atau resistansi) menggunakan resistansi elektrik dari bahan pangan dan secara langsung mengubah elektrisitas menjadi panas
- Pemanasan dielectric & ohmic adalah metode pemanasan langsung; panas ditimbulkan di dalam produk
- Pemanasan IR adalah metode pemanasan tidak langsung dimana panas dihasilkan secara eksternal; diaplikasikan ke permukaan bahan pangan dan umumnya melalui radiasi, konveksi dan sebagian melalui konduksi

Dielektrik

- Menginduksi friksi molekuler di dalam molekul air untuk menghasilkan panas
- Ditentukan oleh banyaknya air di dalam bahan pangan
- Untuk mengawetkan bahan pangan

Ohmic

- Pemanasan disebabkan oleh resistensi elektrik dari bahan pangan
- Pemanasan tergantung pada resistensi elektrik bahan
- Untuk dapat mengawetkan bahan pangan.

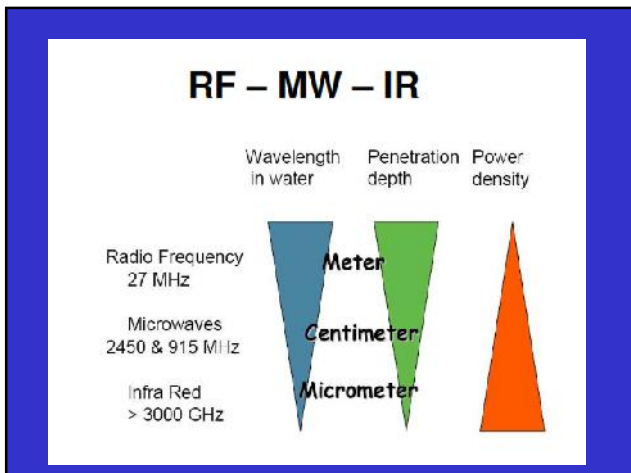
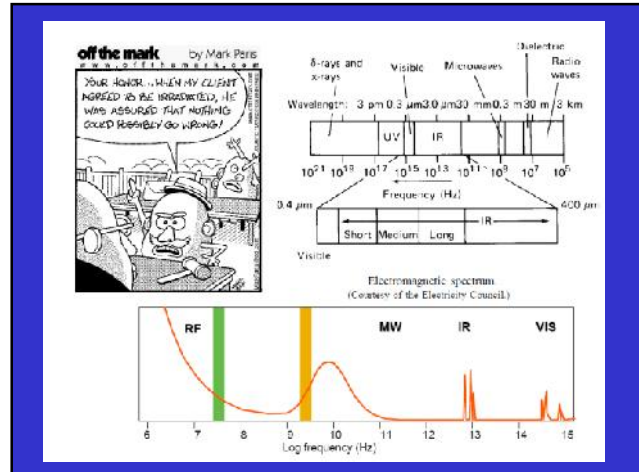
IR

- Energi diabsorpsi dan dikonversi menjadi panas
- Panas yang dihasilkan diberikan ke bahan pangan melalui radiasi → tergantung pada karakteristik permukaan dan warna bahan pangan
- digunakan untuk mengolah bahan pangan dengan mengubah flavor, warna dan aroma

- MW dan RF komersial diproduksi pada frekwensi khusus agar tidak mengganggu transmisi radio
- Kontrol pada pemanasan radiasi lebih sedikit sehingga memiliki kisaran frekwensi yang lebih luas
- Pemanasan Ohmic menggunakan elektrisitas frekwensi
- Penetrasi ke dalam bahan pangan secara langsung berhubungan dengan frekwensi
- Penetrasi oleh frekwensi dielektrik yang lebih rendah lebih besar daripada energi radiasi
- Pemanasan ohmic berpenetrasi ke dalam bahan pangan lebih cepat.
- Pada pemanasan IR konduktivitas panas bahan merupakan faktor pembatas → pada pemanasan dielektrik dan Ohmic tidak menjadi masalah

Table 1. Frequencies assigned by the FCC for industrial, scientific, and medical use.

	Frequency
Radio	13.56 MHz ± 6.68 kHz
	27.12 MHz ± 160.00 kHz
	40.68 MHz ± 20.00 kHz
Microwaves	915 MHz ± 13 MHz- industrial
	2450 MHz ± 50 MHz- home & ind.
	5800 MHz ± 75 MHz
	24125 MHz ± 125 MHz



5. PEMANASAN DIELEKTRIK

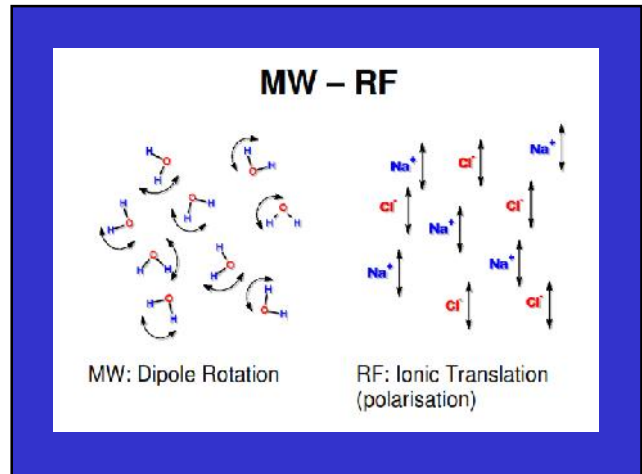
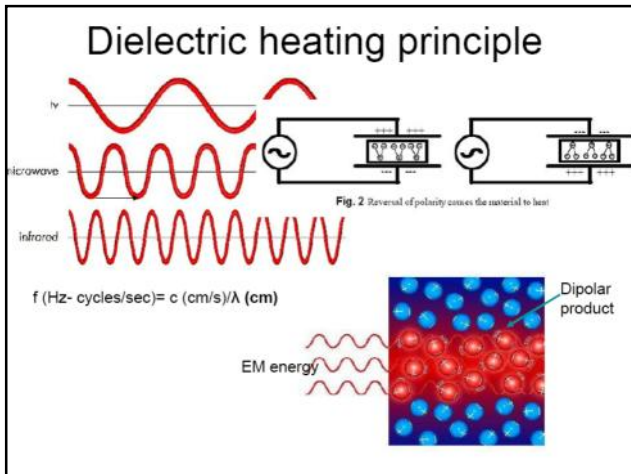
- Mekanisme pengawetan :

Pangan tdd air dengan struktur molekul yang tdd atom O yang bermuatan (-) dan H yang bermuatan (+), dan kedua muatan ini akan memberikan kutub Dipolar

Jika pada bahan diberikan frekwensi microwave atau radio, maka dipolar pada air dan komponen ionik lain dalam bahan seperti garam, berusaha untuk meorientasikan dirinya ke medan (dengan cara yang sama seperti kompas pada medan magnet).

Medan listrik bergerak cepat dari (+) ke (-) dan kembali lagi hingga beberapa juta kali/detik, dan dipole berusaha untuk mengikuti sehingga terbentuk panas.

Peningkatan suhu molekul air memanaskan komponen2 di sekitar bahan pangan melalui konduksi dan/atau konveksi.



Dielectric properties of materials at 20 °C and 2450MHz


Material	Dielectric constant (ϵ_{rel})	Loss factor	Penetration depth (cm)
Banana (raw)	62	17	0.93
Beef (raw)	51	16	0.87
Bread	4	0.005	1170
Brine (5%)	67	71	0.25
Butter	4	0.1	30.5
Carrot (cooked)	71	18	0.93
Cooking oil	2.6	0.2	19.5
Distilled water	77	9.2	1.7
Fish (cooked)	45.5	12	1.1
Glass	6	0.1	40
Ham	85	67	0.3
Ice	3.2	0.003	1162
Paper	4	0.1	50
Polyester tray	4	0.02	195
Potato (raw)	62	16.7	0.93

Adapted from Nudger (1982), Duffler (1993) and Meisenin (1984).

MICROWAVE HEATING

- Peralatan tdd :
 - Microwave generator (Magnetron)
 - Aluminium Tube (Wave Guides)
 - Metal Chamber untuk batch operation atau terowongan yang dilengkapi dengan conveyor untuk continuous operation
- Aplikasi :
 - Thawing
 - Tempering
 - Dehydration
 - Baking


Microwave Heating vs. Conventional Heating




Volumetric heating
Fast and controllable
Energy is directed to product
Environmentally friendly




Surface heating
Limited by heat transfer modes
Heats surrounding areas



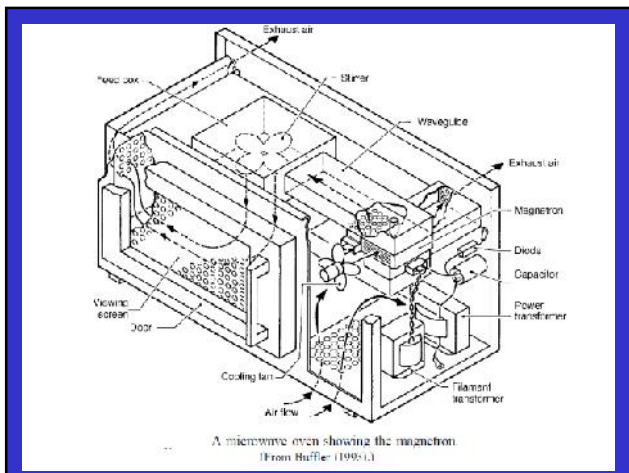
transmitted



absorbed



reflected



Pemanasan Frekwensi Radio

- Prinsip = pemanasan MW tapi pada frekwensi yang lebih rendah
- Bahan pangan dilewatkan di antara elektroda-elektroda kemudian RF diaplikasikan pada elektroda tersebut mengubah orientasi dipolar air dengan cara yang sama dengan MW
- Pemanasan RF memungkinkan konsentrasi energi panas yang lebih tinggi, selektivitas lokasi pemanasan dan kontrol lama pemanasan yang lebih akurat
- Ketebalan bahan ditentukan oleh jarak antara plat kapasitor

Microwaves
2.45 GHz

Radio- frequency
27 MHz

Drying of Biscuits with RF

75kW Strayfield Post Baking Dryer in Stainless Steel.

Tony Koral, 2004, Biscuit World Issue 4 Vol 7

Applications

- Radio Frequency Drying is a simple precise process and is in common use in the food industry with proven processes available for a wide range of applications such as:
 - Post bake drying and moisture control.
 - Preheating of dough and cake mixes.
 - Rapid heating of tube fed products for both pre-cook and pasteurisation/sterilisation requirements.

Reduces checking (surface cracking) in biscuits by creating a uniform drying product. This is done after conventional oven drying/cooking

Tony Koral, 2004, Biscuit World Issue 4 Vol 7

Equipment

Magnetron Generators



http://www.cpil.com/bmd/cpinew/Products/Magnetron_Generators/magnetron_generators.html

Keuntungan MW dan RF

- Pemanasan cepat
- Permukaan bahan pangan tidak mengalami pemanasan yang berlebihan; kerusakan akibat panas sedikit, dan tidak terjadi pencoklatan di permukaan
- Alat berukuran kecil, kompak, operasinya bersih dan kontrol otomatis
- Tidak ada kontaminasi bahan melalui asap

Pengaruh terhadap bahan pangan

- Tidak ada pengaruh langsung terhadap mikroorganisme; semua perubahan disebabkan oleh panas yang dihasilkan
- Pada aplikasi pasteurisasi dan blansing : mengurangi kehilangan gizi akibat panas; tidak terjadi kehilangan karoten pada wortel yang diblansing dengan MW
- Hasilnya pada bahan pangan sangat bervariasi ;



6. PEMANASAN OHMIC

- disebut juga dengan Joule Heating = Electrical Resistance Heating = Direct Electrical Resistance Heating adalah proses dimana bahan pangan atau bahan lain dilalui oleh arus listrik yang bertujuan untuk memanaskan bahan tersebut.
- Panas terjadi dalam bentuk energi internal yang terbentuk di dalam bahan tersebut.
- Keuntungan:
 - ✓ Cepat
 - ✓ Pemanasan seragam
- Kelemahan : jika bentuk produk tidak seragam maka medan listrik akan berubah

Ohmic heating

AC power supply

FOOD

In ohmic heating alternating electrical current passes through a food sample, resulting in internal energy generation in the food. This produces an inside-out heating pattern.

"Excited" cells vibrate, causing friction and energy dissipation in the form of heat.

Louisiana Agriculture (LSU AgCenter), Vol. 45, No. 4

Aplikasi Pemanasan Ohmic

- Meningkatkan ekstraksi minyak dedak padi

Moisture content (%)	60 Hz Oil yield (%)	1 Hz Oil yield (%)
10.5	~48	~78
21	~62	~72
30	~82	~92

Louisiana Agriculture (LSU AgCenter), Vol. 45, No. 4

Peralatan Ohmic Heating

Inaktivasi Mikroba Pada Pemanasan Ohmic

- Mekanisme inaktivasi mikroba oleh pemanasan Ohmic adalah karena panas yang dihasilkan
- Selama pemanasan Ohmic akan terbentuk pori-pori kecil pada sel mikroba yang menyebabkan kematian mikroba

7. PEMANASAN INFRARED

- Energi IR adalah radiasi elektromagnetik yang diemisikan oleh objek panas
- Jika diabsorpsi, radiasi memberikan energinya ke bahan yang panas
- Laju pindah panas tergantung pada :
 - ✓ Suhu permukaan dari bahan yang dipanaskan
 - ✓ Sifat permukaan dari bahan
 - ✓ Bentuk dari bahan yang menerima dan memancarkan panas

Peralatan

- Pemanas radiasi ; pemanas logam berbentuk flat atau tubular, pemanas keramik, tabung kuarsa atau haligen yang dilengkapi dengan filamen listrik
- Aplikasi : pengeringan bahan pangan berkadar air rendah (roti, coklat, tepung, biji2an, kecambah, produk pasta dan teh) & baking atau roasting
- Produk melawati terowongan, pemanas dilakukan oleh pemanas radiasi pada sebuah konveyor
- Jarang digunakan sebagai sumber energi tunggal untuk pengeringan bahan berukuran besar karena keterbatasan penetrasi
- Digunakan pada pengering vakum, pengering kabinet, pengeringan beku yang dipercepat, pada oven MW untuk merubah warna permukaan menjadi coklat dan pada kemasan shrink-wrap yang menggunakan panas

Pengaruh Terhadap Bahan pangan

- Pemanasan permukaan bahan pangan yang cepat dapat melindungi kadar air, flavor dan aroma
- Perubahan komponen permukaan bahan sama dengan yang terjadi pada proses baking