



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

# Program Pembelajaran Daring Kolaboratif Teknologi Pengolahan Pangan

## Pencegahan dan Teknik Terapan Proses-Proses Pengolahan dalam Industri Pangan



**Danu Indra Wardhana, S.TP., M.P.**

Program Studi Teknologi Industri Pertanian  
Universitas Muhammadiyah Jember



**Ara Nugrahayu Nalawati, S.TP., M.Si**

Program Studi Teknologi Industri Pertanian  
Universitas Muhammadiyah Jember



**Qory Zuniana, S.P., M.P.**

Program Studi Agribisnis  
Universitas Islam Jember



Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember dan  
Program Studi Agribisnis Universitas Islam Jember



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Pencegahan dan Teknis Terapan Proses-Proses Pengolahan dalam Industri Pangan

01. Karakteristik Bahan Pangan

09. Pasteurisasi

17. Iridiasi Bahan Pangan

02. Pengawetan Kimia

10. Produk Hasil Pasteurisasi

18. Hasil Produk Iridiasi

03. Pengawetan Suhu Rendah (*Cooling*)

11. Blansing

04. Produk Hasil Pengawet

12. Produk Hasil Blansing

05. Pengeringan

13. Fermentasi

06. Produk Hasil Pengeringan

14. Produk Hasil Fermentasi

07. Pengasapan

15. Kristalisasi

08. Produk Hasil Pengasapan

16. Produk Hasil Pengasapan



# PASTEURISASI



- Merupakan perlakuan pemanasan susu dibawah titik didih air atau dibawah suhu sterilisasi yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen, tetapi tidak membunuh mikroorganisme pembusuk dan non patogen.
- Selanjutnya penyimpanannya dilanjutkan dengan pendinginan pada suhu maksimal 10°C untuk memperpanjang daya simpan susu pasteurisasi.
- Pada metodenya, pasteurisasi dibedakan mejadi tiga metode pemberian suhu panas, yaitu :
  - **Low Temperature Long Time** : suhu 63°C selama 30 menit.
  - **High Temperature Short Time** : suhu 72°C selama 15 detik.
  - **Ultra High Temperature** : suhu 134-150°C selama 2-5 detik.

# PASTEURISASI

- Pemanasan HTST (*High Temperature Short Time*) memiliki retensi (penahanan) sifat-sifat sensori seperti (rasa, warna, aroma, tekstur) dan nilai gizi yang lebih baik dibandingkan dengan LTLT (*Low Temperature Long Time*), namun memiliki masa penyimpanan yang sama.
- Pemanasan UHT (*Ultra High Temperature*) memiliki berbagai kelebihan dibandingkan proses sterilisasi yang biasa (HTST dan LTLT) yang umumnya dilakukan pada pengalengan susu UHT Ultra.
- **Prinsipnya** : membunuh semua mikroorganisme patogen dan pembusuk, sehingga memiliki umur simpan yang lama dan lebih baik jika disimpan pada suhu rendah.



# PASTEURISASI

- Menurut Tjahjadi dan Marta (2011), tujuan pengolahan susu pasteurisasi adalah :
  - a. Membunuh semua bakteri patogen (penyebab penyakit) yang umumnya dijumpai.
  - b. Memperpanjang daya simpan bahan pangan dengan jalan mematikan bakteri pembusuk dan menonaktifkan enzim pada bahan pangan yang asam ( $\text{pH} < 4,5$ ).
- Susu pasteurisasi lebih baik jika disimpan pada suhu rendah

**Contoh** : susu pasteurisasi yang disimpan dalam lemari es selama 1 minggu/lebih tidak terjadi perubahan cita rasa yang nyata, tetapi jika susu tersebut disimpan pada suhu kamar, maka akan menjadi busuk dalam 1 atau 2 hari.



# Proses Termal



- **Termal** merupakan salah satu metode yang dapat mencegah kerusakan bahan pangan dengan cara pemberian suhu tinggi, baik dalam pengawetan maupun dalam pengolahan pangan.
- Memasak, menggoreng, memanggang dan kegiatan pemanasan lain adalah cara-cara pengolahan yang menggunakan panas.
- Tujuan proses termal :
  - Memperoleh kualitas yang diinginkan
  - Lebih awet karena destruksi enzim dan membunuh mikroorganisme
  - Destruksi atau penghancuran komponen-komponen anti nutrisi, sebagai contoh tripsin inhibitor pada kacang-kacangan
  - Perbaikan ketersediaan zat gizi
  - Dapat mengontrol kondisi pengolahan yang relatif sederhana
  - Makanan menjadi lebih aman karena racun tertentu rusak akibat pemanasan



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Prinsip Proses Termal

- Prinsip dalam proses termal dilakukan untuk :
  - a. Mikroba penyebab kebusukan dan patogenm harus dimatikan.
  - b. Panas yang digunakan sedikit mungkin menurunkan nilai gizi makanan.
  - c. Faktor-faktor organoleptik harus dipertahankan.
  - d. Prinsip pengawetan bahan pangan didasarkan atas bagaimana caranya untuk memanipulasikan faktor-faktor lingkungan bahan pangan
  - e. Suhu yang lebih tinggi merusak pertumbuhan mikroba dan suhu yang lebih rendah menghambat metabolisme.
  - e. Pengolahan (pengawetan) dilakukan untuk memperpanjang umur simpan.
  - g. Pengolahan yang dilakukan tergantung pada lamanya umur simpan produk dan banyaknya perubahan mutu produk yang diterima.
  - h. Perlu penanganan secara aseptis untuk mencegah terjadinya kontaminasi
  - i. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin singkat waktu pemanasan
  - j. Penggunaan panas terkendali secara baik, antara lain dengan cara pasteurisasi dan *blansing*



# Produk Hasil Pasteurisasi

## Produksi Susu

- Susu yang dikonsumsi harus dalam keadaan steril dari mikroorganisme pembusuk yang dapat merugikan
- Tujuan utama dari pasteurisasi adalah agar susu yang lebih awet dari susu sebelum diolah dan nilai gizinya relatif sama dengan susu segar.



**Proses pasteurisasi**



**Produk susu cair**



# Produk Hasil Pasteurisasi

## Pembuatan Keju

- Pada pembuatan keju, proses pasteurisasi sering dimanfaatkan dan dianggap memiliki aroma dan rasa jauh lebih baik dari keju-keju lainnya
- Prinsip dasar proses pasteurisasi harus cukup untuk membunuh bakteri yang dapat mempengaruhi kualitas keju, seperti califorms yang bisa membuat *blowing*/perusakan tekstur lebih cepat dan membuat rasa menjadi tidak enak
- ada sebagian mikroorganisme pembentuk spora (*spore-forming microorganism*) yang tahan terhadap pasteurisasi dan menyebabkan banyak kendala pada waktu pematangan keju
- Dengan memberikan perlakuan panas yang lebih sering akan mengurangi risiko tersebut



# BLANSING



- **Blansing** adalah pemanasan pendahuluan yang biasanya dilakukan sebelum proses pembekuan, pengeringan dan pengalengan dengan menggunakan air panas, uap panas atau udara panas pada suhu sekitar 90°C selama 3-5 menit.
- Meskipun bukan untuk tujuan pengawetan, proses termal ini merupakan suatu proses yang sering dilakukan pada bahan pangan.
- Beberapa jenis bahan pangan sangat peka terhadap suhu tinggi karena dapat merusak warna maupun rasa.
- Pada umumnya semakin tinggi jumlah panas yang diberikan semakin banyak mikroba yang mati. Sampai pada suatu saat komoditas steril atau sebagian besar mikroba perusak mati terbunuh



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# BLANSING

- Keutamaan proses *blansing*, yaitu :
  1. Menonaktifkan enzim dan menghilangkan gas pada bahan pangan.
  2. Menaikkan suhu bahan pangan.
  3. Membersihkan bahan pangan.
  4. Melunakkan/melemaskan bahan pangan, sehingga mudah dalam pengepakan
  5. Untuk mendapatkan warna sayuran yang tetap segar, sangat baik digunakan kombinasi panas dan pendinginan yang sangat cepat.
- Peralatan yang dapat digunakan dalam proses *blansing* :
  1. *Tubular blancer*
  2. *Rotary screw*
  3. *Blancer*
  4. *Rotary blancer*
  5. *Thermoscrew blancer*
  6. *Steam blancer*
  7. *Hot gas blencer*
  8. *Microwave blancer*



# Tujuan Blansing

- Tujuan *blansing* sebagai perlakuan pendahuluan untuk pembekuan dan pengeringan adalah :
- Mengurangi jumlah mikroba pada permukaan bahan pangan.
  - Menginaktifkan enzim yang dapat menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan.
  - Menghilangkan beberapa substansi pada bahan pangan yang dapat menyebabkan adanya *off flavor* (*flavor* yang tidak diinginkan).
  - Mempertahankan warna alami dari bahan pangan.



# Metode *Blansing*

- a. ***Blansing* dengan air panas (*hot water blansing*)** : Metode *blansing* yang hampir sama dengan perebusan. Kekurangannya yaitu kehilangan komponen bahan pangan yang mudah larut dalam air serta bahan yang tidak tahan panas.
- b. ***Blansing* dengan uap air (*steam blansing*)** : Metode yang paling sering diterapkan. Metode ini mengurangi kehilangan komponen yang tidak tahan panas.
- c. ***Blansing* dengan menggunakan gelombang mikro (*microwave blansing*)** : Cara ini digunakan untuk buah-buahan dan sayuran yang dikeringkan dengan wadah tipis (*film bag*). Cara ini memerlukan biaya yang tinggi, namun memiliki keuntungan yaitu lebih menurunkan kandungan mikroba dan sedikit kehilangan nutrisi.



# BLANSING

- Proses *blansing* dapat memperbaiki tekstur bahan pangan, Tekstur bahan setelah proses *blansing* menyebabkan tekstur bahan menjadi lunak.
- Bahan yang lunak akan mempermudah tahap selanjutnya seperti *filling*, mempermudah pengisian.
- Proses *hot water blansing* akan lebih melunakkan bahan jika dibandingkan dengan *steam blansing*. Hal ini dikarenakan sebagian besar air masuk ke dalam bahan yang akan menyebabkan ikatan-ikatan antar partikel bahan semakin renggang, sehingga mengakibatkan tekstur menjadi lunak.
- Jika terlalu lama bisa menyebabkan *over cooking* dan dapat menyebabkan kerusakan pada tekstur (Yulia, 2002).
- Lamanya proses *blansing* dapat ditentukan dari ukuran dan bentuk bahan, tekstur dan konduktivitas



# Produk Hasil *BLANSING*

- Proses *blansing* banyak dilakukan pada produk-produk yang beredar di pasaran. Tujuan dilakukan proses ini sama halnya dengan pasteurisasi. Perbedaannya yaitu proses ini dilakukan pada tahap awal dalam pengolahan pangan.
- Tujuannya untuk menghilangkan bakteri atau mikroba yang menempel pada permukaan kemasan produk seperti anggur, sari buah, madu makanan dan minuman kaleng setelah proses produksi.
- Prinsip kerjanya dengan cara memberikan perlakuan secara langsung pada bahan pangan melalui uap panas, perebusan media pendinginan berupa air atau udara.



Proses blansing pada sayur



Proses blansing pada buah

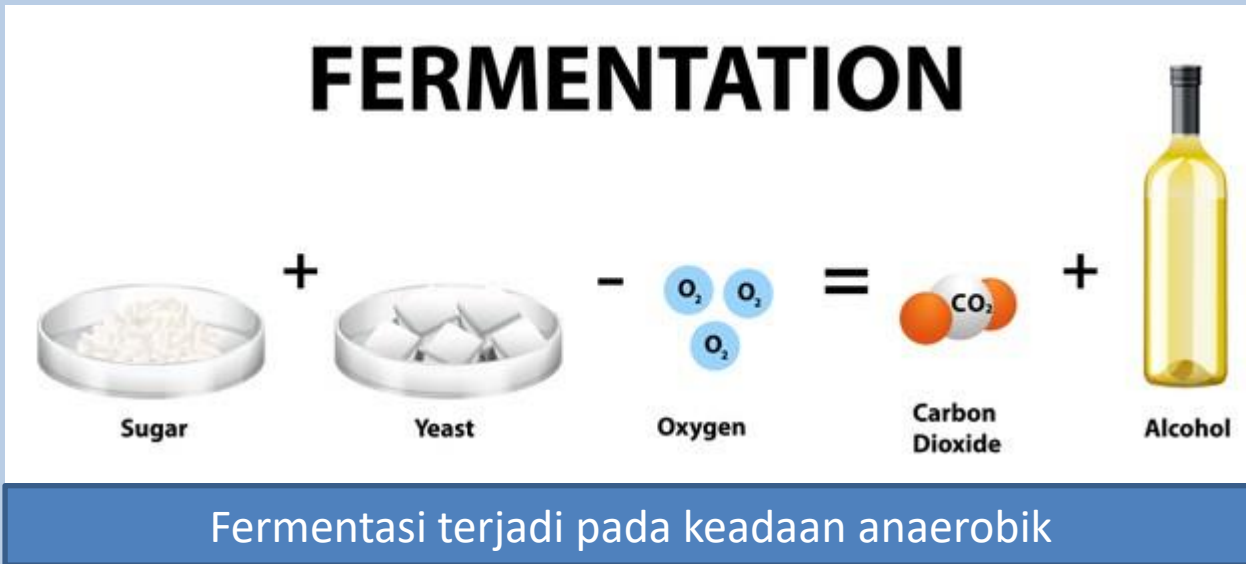
# FERMENTASI



- Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel pada keadaan anaerobik (tanpa oksigen) dengan tanpa askseptor elektron internal.
- Fermentasi dalam pemrosesan bahan pangan adalah pengubahan karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida atau asam amino organik menggunakan ragi, bakteri, fungi atau kombinasi dari ketiganya dibawah kondisi anaerobik.
- Fermentasi dapat diartikan sebagai suatu proses terjadinya perubahan-perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme untuk menghasilkan sifat-sifat produk sesuai yang diharapkan.



Mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan, yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol.



Fermentasi terjadi pada keadaan anaerobik

# FERMENTASI

Cara fermentasi pada dasarnya hanya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Proses fermentasi yang memungkinkan terjadinya penguraian atau transformasi : akan menghasilkan suatu produk dengan bentuk dan sifat yang berubah dari keadaan awalnya. Misalnya dalam pengolahan terasi, kecap asin dan ikan peda.
2. Proses fermentasi yang menghasilkan senyawa-senyawa : akan memiliki kemampuan atau daya awet dalam produk yang diolah tersebut, misalnya dalam pembuatan ikan asin.



# FERMENTASI



- Pada prinsipnya, fermentasi dapat terjadi karena ada aktivitas mikroorganisme tertentu pada substrat organik yang sesuai yang menyebabkan perubahan bahan pangan, dengan produk akhir yang dikehendaki
- Proses fermentasi terjadi pengaktifan pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme pembentukan alkohol dan asam serta menekan pertumbuhan mikroorganisme proteolitik (pemecah protein) dan mikroorganisme lipolitik (pemecah lemak)
- Mikroorganisme proteolitik dapat memecah protein menjadi komponen yang mengandung nitrogen, misalnya  $\text{NH}_3$  dan menimbulkan bau busuk, contoh *Proteus vulgaris*.
- Mikroorganisme lipolitik dapat memecah lemak fosfolipida menjadi asam-asam lemak (bau tengik), seperti *Alcaligenes lipolyticus* (Dwiari *et al*, 2008).



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# JENIS FERMENTASI

- Berdasarkan sumber mikroorganismenya, proses fermentasi dibagi menjadi 2, yaitu :

## 1. Fermentasi Spontan

- Pada pembuatannya tidak ditambahkan mikroorganismenya dalam bentuk starter atau ragi, namun mikroorganismenya berperan aktif dalam proses fermentasi dan berkembang baik secara spontan
- Tempat aktivitas dan pertumbuhan bakteri asam laktat dirangsang karena adanya garam, contohnya pada pembuatan sayur asin.

## 2. Fermentasi Tidak Langsung

- Merupakan fermentasi yang terjadi dalam bahan pangan yang dalam pembuatannya ditambahkan mikroorganismenya dalam bentuk starter atau ragi.
- Tempat mikroorganismenya tersebut akan tumbuh dan berkembang biak secara aktif mengubah bahan yang difermentasikan menjadi produk yang diinginkan. Contohnya, pada pembuatan tempe dan oncom.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Keuntungan dan Kerugian Fermentasi

## ➤ Keuntungan :

- Beberapa hasil dari fermentasi (asam dan alkohol) dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme beracun, contohnya *Clostridium botulinum* (pH 4,6 tidak dapat tumbuh dan tidak membentuk toksin).
- Mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari nilai gizi asalnya (mikroorganisme bersifat katabolik, memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana, sebagai contoh vitamin B12, riboflavin dan provitamin A).
- Dapat terjadi pemecahan bahan-bahan yang tidak dapat dicerna oleh enzim tertentu, contohnya selulosa dan hemilulosa dipecah menjadi gula sederhana.

## ➤ Kerugian

- Dapat menyebabkan keracunan karena toksin yang terbentuk, sebagai contoh tempe bongkrek dapat menghasilkan racun, demikian juga dengan oncom (Dwiari *et al*, 2008).





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi

## Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang menentukan macam organisme yang dominan selama fermentasi. Beberapa hal sehubungan dengan suhu untuk setiap mikroorganisme dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. Suhu minimum, di bawah itu pertumbuhan mikroorganisme tidak terjadi lagi.
- b. Suhu optimum, sebagai suhu yang memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme paling cepat.
- c. Suhu maksimum, diatas suhu itu pertumbuhan mikroorganisme tidak mungkin terjadi lagi.

## Oksigen

- Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu.
- Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan fermentasi.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi

## Substrat

- Substrat (makanan) yang dibutuhkan oleh mikroba untuk kelangsungan hidupnya dan berhubungan erat dengan komposisi kimia substrat tersebut.
- Ada mikroorganisme yang memerlukan substrat lengkap dan ada pula yang dapat tumbuh subur dengan substrat yang sangat sederhana, karena ada yang memiliki sisten enzim (katalis biologis)
- Komposisi kimia hasil pertanian yang terpenting adalah protein, karbohidrat dan lemak. Pada pH 7,0 protein mudah sekali digunakan oleh bakteri sebagai substrat. Karbohirat seperti pektin, pati dan lainnya merupakan substrat yang baik bagi kapang dan beberapa khamir.

## Air

- Air dalam substrat yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme yang dinyatakan dalam istilah *water activity* atau aktivitas air =  $a_w$ , yaitu perbandingan antara tekanan uap dari larutan ( $p$ ) dengan tekanan uap air murni ( $p_o$ ) pada suhu yang sama.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Mikroorganisme dalam teknologi fermentasi

## 1. Bakteri Asam Laktat

- Merupakan kelompok bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat) dan akan menurunkan nilai pH (menimbulkan rasa asam)
- Organisme dari kelompok ini bersifat *homofermentative* dan *heterofermentative*.
- Jenis *homofermentative* : menghasilkan asam laktat dari metabolisme gula
- Jenis *heterofermentative* : menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatilnya, alkohol dan ester disamping asam laktat.
- Beberapa jenis yang penting dalam kelompok ini, di antaranya :
  - 1) *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*. Berperan penting dalam industri susu.
  - 2) *Pedococcus cerevisae*. Berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
  - 3) *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus bulgarius*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Berperan dalam fermentasi susu dan sayuran.







Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Mikroorganisme dalam teknologi fermentasi

## 2. Asam Propionat

- Termasuk golongan *Propionibacterium*, berbentuk batang dan merupakan gram positif.
- Memiliki kemampuan memfermentasi karbohidrat dan asam laktat serta menghasilkan asam-asam propionat, asetat dan karbondiosida. Berperan penting dalam fermentasi keju Swiss.

## 3. Bakteri Asam Laktat

- Termasuk golongan *Acetobacter* sebagai contoh *Acetobacter aceti*, berbentuk batang, gram negatif.
- Metabolismenya lebih bersifat aerobik, berkemampuan dalam mengoksidasi alkohol dan karbohidrat lainnya menjadi asam asetat dan dipergunakan dalam pabrik cuka.

## 4. Khamir

- Berperan dalam fermentasi yang bersifat alkohol, contoh produknya adalah etanol.
- Contohnya *Saccharomyces cerevisiae* memproduksi minuman beralkohol serta roti

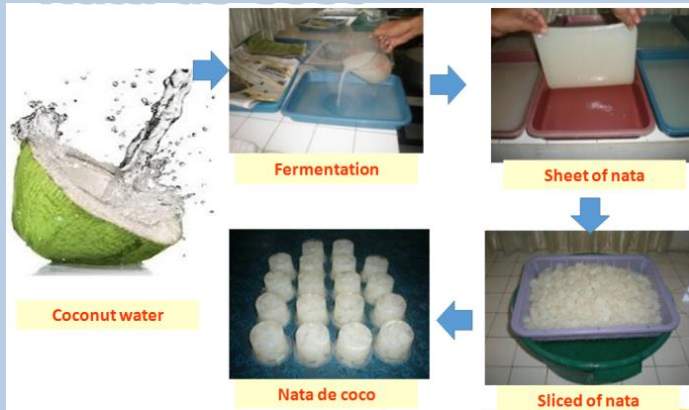
## 5. Kapang

- Kapang adalah organisme eukariotik yang tumbuh dengan cara perpanjangan hifa.
- Contohnya golongan *Aspergillus*, *Rhizopus* dan *penicillium*. Dengan contoh produk kecap dan tempe.



# Produk Hasil Fermentasi

## 1. Nata De Coco



- Pembuatan nata de coco dengan memanaskan air kelapa yang telah disaring. Dalam pemanasan ini ditambahkan 7,5% gula dari volume air kelapa.
- Tingkat keasamannya diatur dengan menambahkan asam cuka sampai pH 4-5. kemudian dilakukan penambahan bakteri starter (*Acetobacteri xylinum*) diinkubasi selama 2 minggu pada suhu pemeraman 30°C.
- Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa serat dalam makanan ini dapat digunakan untuk penurunan kolesterol dan mengurangi resiko penyakit kanker.

# Produk Hasil Fermentasi

## 2. Nata De Pina

- Pada prinsipnya nata de pina hampir sama pembuatannya dengan nata de coco, yang membedakan hanya bahan utama yang dipakai. Sari buah nanas diberi perlakuan seperti pasteurisasi dan pemberian bahan biakan bibit nata.
- Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Wardhanu (2009), menunjukkan kandungan air 89,7%, protein 0,69%, lemak 0,02%, abu 0,48%, serat basah 1,66% dan karbohidrat 10,54%



**Kulit nanas sebagai alternatif membuat nata de pina**

# Produk Hasil Fermentasi

## 3. Yoghurt

- Yoghurt adalah salah satu produk fermentasi susu yang dibuat dengan menambahkan starter yang terdiri dari dua jenis bakteri, yaitu *lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.
- Kedua jenis bakteri tersebut merombak laktosa atau gula susu menjadi asam laktat, yang selain memberi cita rasa khas pada yoghurt, juga bersifat sebagai pengawet (Suprihatin, 2010).



Susu hasil fermentasi

# Produk Hasil Fermentasi

## 4. Roti

- Organisme yang berperan adalah *Saccaromyces cerevisiae*. Khamir tersebut menghasilkan gas, sehingga adonan mengembang dan menyebabkan tekstur roti lepas/lunak dan berpori
- Mekanisme fermentasi dengan khamir yaitu Karbohidrat tepung diubah menjadi maltosa oleh enzim amilase dalam tepung.
- Selanjutnya glukosa tersebut oleh maltase dari khamir dipecah menjadi etanol,  $\text{CO}_2$ , komponen volatil dan produk-produk lainnya.
- $\text{CO}_2$  ditahan oleh gluten sehingga menyebabkan adonan mengembang dan empuk.



# Produk Hasil Fermentasi

## 5. Taoco

- Bahan baku yang sering digunakan adalah kedelai hitam.
- Pada prinsipnya pembuatan taoco melalui dua tahapan fermentasi, yaitu fermentasi kapang dan fermentasi garam.
- Selama proses fermentasi, kapang mikroba yang berperan adalah kapang dari jenis *Aspergillus*, yaitu *A.oryzae* atau dari jenis *R. Oryzae* dan *R. Oligosporus*.
- Mikroba yang aktif dalam fermentasi garam adalah *Lacobacillus delbrueckii*, *Hansenula sp.*, dan *Zygosaccharomyces*.
- Selama fermentasi kapang, kapang yang berperan akan memproduksi enzim, seperti enzim amilase, enzim protease dan enzim lipase. Dengan adanya kapang tersebut, maka akan terjadi pemecahan komponen-komponen dari bahan tersebut (Suprihatin, 2010).



**Kedelai hasil fermentasi**

# Produk Hasil Fermentasi

## 6. Tempe

- Membuat tempe dibutuhkan inokulum (laru atau ragi tempe).
- Mikroba yang sering dijumpai pada laru tempe adalah kapang jenis *Rhizopus oligosporus*. Beberapa jenis bakteri berperan pula dalam proses fermentasi tempe di antaranya adalah *Bascillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Streptococcus sp.*
- Dengan adanya aktivitas proteolitik kapang akan diuraikan menjadi asam-asam amino, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan dan pH juga akan mengalami peningkatan. Nilai pH untuk tempe berkisar antara 6,3 sampai 6,5.
- Pada fermentasi kedelai menjadi tempet meningkatkan kandungan gizinya seperti adanya penambahan nilai gizi berupa kandungan vitamin B12
- Hal ini karena penyerapan nutrisi dari kedelai serta konsentrasi peptida bioaktif (terbentuk selama pemecahan protein kedelai).



# Produk Hasil Fermentasi

## 7. Wine

- Kandungan gula yang ada didalam anggur akan bereaksi secara alami mengubah komposisi dasar buah menjadi senyawa yang mengandung alkohol tinggi.
- Mikroorganisme yang digunakan untuk proses fermentasi pada anggur yakni *Sacharomyces cerevisiae*, *Saccharimyces oviffomes* dan *Saccharomyces fermentati*
- Selain menggunakan sebuah anggur, minuman wine juga dapat dibuat dari macam buah-buahan lain yang banyak mengandung gula, seperti apel, berry, lengkung, buah naga ataupun nanas (*fruity wine*)
- Wine yang diproduksi lebih lama akan semakin bagus dan memiliki kualitas tinggi.





# Produk Hasil Fermentasi



- Proses fermentasi anggur tradisional dilakukan dalam tangki kayu yang besar, tetapi saat ini pembuatan wine modern menggunakan tangki *stanless seel* dengan fasilitas mengontrol suhu alat pembersih dan lainnya.
- Fermentasi untuk pembuatan anggur putih secara umum difermentasi pada suhu 10-21°C pada 7-14 hari atau lebih, sedangkan pembuatan anggur merah difermentasi antara 3-5 hari dengan suhu 24-27°C.
- Pada fermentasi ini, mikroba yang digunakan, yaitu *Saccharomyces cerevisiae* diinokulasi dalam jus anggur dengan populasi 106-107 cell/ml.

# KRISTALISASI



- Saat ini semakin banyak hasil industri kimia yang dipasarkan dalam bentuk kristal karena kemurniaannya yang tinggi, dengan bentuk yang menarik, serta mudah dalam pengepakan dan transportasi.
- Kristalisasi memerlukan energi lebih sedikit dibandingkan distilasi. Atau metode pemisahan yang lain.
- Kristalisasi merupakan peristiwa pembentukan partikel-partikel zat padat pada suatu fase homogen. Kristalisasi dari larutan dapat terjadi jika padatan terlarut dalam keadaan berlebih diluar kesetimbangan, maka sistem akan mencapai kesetimbangan dengan cara mengkristalkan padatan terlalrut (Dewi dan Ali, 2003).

# KRISTALISASI



- Salah satu sifat penting kristal yang perlu diperhatikan adalah ukuran kristal individual dan keseragaman ukurannya (sebagai kristal *bulk*).
- Kristalisasi senyawa dalam larutan langsung pada permukaan transfer panas tempat kerak terbentuk memerlukan tiga faktor simultan, yaitu konsentrasi lewat jenuh (*supersaturation*), *nukleasi* (terbentuknya inti kristal) dan waktu kontak yang memadai.
- Pembentukan inti kristal terjadi saat larutan jenuh, kemudian sewaktu larutan melewati kondisi lewa jenuh, beberapa molekul akan bergabung membentuk inti kristal.
- Terbentuknya partikel-partikel baru, nukleasi, diikuti pertumbuhan partikel tersebut menjadi ukuran makroskopis yang terjadi pada kondisi larutan lewat jenuh.
- Nukleasi dan pertumbuhan tersebut tidak dapat terjadi dalam larutan jenuh maupun tidak jenuh.



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Kelebihan dan Kekurangan Proses Kristalisasi

## ➤ Kelebihan Proses Kristalisasi

- Dapat diperoleh kemurnian produk kristal sampai lebih dari 99% dengan mudah dari solute yang cukup tinggi hanya dalam satu stage/langkah operasi.
- Produk akhir berupa padatan kristalin yang mempunyai bentuk habit, ukuran yang seragam sehingga meningkatkan daya tarik, kemudahan *handing*, *packing* dan penjualan ataupun proses lanjutannya.

## ➤ Kelemahan Proses Kristalisasi

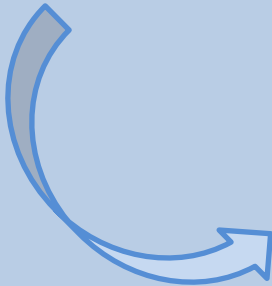
- Purifikasi multikomponen (lebih dari satu) dalam suatu larutan tidak biasa dilakukan dengan satu tahapan operasi.
- Tidak memungkinkan separasi solute dari larutannya dalam satu tahapan operasi kristalisasi karena terbentur pada sifat kelarutan solute itu sendiri.



# Penerapan Kristalisasi



- Industri garam dapur menggunakan konsep kristalisasi dalam membuat kristal garam.
- Industri kaca menggunakan teori kristalisasi silica untuk membuat kaca.
- Industri gula pasir, tempat proses produksinya melibatkan proses kristalisasi (kristal glukosa)
- Industri makanan. Setiap produksi bubuk kopi instan yang tanpa ampas menggunakan metode kristalisasi.



# Macam-macam Kristalisasi



Dipandang dari asalnya, Kristalisasi dibagi menjadi 3 proses utama :

- a. Kristalisasi dari larutan (*solution*) : proses krsitalisasi yang umum dijumpai dibidang teknik kimia, misalnya : urea, gula pasir, sodium glutamat, asam sitrat, garam dapur, tawas, fero sulfat dan lainnya.
- b. Kristalisasi dari lelehan (*melt*) dikembangkan khususnya untuk pembuatan *silicon single* kristal yang selanjutnya dibuat *silicon waver* yang merupakan bahan dasar pembuatan chip-chip *integrated circuit* (IC). Proses *prilling* atau granulasi sering dimasukkan dalam tipe kristalisasi ini.
- c. Kristalisasi dari fasa uap adalah proses sublimasi-desublimasi ketika suatu senyawa dalam fasa uap disublimasikan membentuk kristal.



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Mekanisme Pembentukan Kristal

## 1. Pembentukan Inti

- Inti krisal adalah partikel-partikel kecil yang dapat terbentuk dalam alat kristalisasi atau dengan menambahkan benih kristal ke dalam larutan lewat jenuh.

## 2. Pertumbuhan Kristal

- Kristalisasi penguapan dilakukan jika zat yang akan dipisahkan tahan terhadap panas dan titik bekunya lebih tinggi dari pada titik didih pelarut.
- Sebagai contoh selain dengan cara destilasi, garam juga bisa dipisahkan dari air dengan cara menguapkan airnya sampai habis
- Adanya pengaruh sinar matahari mengakibatkan komponen air dari air laut dalam tambak akan menguap dan komponen garamnya akan tetap dalam larutan.
- Jika penguapan ini terus berlangsung, lama-kelamaan garam tersebut akan membentuk kristal-kristal garam tanpa harus menunggu sampai airnya habis.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Mekanisme Pembentukan Kristal

- Kristalisasi juga dipakai sebagai salah satu cara pemurnian karena lebih ekonomis. Operasi krsitalisasi terabagi menjadi :
  1. Membuat larutan super saturasi (lewat jenuh)
  2. Pembuatan inti kristal
  3. Pertumbuhan kristal
- Titik jenuh larutan adalah suatu titik ketika penambahan partikel terlarut sudah tidak dapat menyebabkan partikel tersebut melarut , sehingga terbentuk larutan jenuh.
- Larutan jenuh adalah larutan yang mengandung jumlah maksimum partikel terlarut pada suatu larutan pada suhu tertentu.
- Contoh, NaCl ketika mencapai titik jenuh, maka akan terbentuk kristal. Berkurangnya air karena penguapan menyebabkan larutan melewati titik jenuh dan mempercepat terbentuknya kristal.







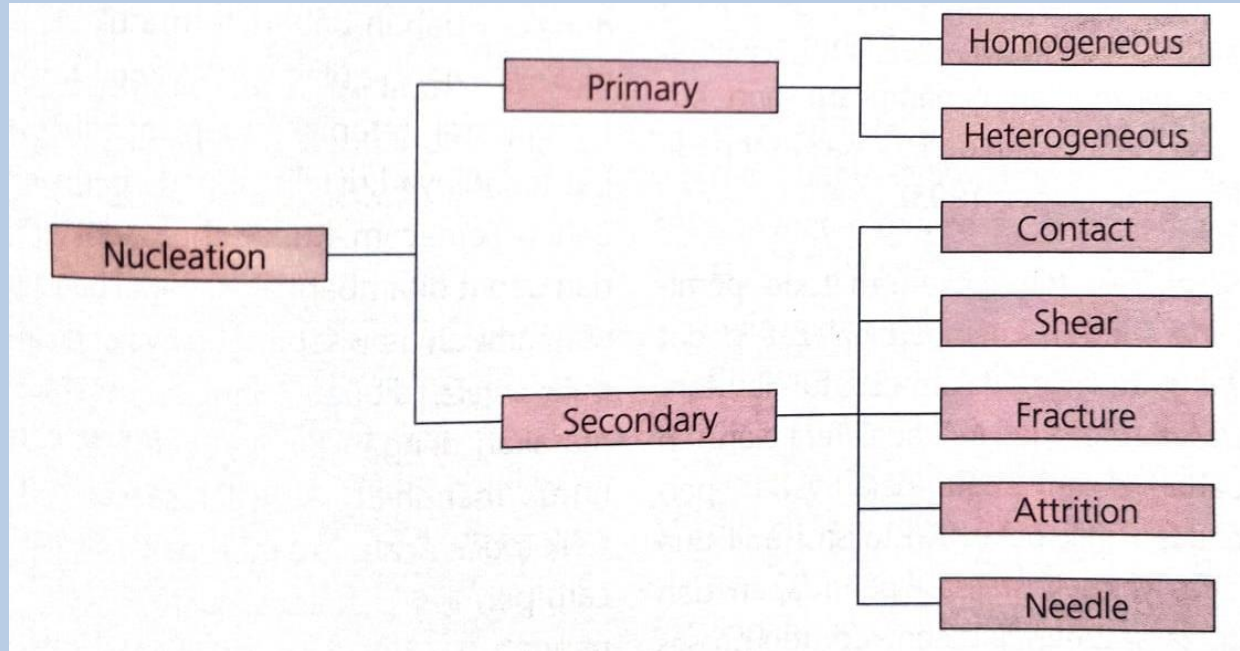
Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Tahapan Operasi Kristalisasi

- Proses kristalisasi terdiri atas dua buah kejadian besar, yaitu nukleasi (*nucleation*) dan pertumbuhan kristal (*crystal growth*).
- Pertumbuhan kristal membutuhkan keadaan yang sangat jenuh, dapat diperoleh dengan mengubah suhu, menghilangkan pelarut atau dengan menambahkan agen penenggelam (*drowning-out agent*) atau pendamping reaksi.
- Kedua jenis nukleasi mengambil tempat dalam kehadiran kristal dari larutan itu sendiri dan secara kolektif dikenal sebagai nukleasi primer (*primary nucleation*).
- Hal ini didapatkan ketika keadaan spesifik yang sangat jenuh, dikenal sebagai super saturasi metasbil  $\Delta C_{MET}$  , didapatkan dalam sistem.
- Tetapi semikomersial dan kristalizer dalam industri telah diamati bahwa terdapat nukleasi bahkan pada saat super saturasi rendah ( $\Delta C < \Delta C_{MET}$ ) ketika larutan dari kristalnya sendiri ada.



# Jenis nukleasi



# Produk Hasil Proses Kristalisasi

## Permen dan Gula Putih



- Pembuatan sebuah permen dilakukan dengan mendidihkan campuran gula dan kadar air kira-kira 3% jika sudah mencapai kandungan padatan yang diinginkan (kurang lebih 150°C) dilanjutkan dengan pencetakan
- Kristalisasi berakibat mengurangi penampilan yang jernih seperti kaca dan membentuk masa yang kabur. Kekurangan ini disebut *graining* (penampilan kurang menarik dan kasar pada lidah)
- Kristalisasi dapat dicegah dengan menggunakan bahan-bahan termasuk sirup glukosa dan gulainvert yang tidak mengkristal
- Sari tebu diuapkan dengan penguap hampa udara, sehingga air tebu tersebut menjadi kental, lewat jenuh dan terjadi pengkristalan gula. Kristal ini kemudian dikeringkan sehingga diperoleh gula putih atau gula pasir (Suhardjo, 1986)



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Pembentukan kristal pada produk gula

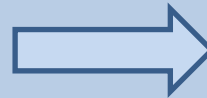
## 1. Gula Tebu

- Pada pabrik tebu diekstrak hingga diperoleh jus. Jus dibersihkan dengan menghilangkan sebagian kotoran
- Centrifugal (mirip dengan mesin cucui ketika mencapai siklus spin) kemudian digunakan untuk memisahkan kristal gula mentah dari sirup (tetes tebu).
- Langkah pertama untuk menghapus lapisan tipis molase dan sisa materi dari lapisan gula mentah dengan kecepatan tinggi centrifugal.
- Di kilang, Kristal dicuci kemudian dilarutkan dalam air dan disaring melalui mekanis saringan untuk menghilangkan partikel-partikel yang lebih besar dan diklasifikasi untuk menghilangkan partikel-partiel mikroskopis yang tersisa. Hasilnya adalah sirup murni, berwarna terdiri dari gula dan air.

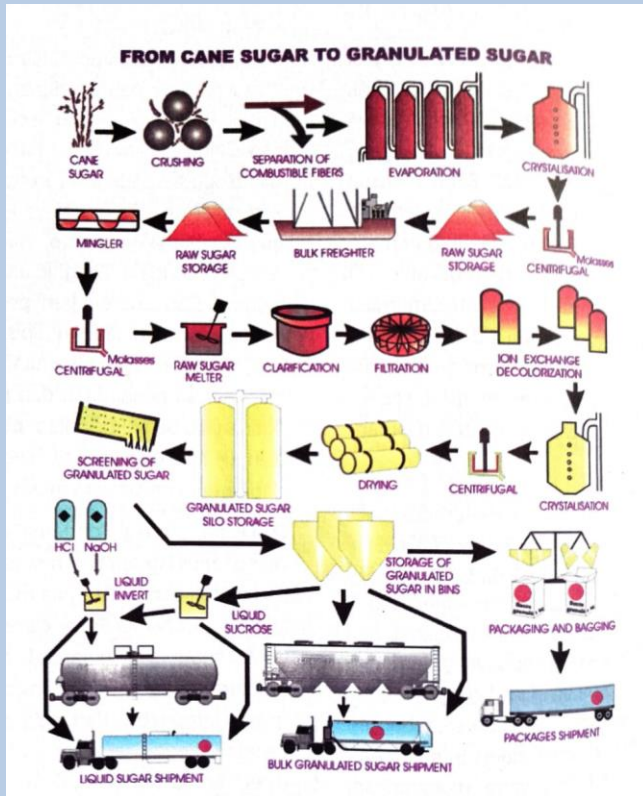


# Pembentukan kristal pada produk gula

- Beberapa air dari sirup yang dihasilkan dievaporasi lagi menjadi kristal kecil, “benih” kristal-kristal memungkinkan membentuk kristal gula yang besar.
- Gula pasir diperoleh dengan ekstraksi kristal ini dari sirup di sentrifugal. Kristal dicuci dengan air, dikeringkan dalam sebuah drum (seperti mesin pengering pakaian) dan disimpan di silo.
- Gula disaring melalui kawat mesh dengan berbagai ukuran lubang untuk memisahkan kristal yang sesuai dengan varietas yang berbeda dari gula (misalnya, warna, kecerahan, bentuk, bubuk)



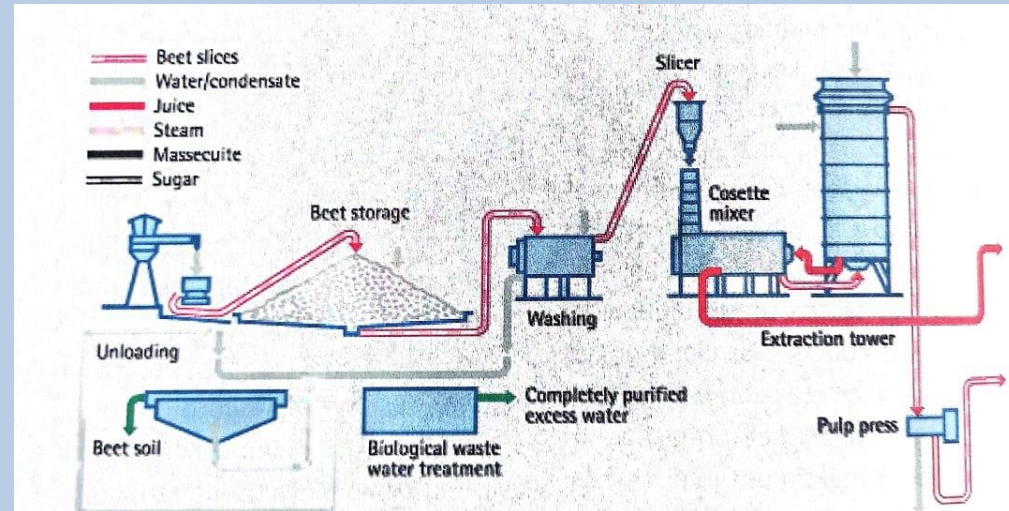
## Proses membuat gula



## 2. Gula Bit

### a. Jus Ekstraksi

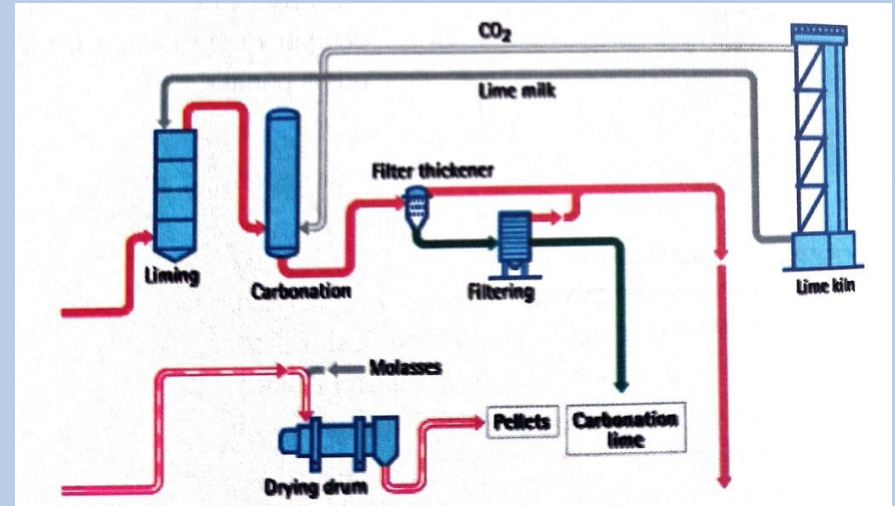
- Bit diiris memanjang tipis, dipanaskan di *cossette scalders* kemudian diekstraksi dengan air suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dan menghasilkan jus.
- *Cossette* digunakan kering dengan mesin kempa ulir dan udara panas



Tahapan pertama proses membuat gula

## b. Pemurnian Jus

- Sebuah klin kapur digunakan untuk menghasilkan zat alami kapur dan karbon dioksida yang ditambahkan secara berurutan untuk jus mentah agar mengikat dan memicu keluar kotoran bebas gula.

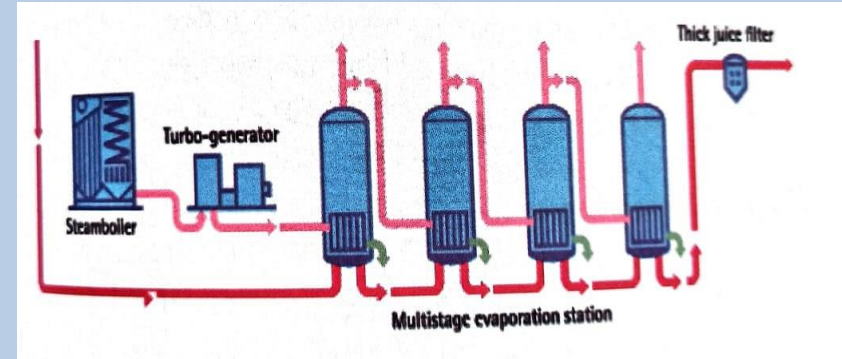


Tahapan kedua proses membuat gula



### c. Penguapan

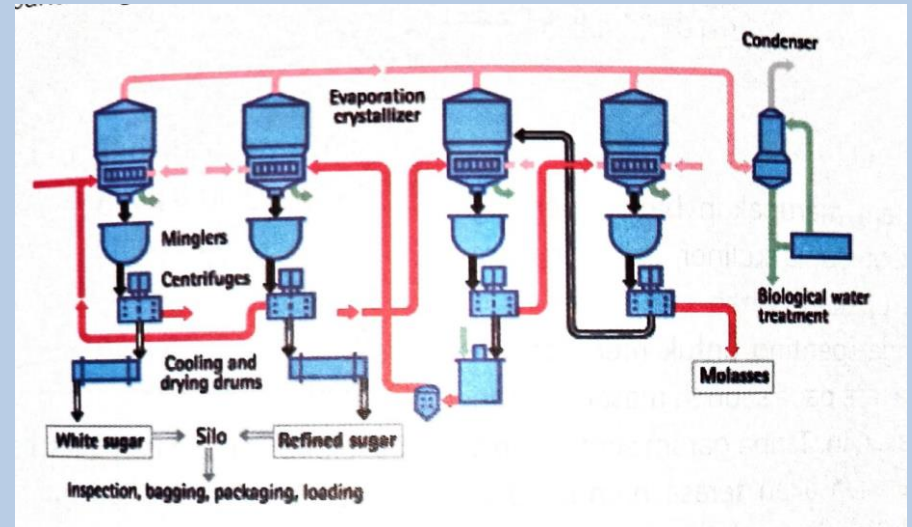
- Jus yang terkonsentrasasi dengan memanaskan membuat jus cokelat.
- Kemasan tebal dengan kandungan gula sekitar 67%.



Tahapan ketiga proses membuat gula

## d. Kristalisasi

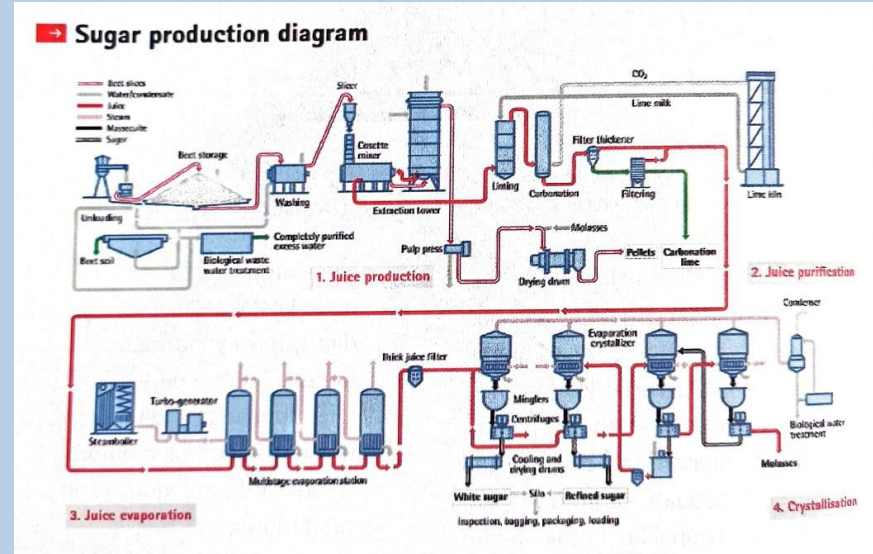
- Jus tebal yang direbus sampai kristal yang dibentuk, warna kuning keemasan bersinar karena tertutup sirup.
- Sirup dipisahkan dari kristal dalam sebuah centrifuge.
- Air panas digunakan untuk membilas sisa sirup atau lainnya.
- Gula ini kembali mengkristal untuk memproduksi gula rafinasi, gula yang sangat murni.



Tahapan keempat proses membuat gula

## e. Mengonversi

- Gula yang dihasilkan tadi didinginkan dan disimpan di silo.
- Lebih dari 80% dari gula dikirim ke industri konversi yang digunakan untuk membuat *confectioneries*, minuman, dan lainnya.
- Kurang dari 20% dari gula dikonversi ke berbagai jenis gula atau produk rumah tangga.



## Proses kristalisasi pada gula

### 3. Garam Kristal



Aneka merek  
produk garam dapur

- Untuk memperoleh garam ada prinsip dasar pengolahannya, yaitu pemisahan dengan teknik kristalisasi.
- Teknik ini didasari atas pelepasan pelarut dari zat terlarutnya dalam sebuah campuran larutan yang homogen, sehingga terbentuk kristal dari zat terlarutnya.
- Kristal garam dapat terbentuk karena suatu larutan dalam keadaan atau kondisi lewat jenuh (*Supersaturated*), yaitu kondisi ketika pelarut sudah tidak mampu melarutkan zat terlarutnya atau jumlah zat terlarut melebihi kapasitas pelarut.
- Dalam proses pengurangan pelarut dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu melalui penguapan, pendinginan, penambahan senyawa lain dan reaksi kimia.



#### 4. Wedang

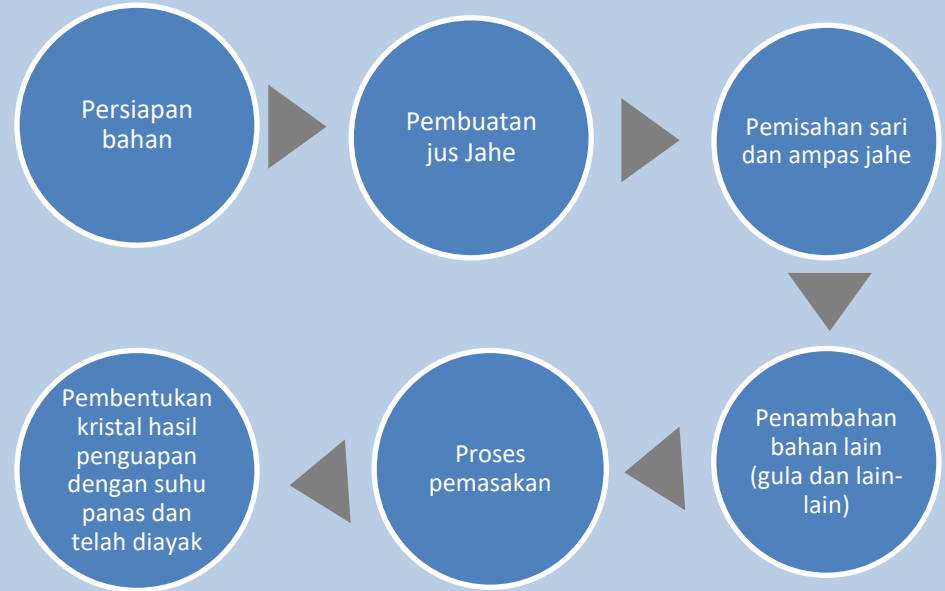
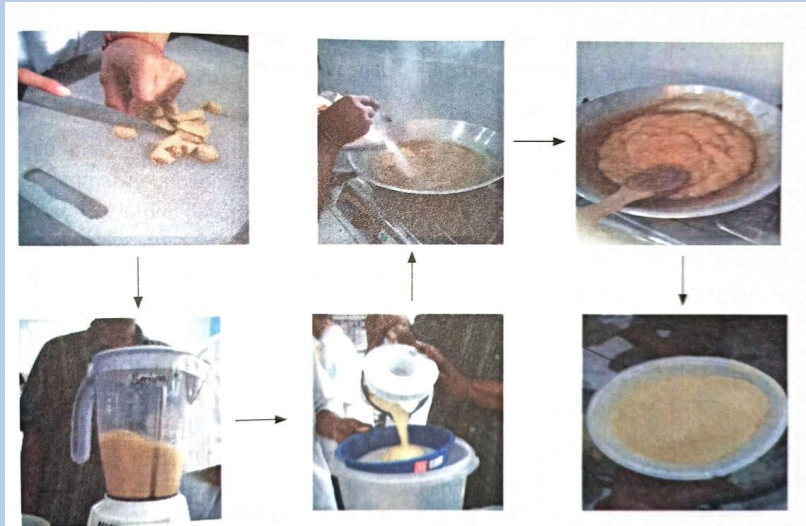
- Wedang merupakan salah satu jenis produk olahan/minuman tradisional yang terbuat dari kunyit jahe dll menggunakan metode kristalisasi.
- Prinsip kristalisasi hampir sama dengan pembentukan garam dan gula, proses kristalisasi di dalamnya terdapat pengentalan terlebih dahulu.
- Pengurangan kadar air dengan campuran utamanya air dan gula yang dipanaskan hingga kadar airnya berkurang dan menjadi lebih kental karena adanya penguapan.

- Melalui metode kristalisasi diharapkan tanaman obat yang terasa pahit atau tidak enak dapat dinikmati dengan rasa yang lebih nikmat tanpa merusak komposisi nutrisi yang ada didalamnya
- Mampu meningkatkan umur simpan dan lebih praktis dalam penyajiannya seperti wedang instan dan sachet yang banyak diperdagangkan.



## Kristalisasi jahe dan kunyit

# Metode sederhana kristalisasi





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

- Berdasarkan cara memperoleh super saturasi, peralatan kristalisasi diklasifikasikan sebagai berikut :
  1. Super saturasi diperoleh dengan pendinginan tanpa penguapan :
    - *Tank Crystallizer*
    - *Swenson walker Crisyallizer*
    - *Crystal Cooling Crysallizer*
  2. Super saturasi diperoleh dengan penguapan tanpa pendinginan :
    - *Crystal Evaporator Crystallizer*
    - *Strike pans*
  3. Super saturasi diperoleh dengan kombinasi penguapan dan pendinginan
    - *Swenson Vacum Crystallizer*
    - *Crystal Vacuum Crystallizer*





# IRADIASI BAHAN PANGAN

- Iradiasi pangan adalah metode penyinaran terhadap pangan, baik dengan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah terjadinya pembusukan dan kerusakan pangan serta membebaskan dari jasad renik patogen.
- Iradiasi pangan merupakan proses yang aman dan telah disetujui oleh lebih kurang 50 negara di dunia
- Jenis iradiasi pangan yang dapat digunakan untuk pengawetan bahan pangan adalah radiasi yang menghasilkan foton berenergi tinggi, sehingga sanggup menyebabkan terjadinya ionisasi dan eksitasi pada materi yang dilaluinya.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# IRADIASI BAHAN PANGAN

- Jenis radiasi partikel dan gelombang elektromagnetik, contohnya radiasi pengion yang saat ini paling banyak digunakan.
- Syarat penting yang harus dipenuhi bahwa radiasi yang digunakan tidak menimbulkan senyawa radio aktif pada bahan pangan, sebab dosis yang banyak digunakan dalam pemanfaatan sinar gama  $^{60}\text{Co}$  dengan energi foton sebesar 1.17 dan 1.13 MeV dan  $^{137}\text{Cs}$  dengan energi sebesar 0,66 MeV (Swallow, 1977).

## Keuntungan penggunaan teknologi radiasi, antara lain :

- a. Penghematan energi
- b. Penghematan bahan.
- c. Mudah dikontrol.
- d. Dapat dilakukan dalam keadaan terbungkus rapi.
- e. Tidak menimbulkan residu dan mengurangi pencemaran.
- f. Didapatkan produk dengan kualitas lebih (nilai tambah).





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# IRADIASI BAHAN PANGAN

Industri pemakai teknologi ini, antara lain :

- a. Sterilisasi alat-alat kedokteran dan bahan farmasi.
- b. Pelapisan permukaan produk kayu, kertas maupun logam.
- c. Pengikisan *cross-linking*, isolasi kabel dan kawat untuk memperbaiki sifat-sifat ketahanan terhadap panas.
- d. Pengikat silang bahan-bahan plastik pembungkus.
- e. Pembuatan plastik busa.
- f. Komposit kayu plastik.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Iradiasi Pangan di Dunia Internasional

- Standar ditetapkan oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC), suatu gabungan antara *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *World Health Organization* (WHO). Yang bertanggung jawab dalam penyusunan standar pangan untuk melindungi kesehatan konsumen dan memfasilitasi praktik perdagangan pangan.
- *Codex General Standard for Food Irradiation* (JECFI) yang dibentuk oleh FAO-WHO, dan *International Atomic Energy Agency* (IAEA). Standar dan pedoman yang dikeluarkan oleh *Codex* menjadi acuan internasional dalam melaksanakan proses iradiasi dan perdagangan pangan iradiasi





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Pemanfaatan Teknik Iradiasi

Kecenderungan dunia menggunakan teknik iradiasi terus meningkat karena adanya keuntungan yang diperoleh, antara lain :

- Tersedianya pangan yang bebas dari serangan (infestasi) serangga; kontaminasi dan pembusukan; perdagangan pangan juga harus memenuhi standar impor dalam hal mutu dan karantina.
- Iradiasi pangan memberikan keuntungan praktis jika diterapkan sesuai dengan sistem penanganan dan dengan distribusi pangan yang aman.
- iradiasi merupakan alternatif yang efektif untuk melindungi pangan dari kerusakan akibat serangga serta sebagai tindakan karantina untuk produk pangan segar karena larangan penggunaan insektisida semakin ketat seperti di negara USA dan Jepang.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Pengawetan Pangan dengan Radiasi

Tujuan penggunaan Radiasi pada bahan pangan :

## 1. Memperbaiki Mutu Pangan.

Contohnya :

- Buah anggur hasil iradiasi menghasilkan sari buah yang lebih banyak karena permeabilitas dinding selnya bertambah kuat.
- Sintesis klorofil dan solanin selama penyimpanan pada kacang akan terhambat, dan mencegah tumbuhnya tunas.
- Begitu pula dengan kentang yang diiradiasi, apabila dibuat produk olahan seperti kripik hasilnya akan sangat bersih dan tampak menarik, karena tidak adanya lingkaran-lingkaran coklat yang disebabkan oleh gula pereduksi.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Pengawetan Pangan dengan Radiasi

## 2. Menjaga Mutu dan Higiene Bahan Pangan

- Menjaga bahan pangan dari toksin yang disebabkan oleh mikroba patogen, misalnya salmonela yang sering dijumpai pada daging, telur, udang dan sebagainya.
- Pemanfaatan iradiasi sangat efektif untuk menghilangkan salmonela, baik dalam bahan pangan segar maupun yang telah dibekukan.

## 3. Memberantas Serangga Perusak Bahan Pangan

- Serangga dapat resisten terhadap insektisida tertentu, Untuk pemanfaatan iradiasi dengan dosis yang rendah, yaitu antara 0,2-0,8 kGy, semua jenis serangga yang bisa ditemukan pada bahan pangan dapat dilumpuhkan, sehingga mencegah kerugian pada suatu industri pangan.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Pengawetan Pangan dengan Radiasi

## 4. Sterilisasi Radiasi untuk Pemakaian Khusus

- Iradiasi dengan dosis yang cukup tinggi digunakan untuk mensterilkan makanan hewan percobaan.
- Untuk makanan yang dibawa astronot telah diiradiasi dengan dosis 0,5 kGy, sehingga menghambat pertumbuhan kapang.

## 5. Perlakuan Karantina Buah-buahan

- Pada proses ekspor impor, sebuah makanan khususnya buah-buahan, peraturan karantina mengharuskan buah-buahan tropis harus terlebih dahulu didisinfektasi sebelum diimpor.
- Perlakuan yang umum dilakukan dialiri uap panas atau difumigasi sebelum diekspor. Namun cara tersebut kurang efektif dan dapat menurunkan mutu produk.
- Pemanfaatan iradiasi akan lebih mempercepat dan praktis serta lebih efektif karena daya tembus lebih besar.







Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Teknik Radiasi

- Beberapa satuan dosis yang digunakan, antara lain *electron volt* (eV) yaitu energi yang dihasilkan oleh partikel bermuatan yang membawa satu muatan elektron ketika melintasi beda potensial satu volt ( $1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ erg}$ ).
- Satuan lain yang banyak digunakan adalah “rad” (*radiation absorbed dose*), yaitu 100 energi radiasi yang diserap per gram materi yang diiradiasi.
- Satuan yang biasa digunakan setelah adanya Satuan Internasional (SI) adalah “Gray” (Gy), yaitu unit energi radiasi yang terserap sebesar 1 kJ/kg bahan yang setara dengan 100 rad.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

➤ Untuk mengetahui laju dosis dapat dihitung dengan rumus :

$$D^* = \frac{60 \times D}{t} \times \text{Gy/jam}$$

• Dimana :

$D^*$  = laju dosis (Gy/jam)

D = total dosis terserap (Gy)

t = lamanya iradiasi (menit)

• Dengan jalan mengatur besarnya dosis radiasi, pengaruh kimia/biologi radiasi pada bahan pangan dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau tujuan dari penggunaan radiasi.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

## Penggunaan dosis radiasi untuk pengawetan bahan pangan

No	Tujuan pengawetan	Dosis (kGy)
1.	Pasteurisasi (radurisasi)	1 – 5
2.	Menghilangkan mikroba patogen (radiasi)	1 – 10
3.	Menghilangkan serangga (disinfestasi)	0,2 – 0,8
4.	Sterilisasi (radappertiasasi)	10 – 60
5.	Menunda kematangan pada buah-buahan	0,10 – 0,12
6.	Menghambat pertumbuhan tunas pada umbi-umbian	0,10 – 3,00





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Dosis Radiasi untuk Pengawetan Bahan Pangan

- Penerapan teknologi radiasi dapat berupa sumber radiasi sinar gamma, yaitu  $^{60}\text{Co}$  atau  $^{137}\text{Cs}$  dan dapat pula berupa sinar elektron yang dihasilkan oleh akselerator elektron.
- Perbedaan keduanya ada pada daya tembusnya.
- Akibat dari radiasi dapat menghambat sintesis DNA dalam sel hidup selanjutnya berakibat pada terganggunya pembelahan sel.
- Tidak semua tipe pengion dapat dimanfaatkan untuk mengiradiasi bahan pangan karena tidak mampu menembus suatu bahan/media.
- Dosis terabsorpsi yang diukur dalam satuan gray (Gy). Energi yang diserap persatuan waktu disebut laju dosis (Gy/jam). Laju dosis pada iradiasi dengan sumber penghasil sinar gamma sebesar 100-10.000 Gy-jam, sedangkan elektron dipercepat sebesar 10<sup>4</sup>-10<sup>9</sup> Gy/detik.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Dosis Radiasi untuk Pengawetan Bahan Pangan

- Jika jumlah radiasi yang digunakan kurang dari dosis yang diperlukan, maka efek yang diinginkan tidak akan tercapai. Jika dosis berlebihan, pangan mungkin akan rusak sehingga tidak dapat diterima oleh konsumen.
- Besarnya dosis radiasi yang dipakai dalam pengawetan makanan tergantung pada jenis bahan makanan dan tujuan iradiasi dan dilakukan pengukuran dengan menggunakan suatu sistem dosimetri.
- Dosimetri merupakan suatu metode pengukuran dosis serap atau absorpsi radiasi terhadap produk dengan teknik pengukuran yang didasarkan pada pengukuran ionisasi yang disebabkan oleh radiasi menggunakan dosimetri.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Kategori Dosis dalam Menggunakan Radiasi Ionisasi

1. Iradiasi dosis rendah : sampai dengan 1 kGy.
  - Menghambat pertunasan : 0,05-0,15 kGy pada kentang, bawang merah, bawang putih, jahe, ubi jalar dan lainnya.
  - Disinfestasi/mencegah serangan serangga dan parasit : 0,15-0,5 kGy pada serelia dan kacang-kacangan, buah segar dan kering, ikan kering dan daging, daging babi dan lainnya.
  - Menunda proses fisiologis (misalnya pematangan) : 0,25-1,0 kGy pada sayur dan buah segar.
2. Iradiasi dosis medium : 1-10 kGy
  - Memperpanjang masa simpan : 1,0-3,0 kGy pada ikan segar, stroberi jamur dan lainnya.
  - Eliminasi mikroba pembusuk dan patogen : 1,0-7,0 kGy pada pangan laut segar dan beku, ternak dan daging segar maupun beku lainnya.
  - Memperbaiki teknologi pangan : 2,0-7,0 kGy pada anggur (meningkatkan hasil sari buah), sayuran dehidrasi (mengurangi waktu memasak) dan lainnya.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Kategori Dosis dalam Menggunakan Radiasi Ionisasi

## 3. Iradiasi dosis tinggi : diatas 10 kGy

- Sterilisasi industri (kombinasi dengan pemanasan suhu rendah) : 30-50 kGy pada daging, ternak, *seafood*, makanan steril untuk pasien dirumah sakit, makanan steril untuk astronot dan lainnya.
- Dekontaminasi beberapa bahan tambahan pangan : 10-50 kGy pada rempah, enzim, gum dan lainnya.





Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Mekanisme Iradiasi Pangan

- Proses iradiasi dilakukan dengan pemaparan pada pangan, baik yang dikemas maupun curah pada radiasi ionisasi dalam jumlah dan waktu yang terkontrol.
- Untuk keamanan pangan, menunda pematangan, menghambat pertunasan. Proses ini tidak akan meningkatkan tingkat radioaktivitas pangan.
- Gelombang energi yang dilepas selama proses dapat mencegah pembelahan mikroorganisme penyebab pembusukan pangan seperti bakteri dan jamur melalui perubahan struktur molekul.
- Dalam meiradiasi pangan, sumber radiasi yang boleh digunakan adalah :
  - a. Sinar gamma dari radionuklida  $^{60}\text{Co}$  atau  $^{137}\text{Cs}$ .
  - b. Sinar X yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau di bawah 5 Mev.
  - c. Elektron yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau dibawah 10 Mev.







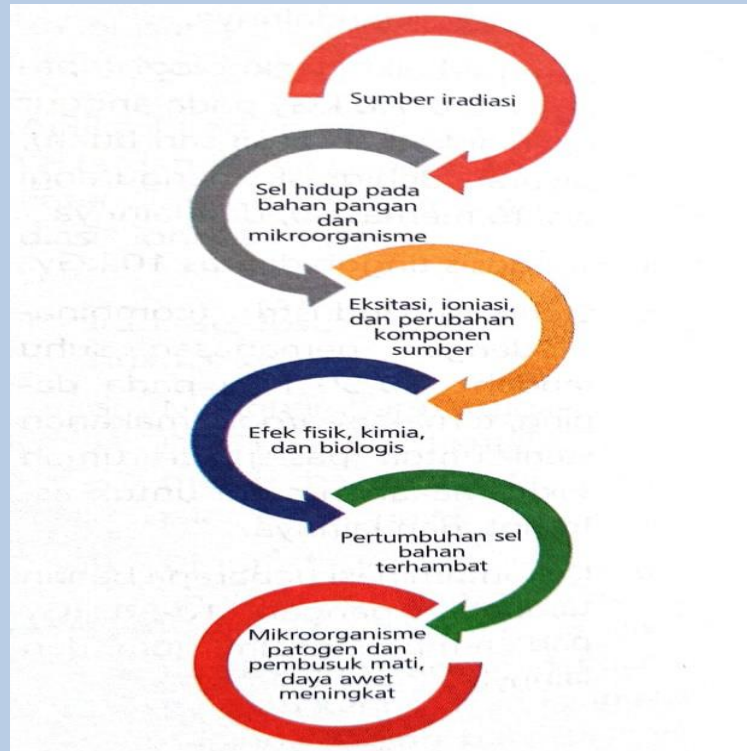
Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Mekanisme Iradiasi Pangan

- Radiasi berenergi tinggi yang dikenal dengan nama radiasi pengion dapat menimbulkan ionisasi pada materi yang dilaluinya sehingga dapat mengawetkan makanan.
- Menurut spektrum elektromagnetiknya radiasi dibedakan menjadi dua golongan, yaitu Radiasi panas elektromagnetik dengan frekuensi rendah atau panjang gelombang besar dan Radiasi pengion berasal dari gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tinggi atau panjang gelombangnya pendek.
- Radiasi pengion banyak digunakan untuk pengawetan, penelitian serta pengolahan pangan dibandingkan dengan radiasi panas dan pematangan.
- Sementara pada dosis sedang (3-10 Mev), berguna untuk membasmi serangga, dekontaminasi dan mengeliminasi mikroba patogen serta membasmi parasit. Sementara teknik radiasi dosis tinggi (diatas 10 Mev) berguna untuk sterilisasi.
- SNI ISO 1447-2011 tentang iradiasi pangan dan persyaratan indikator untuk pangan.



# Alur mekanisme prinsip pengawetan bahan dengan radiasi





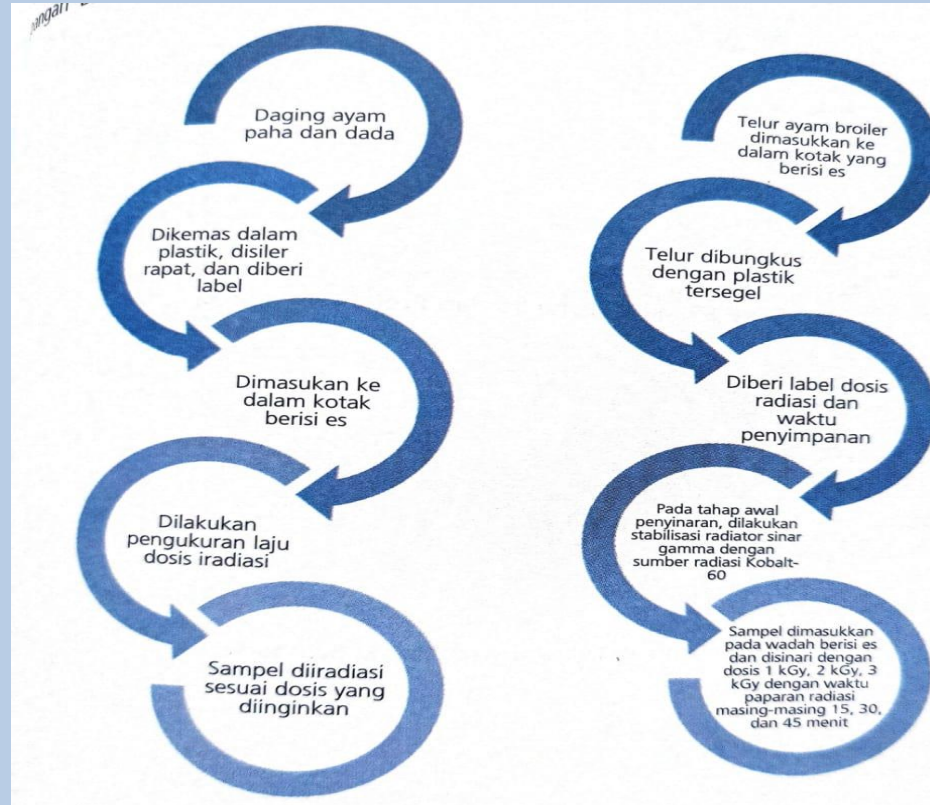
Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA

# Hasil Produk Iradiasi Pangan

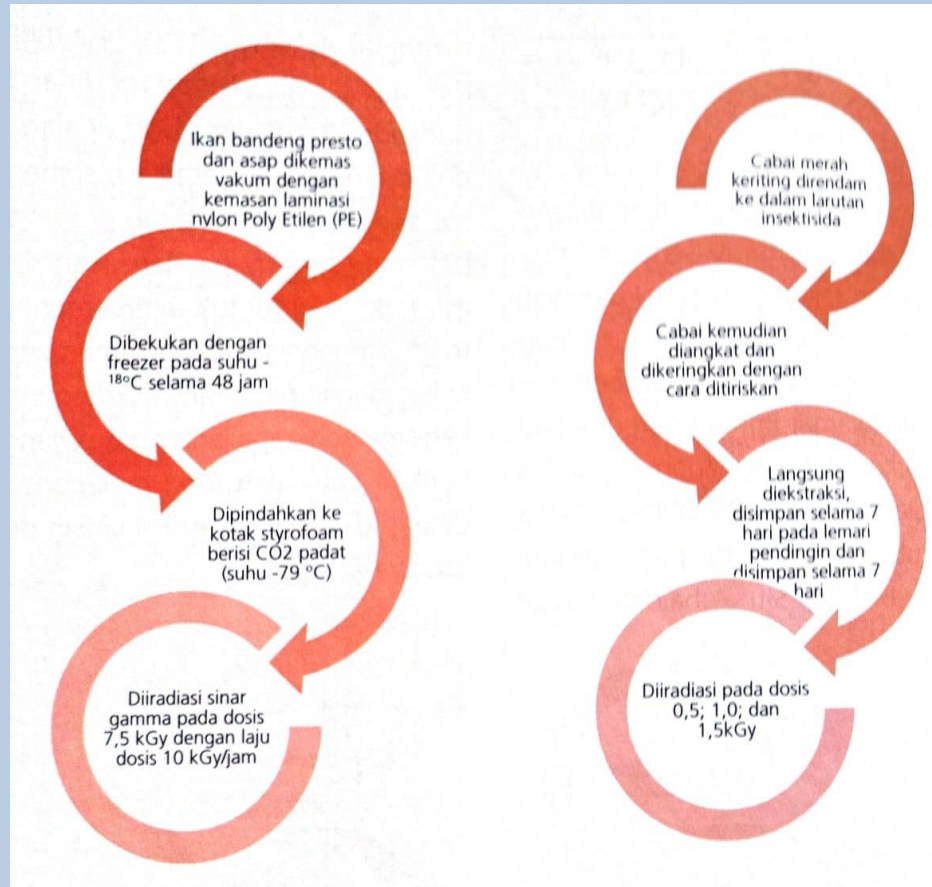
- Teknik radiasi ini berguna dalam pengawetan makanan tanpa menghilangkan kandungan nutrisi serta cita asa.
- Pangan siap saji berbahan baku hewani yang dimasak dengan resep tradisional umumnya hanya dapat bertahan pada suhu kamar kurang dari dua hari.
- Menurut pakar radiasi pada produk pangan BATAN, mengatakan bahwa harus bisa membedakan antara *irradiation food* dan *food radiation*.
- *Irradiation food* adalah produk pangan yang teradiasi, sementara *food radiation* merupakan proses tempat suatu produk pangan akan diradiasi terkontrol untuk memperpanjang masa simpannya sekaligus memperbaiki keamanan pangannya.
- Ada pun mekanisme beberapa jenis produk yang diberikan perlakuan *food radiation* yang dikutip dari beberapa artikel ilmiah diantaranya.



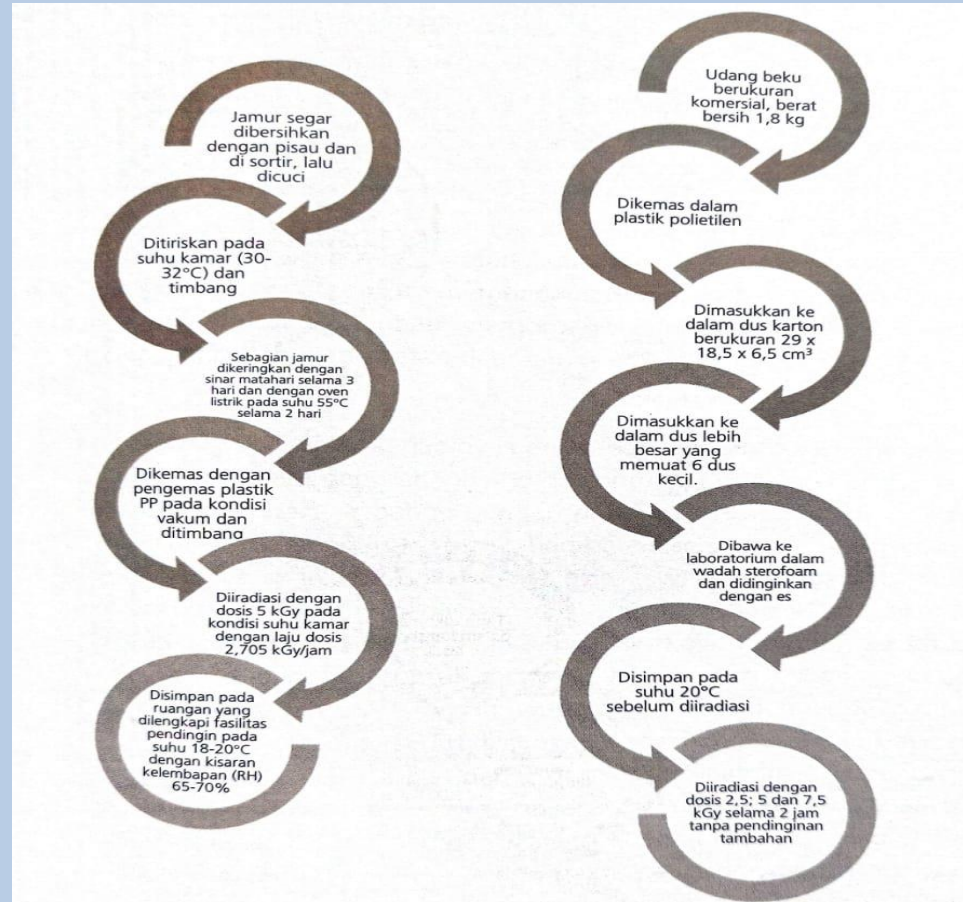
# Mekanisme iradiasi daging ayam broiler & telur ayam broiler



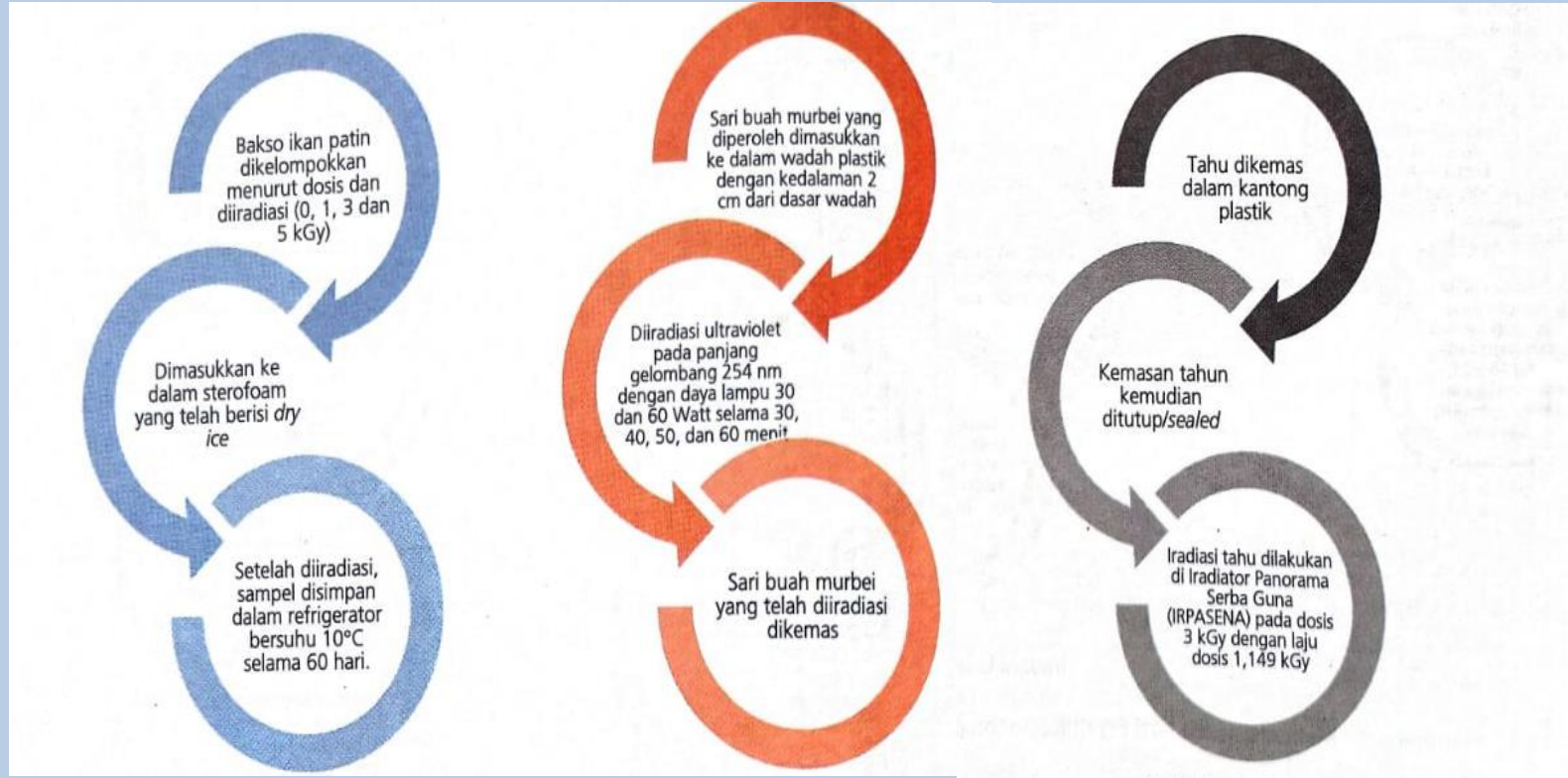
# Mekanisme iradiasi ikan bandeng presto & cabai merah



# Mekanisme iradiasi jamur tiram & udang beku



## Mekanisme iradiasi bakso patin, sari buah murbei & tahu





unmuh  
jember

KNOWLEDGE, MORALITY, CIVILIZATION

[www.unmuhjember.ac.id](http://www.unmuhjember.ac.id)

THANKS  
FOR YOUR ATTENTION