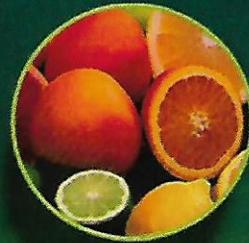




SELARAS

Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P

PENANGANAN dan REKAYASA PRODUK HASIL PERTANIAN



Penanganan dan Rekayasa Produk Hasil Pertanian

Penulis:

Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P

Editor: Team editor Selaras

Layout Isi dan Sampul: Team Selaras

Copyright 2012, Penerbit Selaras, Malang

Hak cipta dilindungi undang-undang

Diterbitkan oleh:

Penerbit Selaras

Perum Pesona Griya Asri A-11 Malang 65154

Tlp.: (0341) 9405080

Anggota IKAPI Jawa Timur

Jumlah: xii + 119 hlm.

Ukuran 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-602-9047-65-3

Cetakan 1, Mei 2012

Sanksi Pelanggaran Pasal 22

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002

Tentang Hak Cipta:

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidanya dengan pidana paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Buku Penanganan dan Rekayasa Produk Hasil Pertanian.

Buku Penanganan dan Rekayasa Produk Hasil Pertanian ini, berisi tentang penjelasan teoritik beserta aplikasi teknologi pengolahan hasil pertanian yang antara lain iradiasi pangan, pengalengan bahan pangan, fermentasi, pengasapan dan pengolahan pangan hasil samping industri pertanian.

- Penulis mengucapkan banyak terima kasih yang tak terhingga kepada Universitas Tribhuwana Tungadewi, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan buku ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulisan buku ini. Harapan penulis, Buku Penanganan dan Rekayasa Produk Hasil Pertanian ini dapat memberi sumbangan yang berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang teknologi industri pertanian.

Malang, Mei 2012

Penulis

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1. Bahan Pangan Hasil Pertanian	1
1.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Bahan Pangan Hasil Pertanian	3
II. KERUSAKAN BAHAN PANGAN HASIL PERTANIAN	
2.1. Jenis Kerusakan Bahan Pangan Hasil Pertanian ...	6
2.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Resiko Kerusakan Bahan Pangan	9
III. PENGOLAHAN BAHAN PANGAN	
3.1. Aspek Dasar Pengolahan Bahan Pangan Hasil Pertanian	28
3.2. Pengawetan Bahan Pangan	30
3.3. Pengolahan Bahan Pangan	31

IV. METODE PENGOLAHAN DAN PENGAWETAN BAHAN PANGAN

4.1. Pendinginan (Cooling) Bahan Pangan	33
4.2. Pembekuan (Freezing) Bahan Pangan	41
4.3. Iradiasi Bahan Pangan	49
4.4. Pengalengan Bahan Pangan	51
4.5. Fermentasi Bahan Pangan	63
4.6. Pengeringan Bahan Pangan	72
4.7. Pemanasan Bahan Pangan	77
4.8. Pengasapan (Smoking) Bahan Pangan	82
4.9. Selai, Jeli dan Marmalade	87
4.10. Pengolahan Minyak Hasil Pertanian	94
4.11. Pengolahan menggunakan Bahan Tambahan Makanan (Food Additive)	97
4.12. Teknologi Ekstraksi Alginat	104
DAFTAR PUSTAKA	112

Daftar Gambar

Gambar 1.	Ikatan kimia protein	11
Gambar 2.	Struktur protein dan ikatan penyusunnya	12
Gambar 3.	Struktur sekunder protein	12
Gambar 4.	Struktur tersier protein	12
Gambar 5.	Struktur senyawa dalam karbohidrat	15
Gambar 6.	Struktur lemak	17
Gambar 7.	Struktur asam lemak tidak jenuh	17
Gambar 8.	Metode penyimpanan bulk	20
Gambar 9.	Interaksi antar faktor yang ada dalam bahan pangan	26
Gambar 10.	Kurva penurunan suhu produk selama pendinginan	38
Gambar 11.	Metode pendinginan	40
Gambar 12.	Kurva penurunan suhu produk selama pembekuan	41
Gambar 13.	Alat pembekuan metode immersion freezing	42
Gambar 14.	Air blast freezer	43
Gambar 15.	Contact plate freezer	43
Gambar 16.	Cryogenic freezing	44
Gambar 17.	Metode dan contoh produk <i>freeze drying</i>	47
Gambar 18.	Makanan Kaleng	53
Gambar 19.	Struktur kaleng	54
Gambar 20.	Sterilisasi makanan kaleng	57
Gambar 21.	Produk pangan hasil proses fermentasi	68
Gambar 22.	Nata de coco	68
Gambar 23.	Pengering tipe drum	75
Gambar 24.	Tipe pengering terowongan	76

Gambar 25. Grafik pemanasan dengan sterilisasi	80
Gambar 26. Sterilisasi sederhana dengan autoklaf	80
Gambar 27. Skema metode sterilisasi	81
Gambar 28. Sistem pengasapan panas	84
Gambar 29. Sistem pengasapan dingin	84
Gambar 30. Sistem pengasapan modern (alat pengasapan ikan tiga dimensi)	85
Gambar 31. Alat produksi asap cair	86
Gambar 32. Diagram alir pembuatan selai atau jeli buah .	89
Gambar 33. Selai buah	90
Gambar 34. <i>Marmalade</i>	91
Gambar 35. Jelly	92
Gambar 36. Minyak olahan hasil pertanian	95
Gambar 37. Struktur kimia BHA	98
Gambar 38. Struktur kimia BHT	99
Gambar 39. Rumus kimia asam propionat	99
Gambar 40. Struktur kimia asam benzoat	100
Gambar 41. Struktur kimia sodium benzoat	101
Gambar 42. Struktur kimia asam sorbat	102
Gambar 43. Struktur kimia potasium sorbat	102
Gambar 44. Struktur kimia FD&C orange no 1	103
Gambar 45. Pewarna makanan	103
Gambar 46. Bahan penyedap rasa	104
Gambar 47. <i>S.echinocarpum</i>	106
Gambar 48. <i>T. decurrens</i>	106
Gambar 49. <i>Padina</i> sp.	107
Gambar 50. (a) Rumus bangun asam manuronat dan guluronat (b) Struktur kursi alginat	107
Gambar 51. Diagram alir proses ekstraksi natrium alginat	111

Daftar Tabel

Tabel 1. Kandungan lemak dari beberapa jenis kacang	18
Tabel 2. Nilai a_w yang dibutuhkan oleh beberapa jenis mikroba	20
Tabel 3. Kelembaban optimal bahan pangan	35
Tabel 4. Kandungan etanol beberapa minuman beralkohol	71
Tabel 5. Jenis metode pengeringan dan produk yang dikeringkan	74
Tabel 6. Kandungan kimia asap cair	86
Tabel 7. Aktivitas anti bakteri komponen asap cair	87
Tabel 8. Aneka bahan pembentuk gel	93



Pendahuluan

1.1. Bahan Pangan Hasil Pertanian

Umumnya bahan makanan bersifat mudah rusak (*perishable*). Buah-buahan dan sayuran setelah dipanen akan mengalami perubahan-perubahan fisiologis yang disertai perubahan fisik, kimia dan mikrobiologi. Kerusakan pangan tersebut merupakan akibat perubahan-perubahan fisiologis tersebut. Proses pematangan alamiah pada buah dan sayuran akibat respirasi yang terus berlanjut setelah pemetikan saat panen. Pematangan terus berlangsung hingga bahan pangan menjadi layu dan tidak dapat dimakan.

Sewaktu berespirasi (bernapas), bahan makanan menyerap oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. Buah dan sayuran menjadi masak sewaktu sel bernapas. Proses ini membutuhkan oksigen. Bahan makanan itu menjadi layu jika terus mengambil oksigen meskipun sudah masak. Maka, jika kadar oksigen rendah, proses respirasi berkurang dan memperlambat proses pematangan. Penyebab lain kerusakan bahan adalah akibat mikroorganisme semacam bakteri, jamur dan cendawan. Mikroorganisme itu dapat menyerang makanan dan menyebabkan pembusukan. Proses ini dapat terjadi pada segala jenis makanan. Selama ribuan tahun, ilmuwan dan juru masak telah mengembangkan sejumlah cara pengawetan guna mencegah proses kerusakan bahan pangan tersebut.

Mikroorganismes yang membusukkan makanan hanya tumbuh dalam keadaan tertentu, antara lain adanya oksigen (aerobik), kelembaban dan suhu. Karena itu diperlukan cara untuk mengancurkan mikroorganismes tersebut. Menyimpan makanan pada suhu rendah (pada lemari es atau lemari beku) atau mensterilkannya dengan pemanasan akan menunda pembusukan. Metode pengawetan lain, yaitu dengan kemasan hampa udara atau penyimpanan dengan sejumlah karbondioksida dapat mengurangi persentuhan bahan makanan itu dengan oksigen. Dengan demikian mengurangi kecepatan pelayuan dan pertumbuhan bakteri. Teknik lain ialah pengeringan makanan dan pengawetan dengan garam atau gula.

Sebagian besar bahan pangan merupakan hasil pertanian. Hasil pertanian dapat berupa produk pangan maupun non pangan. Hasil pertanian, dapat berupa :

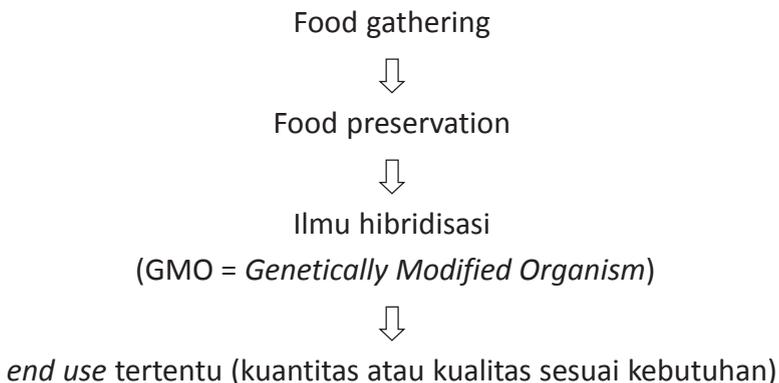
1. Tanaman pangan, seperti umbi-umbian dan serealia
2. Hasil ternak, seperti daging sapi dan ayam
3. Hasil perikanan, seperti jenis-jenis ikan dan udang

Hasil pertanian merupakan bahan yang bersifat biologis, yang mudah rusak dan busuk. Bahan ini merupakan bahan biologis yang dipengaruhi oleh lingkungan. Lingkungan disekitar bahan pangan ini merupakan faktor intrinsic yang sangat mempengaruhi kondisi bahan pangan setelah panen. Berdasarkan sifat mudah rusak ini, maka bahan pangan perlu dilakukan penanganan pasca panen atau pengolahan dengan metode tertentu sehingga bahan pangan tersebut lebih tahan lama dan mempunyai nilai tambah baik secara social maupun secara ekonomi.

Bahan pangan hasil pertanian, sekarang ini, merupakan hasil dari domestikasi dari komoditi hasil pertanian yang dilakukan secara bertahap, yang kemudian diikuti juga dengan perkembangan ilmu pemuliaan tanaman, misalnya buah tomat yang dijumpai sekarang berbeda dengan buah tomat jaman dulu yang hanya terdiri dari satu jenis tomat, sedangkan sekarang ada tomat jenis cherry dan tomat jenis besar yang kandungan

vitaminnya lebih banyak dan dapat diatur. Ada pula jenis buah semangka tanpa biji, yang merupakan hasil pemuliaan tanaman dan dapat memenuhi permintaan konsumen yang membutuhkan kepraktisan.

Masing-masing komoditi hasil pertanian, mempunyai daerah asal (*center of origin*) pertama kali tanaman tersebut tumbuh atau ditemukan, misalnya jagung yang berasal dari Mexico. Tahap-tahap perkembangan ilmu pengolahan dan teknologi pemuliaan tanaman adalah sebagai berikut :



1.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Bahan Pangan Hasil Pertanian

Bahan pangan hasil pertanian merupakan bahan biologis yang dipengaruhi oleh lingkungan. Selain itu, juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya yang berasal dari bahan pangan itu sendiri.

Faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu :

1. Faktor ekstrinsik

Lingkungan merupakan faktor ekstrinsik yang sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan pangan hasil pertanian, sehingga hasil pertanian mempunyai sifat mudah rusak (*perishable*). Faktor ini antara lain yaitu O₂, RH, suhu, mikroba dan insekta

2. Faktor intrinsik

Faktor ini merupakan faktor yang berasal dari dalam hasil pertanian itu sendiri yaitu komponen-komponen dalam bahan pangan seperti kandungan air. Adanya air bahan pangan dapat mempengaruhi terjadinya reaksi enzimatik dan enzim yang ada dapat memecah komponen bahan pangan sehingga berpengaruh terhadap kualitasnya.

Teknologi pengolahan bahan pangan tidak akan mampu memperbaharui kualitas bahan baku, sehingga banyak dilakukan rekayasa pada bahan baku tersebut, misalnya jagung mempunyai kandungan lisin yang rendah, padahal lisin merupakan salah satu asam amino yang sangat dibutuhkan tubuh sehingga dilakukan rekayasa untuk meningkatkan kandungan lisinnya.

Tiga tingkatan *perishable foods*, yaitu :

1. *Highly perishable*

Bahan pangan yang termasuk tipe ini mempunyai sifat sangat mudah rusak, daya tahannya hanya 1-2 hari, kadar air tinggi, kandungan enzim tinggi, kadar protein tinggi. Contohnya adalah asparagus dan kecambah

2. *Moderately perishable*

Bahan pangan yang termasuk tipe ini mempunyai sifat tidak terlalu mudah mengalami kerusakan karena meskipun kadar airnya masih tinggi tetapi kandungan enzimnya tidak terlalu banyak, sehingga daya tahannya mencapai 1-2 minggu. Contohnya adalah jenis buah-buahan seperti mangga

3. *Slightly perishable*

Bahan pangan jenis ini tidak mudah rusak karena kadar enzim dan airnya yang rendah, sehingga daya tahannya bias mencapai 1-2 bulan.

Istilah hasil pertanian sering diidentikkan dengan bahan pangan. Hal ini disebabkan oleh persamaan keduanya yang merupakan bahan biologis, yang berarti bahan ini merupakan bahan hidup dan khususnya tanaman pangan masih melakukan metabolisme.

Metabolisme dibagi dua yaitu :

1. Anabolisme

Suatu kegiatan yang menghasilkan sintesa-sintesa baru dan yang menghasilkan enzim. Yang bersifat dominant dalam tahap ini adalah kondisi pra panen atau sebelum panen

2. Katabolisme

Suatu kegiatan perombakan-perombakan yang makin lama hasil yang dirombak makin habis. Yang paling dominan pada tahap ini adalah kondisi pasca panen. Kehidupan pasca panen khususnya tanaman, sangat tergantung pada suplai komponen yang masih ada pada bahan tersebut.

Dalam bahan pangan, ada dua istilah penting yaitu :

1. Pengawetan (*preservation*)

Bertujuan untuk memperpanjang daya simpan, misalnya proses pengeringan bahan pangan sehingga dapat menurunkan kadar airnya

2. Pengolahan (*processing*)

Bertujuan untuk meningkatkan daya guna dan daya simpan bahan pangan, sehingga dikenal adanya Pohon Industri, yaitu suatu skema atau diagram alir dari satu bahan pangan dapat dihasilkan bermacam-macam produk yang mungkin dihasilkan, misalnya dari jagung dapat dihasilkan pati, gula jagung, permen jagung. Semakin bahan pangan itu diolah, maka akan semakin tinggi nilai tambahnya.



Kerusakan Bahan Pangan Hasil Pertanian

2.1. Jenis Kerusakan Bahan Pangan Hasil Pertanian

Bahan pangan terutama hasil pertanian, selama proses pendistribusian ke konsumen, dapat mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi sebagian besar disebabkan penanganan yang salah baik karena proses alamiah maupun tindakan manusia. Kerusakan bahan pangan ini berkisar 30 - 40%, sehingga untuk mengurangi terjadinya kerusakan ini diperlukan teknologi tepat guna. Kerusakan pada bahan pangan hasil pertanian, antara lain yaitu :

1. Kerusakan fisiologis

Suatu kerusakan yang disebabkan oleh reaksi fisiologis dalam bahan pangan itu sendiri, misalnya karena kadar air yang tinggi, enzim yang ada dan suhu penyimpanan

2. Kerusakan mikrobiologis

Suatu kerusakan yang disebabkan oleh adanya mikrobia yang dapat merombak komponen dalam bahan pangan atau menghasilkan suatu metabolit, yang dapat mengubah komposisi kimia dalam bahan pangan tersebut, misalnya jenis bakteri, ragi dan jamur. Makin tinggi kadar air bahan pangan dapat menjadi faktor yang dapat mendorong pertumbuhan jenis mikrobia tersebut.

3. Kerusakan karena faktor mekanis

Kerusakan ini akan mendorong sel-sel pada hasil pertanian menjadi pecah, sehingga mengakibatkan terjadinya retak dan memar serta kondisi ini akan mendorong masuknya mikrobia kedalam bahan tersebut sehingga akan menambah tingkat kerusakan yang terjadi.

4. Kerusakan fisis

Kerusakan ini disebabkan oleh kondisi lingkungan sekitar bahan pangan, misalnya pengaruh suhu lingkungan dan kelembaban

5. Kerusakan kimia

Kerusakan ini juga disebabkan oleh pengaruh lingkungan di sekitar bahan pangan, namun kerusakan ini mengarah kepada berubahnya komponen kimia yang ada dalam bahan akibat terjadinya reaksi kimia. Akibat adanya reaksi kimia ini, perubahan yang terjadi dapat terlihat dari luar bahan pangan maupun tidak nampak jika tidak dilakukan analisis kimia terhadap bahan tersebut, misalnya berkurangnya vitamin C akibat masuknya oksigen kedalam buah.

6. Kerusakan biologis

Kerusakan ini sebagian besar disebabkan oleh serangga, ulat dan tikus

7. Kerusakan karena proses

Kerusakan ini disebabkan oleh berbagai kesalahan yang terjadi selama proses pengolahan bahan pangan, misalnya pada pembuatan makanan dalam kaleng, terjadi kerusakan termometer atau terjadi kesalahan dalam perhitungan suhu, maka akan terjadi *loss* gizi dan tekstur produk menjadi lembek atau bahkan hancur

Berdasarkan jenis-jenis kerusakan tersebut, dapat dikelompokkan pengaruh jenis kerusakannya menjadi dua macam yaitu :

1. Kerusakan yang berasal dari luar, misalnya karena mikroba, suhu, cahaya, RH.
2. Kerusakan yang berasal dari dalam, misalnya enzim dan komponen alami dalam bahan pangan.

Penerapan teknologi dalam pengolahan bahan pangan hasil pertanian, harus memperhatikan komponen bahan bakunya. Teknologi yang dimaksud adalah gabungan antara ilmu dan keteknikan yang diterapkan secara tepat guna dalam suatu sistem. Sedangkan dalam pengolahan hasil pertanian, yang dimaksud dengan teknologi pengolahannya adalah gabungan antara ilmu dan keteknikan yang diterapkan secara tepat guna dalam suatu sistem penanganan dan pengolahan bahan pangan hasil pertanian. Penerapan teknologinya harus tepat guna secara teknis dan sesuai dengan kondisi sosial budaya yang ada. Dampak positif adanya teknologi ini yaitu :

1. Meningkatkan daya simpan dan daya awet bahan pangan
2. Meningkatkan ketersediaan bahan pangan
3. Meningkatkan nilai tambah bahan pangan, dalam bentuk ekonomis dan sosial misalnya penciptaan lapangan kerja baru
4. Mendorong terbentuknya industri non hasil pertanian, misalnya dalam pengolahan ubi kayu menjadi produk gula cair, yang pengemasan gula cair ini membutuhkan penanganan khusus seperti kemasan plastik tertentu, sehingga dari pengolahan ini diperlukan industri lain yang mampu mengolah plastik yang cocok untuk mengemas gula cair tersebut.

Dampak negatif dari penerapan teknologi jika teknologi yang digunakan tidak tepat guna yaitu :

1. Munculnya pencemaran lingkungan, misalnya pencemaran karena limbah industri mengandung logam berat dan penggunaan bahan kimia tertentu yang sulit untuk diuraikan oleh proses alamiah lingkungan.

2. Munculnya penyalahgunaan teknologi, seperti penggunaan bahan pewarna dan pengawet makanan yang tidak *food grade* atau menyalahi aturan badan pengawas kesehatan dan keamanan makanan misalnya borax, formalin dan bahan pewarna tekstil.
3. Munculnya gejala sosial yang ada akibat adanya penggunaan teknologi dan mesin-mesin pengolahan sehingga meningkatkan efisiensi proses pengolahan namun dengan adanya hal ini justru akan menurunkan jumlah tenaga kerja yang terserap dalam industri.

2.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Resiko Kerusakan Bahan Pangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi resiko kerusakan bahan pangan hasil pertanian, yaitu :

1. Intrinsik

Faktor yang berasal dari dalam bahan pangan, misalnya a_w , kadar air, tingkat kedewasaan, struktur atau konstruksi bahan serta sifat-sifat lain yang ada dalam bahan pangan itu sendiri, misalnya keberadaan jenis enzim tertentu yang dapat mendorong terjadinya perubahan komposisi kimia dan struktur bahan pangan.

a. Enzim

Enzim mempunyai peranan yang sangat penting dalam industri pangan, terutama dalam proses pengolahan bahan pangan itu sendiri maupun dalam mempertahankan stabilitas pangan tersebut. Jenis-jenis enzim endogen seperti enzim pada susu, dapat membantu dalam proses pengolahan susu menjadi keju. Selain itu, keberadaan enzim endogen ini ternyata dapat meningkatkan daya simpan dari keju. Namun tidak semua enzim endogen dapat menguntungkan selama proses pengolahan bahan pangan. Beberapa jenis enzim endogen ternyata dapat mengakibatkan terjadinya pencoklatan (*browning*) pada bahan pangan. Enzim ini dikenal sebagai enzim *polyphenol oxidase*.

Hampir semua enzim, mempunyai aktivitas optimal pada suhu 30°C sampai dengan 40°C dan terjadi denaturasi mulai pada suhu 45°C. Namun terjadinya inaktivasi pada enzim ini, juga berguna sebagai cara untuk mengukur keberhasilan suatu proses pengolahan dengan menggunakan panas, seperti pada proses blanching buah dan sayur dengan menggunakan pemanasan atau pengukusan, yang mempunyai tujuan untuk menginaktifkan berbagai enzim yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan atau timbulnya warna yang tidak diinginkan. Pemanasan dapat menginaktifkan enzim *fenolase*, *klorofilase*, *katalase*, *peroksidase* dan *asam askorbat oksidase*.

Perubahan pH dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi enzim sehingga dapat berakibat pada hilang atau berkurangnya aktivitas enzim itu sendiri. Enzim menunjukkan suatu aktivitas yang maksimum pada kisaran pH yang disebut sebagai pH optimum. Kisaran pH optimum ini adalah 4,5 sampai dengan 8,0. Disekitar pH optimum enzim, enzim mempunyai stabilitas yang tinggi. Pada makanan kering atau kue kering, keaktifan enzim lebih banyak dipengaruhi oleh A_w bahan dan kelembaban udara disekitarnya.

b. Kadar air

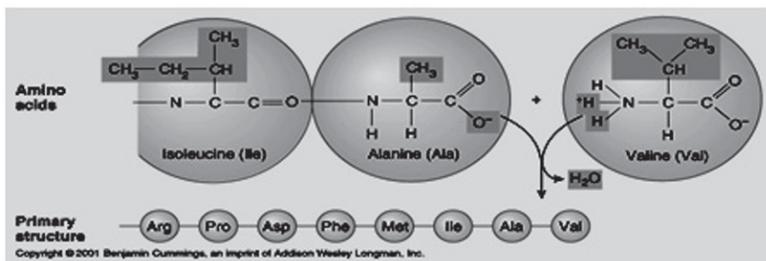
Keberadaan air dalam bahan pangan hasil pertanian adalah berkisar 25 – 95%. Kandungan air yang tinggi ini dicapai oleh jenis buah-buahan berkadar air tinggi seperti semangka yaitu sekitar 95%. Kadar air alami terendah, dimiliki oleh jenis biji-bijian golongan *leguminosae*. Dampak positif adanya air dalam bahan pangan adalah sebagai pelarut bahan yang dapat meningkatkan cita rasa ketika diolah serta sebagai pembawa vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan tubuh. Sedangkan dampak negatif adanya air dalam bahan pangan adalah sebagai media tumbuh mikroba serta dapat meningkatkan reaksi kimia dan enzimatis.

Kandungan air bebas dalam bahan pangan dapat dijadikan sebagai media hidup bagi mikroba terutama bagi bakteri. Kandungan a_w bahan yang dianggap aman dari gangguan bakteri, ragi dan jamur adalah pada a_w 0.70.

Sebagian besar enzim yang ada dalam bahan pangan adalah bersifat hidrolase yang membutuhkan air dalam reaksinya untuk menghidrolisis produk, sehingga dengan kandungan air yang tinggi dapat mendorong kerja enzim untuk mendegradasi produk dan berakibat pada percepatan kerusakan produk

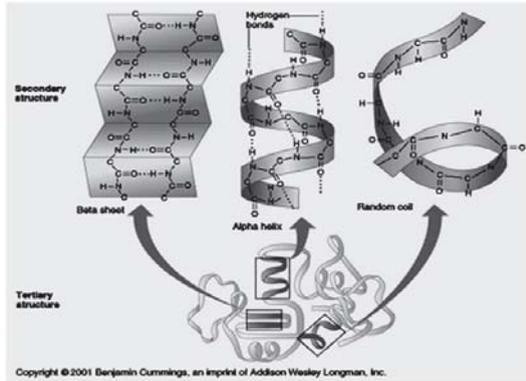
c. Protein

Protein adalah suatu poliamida dan ikatan amidanya (-CONH-) disebut ikatan peptida yang menghubungkan dua unit asam amino. Protein adalah salah satu bio-makromolekul yang penting perannya dalam makhluk hidup. Fungsi dari protein itu sendiri secara garis besar dapat dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu sebagai bahan struktural dan sebagai mesin yang bekerja pada tingkat molekular. Struktur protein terbagi menjadi empat yaitu : primer, sekunder, tertier, kuarterner. Gambar ikatan kimia protein serta struktur protein dan ikatan penyusunnya, dapat dilihat pada Gambar 1, 2, 3 dan 4.

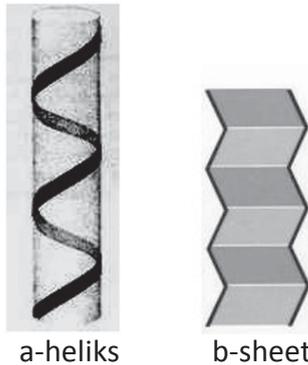


Gambar 1. Ikatan kimia protein

Sumber : Anonimus (2004)



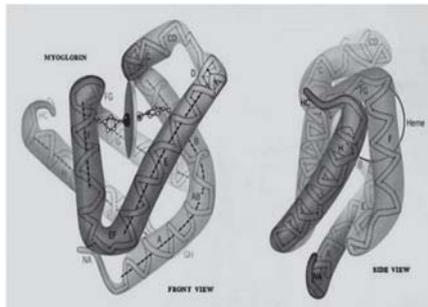
Gambar 2. Struktur protein dan ikatan penyusunnya
Sumber : Hertadi (1999)



a-heliks

b-sheet

Gambar 3. Struktur sekunder protein
Sumber : Hertadi (1999)



Gambar 4. Struktur tersier protein
Sumber : Hertadi (1999)

Sifat protein yang berperan pada bahan pangan:

1. Hidrasi protein : *water binding capacity*, *water holding capacity* (WHC) .
2. Kelarutan:
 - a. peran : pengental, pengemulsi, *foaming*, *gelling*
 - b. factor : *hidrofobicity* dan *ionic repulsion*
3. Denaturasi protein
 - a. Faktor
 - b. Efek terhadap sifat fungsional yaitu : kelarutan, *water holding capacity*, viskositas, rentan terhadap proteolitik. Terjadinya denaturasi protein pada pangan, mengakibatkan kelarutan protein menurun, viskositas meningkat, koagulasi, presipitasi, kapasitas penjebakan air menurun sehingga tekstur akan berubah dan rentan terhadap enzim proteolitik.
4. Gel Protein

Gel protein adalah agregasi dari molekul-molekul protein terdenaturasi dengan keteraturan tertentu sehingga dihasilkan jaringan yang kontinyu. Proses pembentukan gel protein disebabkan oleh dua hal yaitu :

1. Denaturasi
2. Agregasi (pada saat didinginkan)
 - a. Pro-gel (jika bersifat *reversibel*)
 - b. Ikatan silang dalam rantai protein
 - c. Akibatnya : absorpsi air protein eksterior dan interior

Faktor yang mempengaruhi pembentukan gel protein yaitu suhu (T), pH, garam, konsentrasi protein. Sifat gel protein adalah mempunyai viskositas tinggi, elastis, plastis dan efek sineresis. Kekuatan gel protein merupakan kemampuan protein dengan berat molekul tertentu untuk membentuk gel dengan mengikat sejumlah air pada kondisi tertentu. Faktor yang mempengaruhi kekuatan gel protein yaitu konsentrasi protein, suhu, pH (perlu dikendalikan), agitasi dan

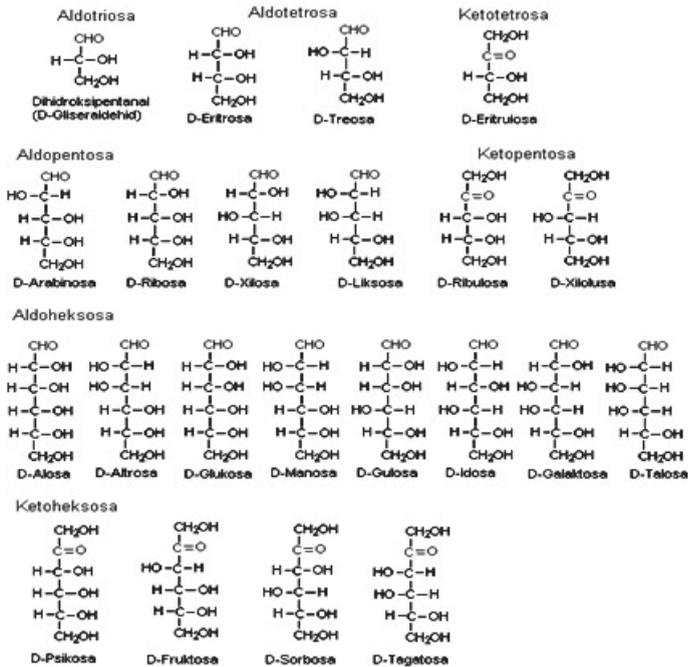
berat molekul (MW). Perubahan pada struktur akan mempengaruhi fungsi dari protein.

Kerusakan protein pada pengolahan susu dapat berupa terbentuknya pigmen coklat (melanoidin) akibat reaksi Maillard. Reaksi Maillard adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi antara gula dan protein susu akibat proses pemanasan yang berlangsung dalam waktu bubuk. Reaksi pencoklatan tersebut menyebabkan menurunnya daya cerna protein. Proses pemanasan susu dengan suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama juga dapat menyebabkan terjadinya rasemisasi asam-asam amino yaitu perubahan konfigurasi asam amino dari bentuk L ke bentuk D. Tubuh manusia umumnya hanya dapat menggunakan asam amino dalam bentuk L. Dengan demikian proses rasemisasi sangat merugikan dari sudut pandang ketersediaan biologis asam-asam amino di dalam tubuh. Reaksi pencoklatan (Maillard) dan rasemisasi asam amino telah berdampak kepada menurunnya ketersediaan lisin pada produk-produk olahan susu.

d. Karbohidrat

Karbohidrat adalah sebuah senyawa organik yang terdiri dari zat-zat: karbon, hidrogen, dan oksigen. Senyawa ini terdiri atas satu molekul gula sederhana atau lebih. Sakarida yang terdiri dari satu molekul aldehyd atau keton disebut monosakarida. Glukosa dan manosa adalah monosakarida. Monosakarida dapat bergabung melalui ikatan asetal atau ikatan glikosida membentuk disakarida, trisakarida, tetrasakarida atau polisakarida. Oligosakarida terdiri dari beberapa unit sakarida, berbeda dengan polisakarida yang terdiri dari ribuan unit sakarida yang sama atau yang berbeda. Sakarida yang mengandung aldehyd digolongkan sebagai aldosa, sedangkan yang terdiri dari ketos digolongkan sebagai ketosa. Glukosa disebut juga aldohexosa dan fruktosa sebagai ketohexosa. Keduanya mengandung enam atom karbon. Ribosa adalah aldopentosa kerana ia mempunyai

lima atom karbon. Gambar contoh struktur senyawa dalam karbohidrat, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur senyawa dalam karbohidrat

Sumber : Anonimus (2006)

Karbohidrat merupakan bahan makanan penting dan sumber tenaga yang terdapat dalam tumbuhan dan daging hewan. Merupakan komponen penyusun pangan terbesar setelah air. Beberapa karbohidrat yang banyak terdapat dalam pangan adalah glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa dan laktosa. Bahan-bahan makanan yang mengandung karbohidrat, antara lain adalah beras, kentang dan terigu.

Senyawa disakarida kebanyakan diperoleh dari hasil hidrolisis sebagian dari polisakarida. Sukrosa disebut juga gula meja, yang diperoleh dari tebu atau beet. Sifatnya bukan gula pereduksi, proses pemanasannya menghasilkan karamel dan

dapat difermentasi. Gula invert adalah hasil hidrolisis sukrosa dengan asam, panas atau dengan invertase (perbandingan glukosa : fruktosa = 1 : 1). Manfaat sukrosa dalam pengolahan pangan, misalnya pada proses fermentasi yaitu pembuatan roti dan pakan ternak, pembuatan *brown sugar yang berupa kristal gula putih yang diberi perlakuan dengan molase*, pembuatan gula bubuk yang diproses dari bubuk sukrosa yang mengandung 3% tepung jagung sebagai *anticaking agent* serta pembuatan gula *fondant* untuk hiasan kue atau permen yang dibuat dari kristal sukrosa yang sangat halus diselaputi larutan jenuh gula invert, sirup jagung, maltodextrin. Maltosa jarang diproduksi oleh tanaman, hasil hidrolisis tepung oleh enzim α -amilase (bakteri *Bacillus*) dan merupakan senyawa antara pada proses fermentasi. Sifat maltosa sebagai gula pereduksi, dapat mengalami mutarotasi dan dapat dihidrolisis oleh asam, panas atau maltase. Manfaatnya sebagai sirup jagung dan kombinasi pemanis.

Laktosa adalah gula yang paling tidak manis, bersifat paling sukar larut, digunakan sebagai pembawa senyawa pewarna atau senyawa pembangkit rasa (adsorpsi), tidak dapat difermentasi oleh kapang, mampu bereaksi dengan protein membentuk reaksi pencoklatan, merangsang adsorpsi nutrisi di usus halus dan menyebabkan waktu tinggal kalsium lebih lama. Laktosa dapat membentuk kristal yang tidak selalu diinginkan terjadi pada produk pangan seperti kristalisasi laktosa pada es krim.

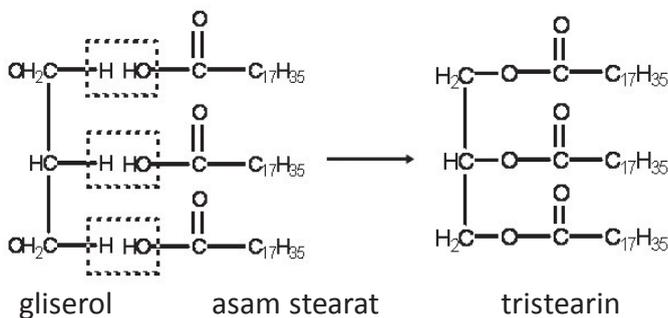
Manfaat dan sifat polisakarida dalam pangan yaitu mengatur dengan menurunkan mobilitas air pada sistem bahan pangan, air dapat mengubah sifat fisik dan fungsional polisakarida, bersama-sama air dapat mengubah sifat fungsional bahan pangan. Peran tepung dalam bahan pangan adalah *adhesive (bread)*, *binding (formed meats)*, *clouding (cream fillings)*, *dusting (bread)*, *film forming*, *foam strengthening (marshmallows)*, *gelling (gum drops)*, *glazing (nuts)*, *moisture retaining (breeding)* dan *thickening (soups)*.

e. Lemak

Kegunaan lipid pada bahan pangan adalah sebagai penambah rasa dan tekstur, medium penggorengan dan kepuasan. Penggolongan lipid yaitu :

1. Lipid sederhana atau trigliserida : lemak, minyak, *wax*
2. Lipid kompleks : glikolipid, fosfolipid, lipoprotein
3. Turunan lipid : *sterols, carotenoids, terpens*

Struktur lemak dan asam lemak jenuh, dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.

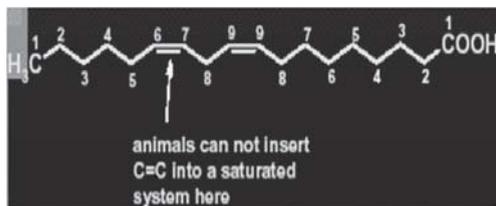


Gambar 6. Struktur lemak

Sumber : Handoko (2004)



(16:1ω7)



(18:2ω6)

Gambar 7. Struktur asam lemak tidak jenuh

Sumber : Warganegara (2002)

Sifat fisik lipid yang berhubungan dengan sifat fungsional lipid yaitu :

1. Plastisitas lemak (*fat*)
2. Titik leleh
3. Polimorfisme
4. Massa jenis
5. Titik asap minyak

Contoh bahan pangan yang mengandung lemak adalah jenis *beans* dan *nuts*. Penelitian menunjukkan, jenis lemak yang dikandungnya termasuk jenis lemak tak jenuh. Kandungan lemak dari beberapa jenis kacang, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan lemak dari beberapa jenis kacang

Jenis	Protein (g)	Lemak (g)	Serat (g)	Kalsium (mg)	Besi (mg)
Kacang almond	20	55.2	8.8	235	3.5
Kacang mete (<i>cashew nut</i>)	15-17	49.2	5.9	34	5
Kacang tanah (<i>peanut</i>)	26	50	-	-	-
Kacang kastanye (<i>chesnut</i>)	3.2	2.2	12.9	29	0.9
Kacang kemiri (<i>hazelnut</i>)	14.8	61.4	10.4	86	3.2
Kacang makademia	7.6-8	76.2	6	48	1.8
Kacang pistasio	19.7	50.6	9	90	3.9
Kacang kenari (<i>walnut</i>)	14.4	69.2	6.4	89	2.5

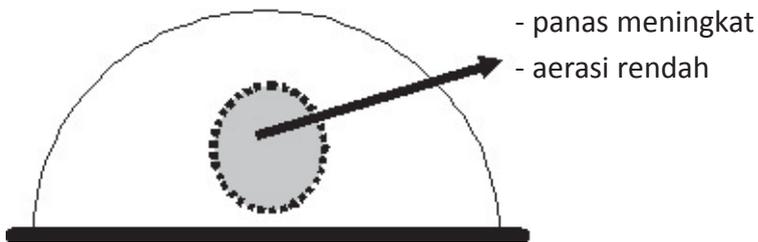
Sumber : Anonimus (2006)

Oksidasi lipida (minyak dan lemak) merupakan penyebab terbesar kerusakan mutu makanan. Terjadinya oksidasi lipida dapat mengawali perubahan-perubahan lain dalam makanan yang berdampak pada mutu nutrisi, keamanan, wama, flavor dan tekstur makanan. Salah satu cara efektif untuk mencegah

kerusakan oksidatif tersebut adalah penggunaan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat terjadinya kerusakan oksidatif lipida, namun tidak dapat memperbaiki produk makanan yang telah teroksidasi. Ada beberapa macam antioksidan yang diijinkan untuk makanan, baik dari jenis antioksidan sintesis (*Butil Hidroksi Anisol/BHA*, *Butil Hidroksi Toluena/BHT*) maupun antioksidan alami (ekstrak daun *Rosemary*). Antioksidan sintesis yang diproduksi secara reaksi kimia dianggap kurang aman, maka konsumen cenderung mencari antioksidan alami yang dipandang lebih aman karena diperoleh dari ekstrak bahan alami. Semakin meningkatnya permintaan antioksidan alami, mendorong banyak peneliti untuk terus menggali dan mencari lebih jauh bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami. Ada banyak bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, misalnya rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-bijian sereal, sayuran, enzim dan protein. Kebanyakan sumber antioksidan alami adalah tumbuhan dan umumnya merupakan senyawa fenolik yang tersebar di seluruh bagian tumbuhan, baik di kayu, biji, buah, daun, akar, bunga maupun serbuk sari. Salah satu bahan pangan yang menarik untuk diteliti sebagai salah satu sumber komponen aktif antioksidan adalah biji buah Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.).

2. Ekstrinsik

Faktor yang berasal dari luar bahan pangan yaitu suhu ruang penyimpanan, kelembaban, kandungan oksigen, jumlah dan jenis mikroorganisme, cara penyimpanan serta kondisi cahaya. Pada metode penyimpanan *bulk*, dapat terjadi timbunan panas dan tingkat aerasi yang rendah sehingga mendorong bahan pangan lebih cepat busuk. Metode penyimpanan *bulk*, dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Metode penyimpanan *bulk*

a. Mikroba

Kerusakan karena faktor mikrobiologis disebabkan oleh jenis bakteri, ragi dan jamur. Keberadaannya diuntungkan apabila terdapat nutrisi dan kadar air yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan maka akan meningkatkan pertumbuhan ketiganya. Hasil pertanian mengandung 25–95 % air. Ketersediaan air ini berhubungan dengan a_w bahan, karena adanya air bebas ini dapat menunjukkan ketersediaan air dalam bahan pangan yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba. Nilai a_w yang dibutuhkan oleh beberapa jenis mikroba, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai a_w yang dibutuhkan oleh beberapa jenis mikroba

No.	Jenis Mikroba	a_w
1	Bakteri	> 0.90
2	Ragi	0.88
3	Kapang	0.80
4	Bakteri halofilik	0.75
5	Bakteri xerofilik	0.65
6	Bakteri osmofilik	0.61

Berdasarkan syarat suhu untuk pertumbuhannya, mikroba dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Psikrofilik

Mikroba psikrofilik mempunyai suhu pertumbuhan optimum adalah 10 – 15°C

2. Mesofilik

Mikroba mesofilik mempunyai suhu pertumbuhan optimum adalah 25°C

3. Termofilik

Mikroba termofilik mempunyai suhu pertumbuhan optimum adalah 30 – 40°C. Jenis mikroba ini adalah jenis yang paling berbahaya karena dalam kondisi tertentu dapat menghasilkan racun dan membentuk spora atau kapsul. Pada kondisi dimana mikroba membentuk suatu lapisan kulit yang keras saat kondisinya tidak memungkinkan untuk berkembang biak atau pada saat mikroba tidak mampu bertahan terhadap kondisi lingkungan yang merugikan maka akan membentuk kapsul atau kapsula yang akan melindungi dirinya terhadap perubahan faktor luar yang dapat membahayakan kehidupannya. Mikroba dapat juga menghasilkan racun untuk melindungi dirinya terhadap gangguan makhluk hidup lain yang membahayakan dirinya atau menghasilkan racun sebagai hasil dari metabolismenya. Racun yang diproduksi mikroba ini harus diwaspadai keberadaannya dalam bahan pangan atau dalam produk jadi karena akan sangat membahayakan kesehatan konsumen serta proses pembentukannya harus dapat dicegah dengan memberikan kondisi yang tidak cocok untuk dihasilkannya racun tersebut dan melakukan proses pengolahan yang tepat sehingga tidak memungkinkan bagi mikroba untuk membentuknya.

Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, jenis mikroba dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Aerobik

Golongan mikroba ini sangat membutuhkan oksigen, jika tidak ada oksigen maka akan mati.

2. An aerobik

Golongan ini tidak membutuhkan oksigen untuk mendukung kehidupannya, sehingga jika ada oksigen maka mikroba ini akan mati.

3. Fakultatif

Mikroba dalam golongan ini dapat hidup dengan atau tanpa keberadaan oksigen dalam lingkungannya.

Kondisi lingkungan juga dapat menjadi salah satu syarat bagi pertumbuhan mikroba, diantaranya yaitu :

1. Osmofilik

Mikroba ini dapat hidup dan tumbuh pada kadar gula yang tinggi

2. Halofilik

Mikroba jenis ini dapat tumbuh dan berkembang pada media dengan kandungan garam yang tinggi

3. Asidurik

Mikroba yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang asam. Kehidupan jenis bakteri, jamur dan ragi juga mensyaratkan adanya nutrisi tertentu dalam lingkungannya. Bakteri dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang mengandung jumlah protein, air dan karbohidrat yang cukup banyak. Sedangkan bagi jamur dan ragi, masing-masing cukup mensyaratkan adanya karbohidrat dan gula dalam jumlah yang cukup tinggi.

b. Oksigen

Keberadaan oksigen di lingkungan bahan pangan terutama yang berlemak tinggi mengakibatkan rentannya

terjadi oksidasi lemak dan ketengikan. Oksidasi lipid biasanya melalui proses pembentukan radikal bebas yang terdiri dari tiga proses dasar yaitu tahap inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada tahap awal reaksi terjadi pelepasan hidrogen dari asam lemak tidak jenuh secara homolitik sehingga terbentuk radikal alkil yang terjadi karena adanya inisiator (panas, oksigen aktif, logam atau cahaya). Pada keadaan normal radikal alkil cepat bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi dimana radikal peroksi ini bereaksi lebih lanjut dengan asam lemak tidak jenuh membentuk hidroproksida dengan radikal alkil, kemudian radikal alkil yang terbentuk ini bereaksi dengan oksigen. Dengan demikian reaksi autoksidasi adalah reaksi berantai radikal bebas. Karena laju reaksi antara radikal alkil dengan oksigen cepat, maka kebanyakan radikal bebas berbentuk radikal peroksi. Akibatnya, reaksi terminasi utama biasanya melibatkan 2 radikal peroksi. Laju oksidasi meningkat dengan meningkatnya jumlah ikatan rangkap pada asam lemak.

c. Suhu

Pada umumnya kenaikan suhu akan diikuti oleh kenaikan kecepatan reaksi kimia. Pada umumnya, enzim bekerja sangat lambat pada suhu titik beku, namun keaktifannya akan meningkat sampai pada suhu 45°C. Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi enzim dapat disebut sebagai Q_{10} . Q_{10} sama dengan 2 berarti bahwa kecepatan reaksi enzim akan meningkat hingga dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu 10°C. Penyimpanan dingin pada lemari es atau refrigerator dapat mengurangi kerusakan makanan dan memperlambat proses pelayuan. Suhu dingin juga membatasi tumbuhnya bakteri yang merugikan. Upaya lain dengan pembekuan makanan berarti 'mematisurikan' makanan dalam keadaan hidup yang tertunda. Pernapasan dan proses pelayuan terhenti, dan suhu dingin akan menghentikan pertumbuhan bakteri. Selanjutnya, proses pendinginan, misalnya

penyimpanan di refrigerator dapat mempertahankan kesegaran buah dan sayur. Namun perlu diketahui bahwa pendinginan tidak dapat menghilangkan atau membunuh mikroorganisme patogen. Penyimpanan di refrigerator hanya efektif untuk menghambat aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme patogen, sehingga sebelum buah dan sayur disimpan dalam refrigerator, proses pencucian sangat diperlukan. Setelah dicuci, buah atau sayur dikeringkan dengan lap bersih dan dimasukkan ke refrigerator. Kontaminasi silang dapat terjadi selama proses penyimpanan dingin, terutama bila kita mencampur buah atau sayur yang masih segar dengan yang sudah mulai rusak. Oleh karena itu pemisahan antara buah atau sayur yang segar dengan yang mulai layu atau busuk dalam refrigerator hendaknya diperhatikan. Buah yang mulai busuk jangan dibiarkan terlalu lama di refrigerator.

d. Serangga perusak

Adanya serangga perusak atau tikus dan hewan perusak lainnya, mengakibatkan percepatan tingkat kerusakan bahan pangan. Keberadaannya dapat merusak fisik bahan pangan, selain itu hasil metabolitnya juga akan berfungsi sebagai media pertumbuhan mikroba pembusuk dan jika masuk kedalam bahan pangan juga akan menurunkan nilai keamanan pangannya. Jika hasil metabolit tersebut digunakan sebagai media hidup mikroba, tentunya mikroba akan menggunakan komponen dalam bahan pangan tersebut untuk mendukung pertumbuhannya, sehingga kerusakan bahan akan lebih cepat.

e. Kondisi penyimpanan

Mengendalikan pembusukan merupakan hal yang membuat makanan memiliki kondisi yang tidak nyaman bagi pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan. Dengan cara

menurunkan kadar air, menurunkan suhunya dan meningkatkan keasaman merupakan cara yang baik untuk ditempuh untuk mencegah pembusukan.

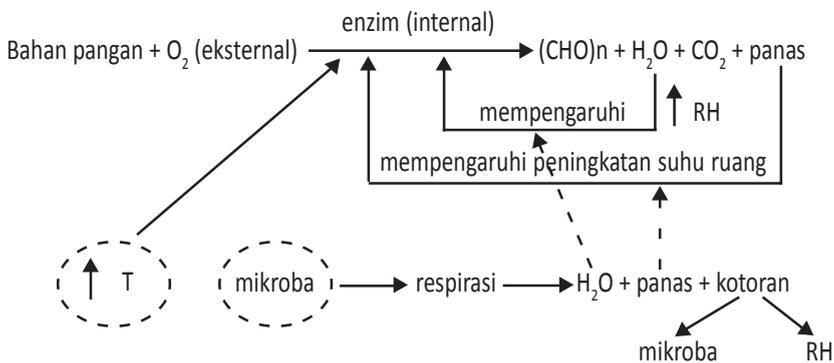
Cara penyimpanan makanan melalui berbagai proses pengolahan merupakan hal utama untuk mencegah kerusakan. Kondisi lingkungan yang terkontrol dapat menentukan mutu dan aspek mikrobiologi. Bakteri patogen dalam makanan tidak dapat tumbuh di luar kisaran suhu antara 40 - 60 , sehingga makanan yang disimpan pada suhu di bawah 40 derajat Celsius atau di atas 60 derajat Celsius akan aman dari proses pembusukan/pelayuan. Bahan makanan sebelum diolah harus disimpan pada lemari pendingin. Bahan-bahan yang mudah rusak harus didinginkan dan suhu lemari pendingin harus diperiksa secara teratur. Bahan-bahan makanan yang sudah dimasak sebaiknya dimakan setelah 1 - 2 jam pemasakan. Apabila akan disimpan harus dimasukkan ke dalam lemari es secepatnya, jangan dibiarkan di luar semalaman agar menjadi dingin sebelum dimasukkan ke dalam lemari pendingin. Khusus untuk produk daging dan ayam yang telah dimasak, jika pemasakannya kurang baik maka memungkinkan bakteri jenis *Salmonella* dan *Clostridium perfringens* masih hidup. Bahan-bahan pangan yang harus disimpan dalam keadaan panas (misalnya di restoran yang disajikan selalu panas), harus diperhatikan agar suhu penyimpanan di atas 60 derajat Celsius, karena bakteri *Clostridium* dapat tumbuh pada suhu 55 serajat Celsius. Bahan-bahan yang dibekukan harus segera dimasak setelah dicairkan (*thawing*) dan jangan dibiarkan dalam keadaan cair untuk jangka waktu yang lama.

3. Perlakuan terhadap bahan pangan

Kerusakan terhadap bahan pangan sering kali disebabkan oleh tingkat perlakuan yang dikenakan terhadapnya, seperti jenis perlakuan misalnya metode pemanasan dan pengeringan bahan pangan, serta lama

perlakuan. Kerusakan bahan pangan dapat disebabkan oleh masing-masing faktor tersebut, namun juga dapat terjadi interaksi antara faktor tersebut, misalnya kenaikan kelembaban udara akan berpengaruh pada kondisi a_w dan kenaikan jumlah mikroba. Dalam menangani adanya kerusakan tersebut, harus dapat dilihat faktor yang paling dominan terjadi dan penggunaan teknologinya harus diupayakan tepat guna.

Contoh terjadinya interaksi antar faktor, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Interaksi antar faktor yang ada dalam bahan pangan

Kerusakan bahan pangan dapat terjadi pada saat pengolahan dan ketika pemasaran ke konsumen. Kerusakan ini yaitu :

1. Pra-proses

Sebelum proses pengolahan, bahan pangan hasil pertanian mengalami proses pendahuluan yang dapat mengakibatkan terjadinya butir pecah, *trimming* berlebihan, *dehulling* berlebihan

2. Proses dan pengepakan

Proses pengolahan yang tidak benar dapat mengakibatkan penurunan kadar gizi, pelunakan tekstur dan

inefisiensi proses. Penggunaan bahan pengepak yang tidak benar akan berakibat pada masa simpan produk dan masuknya mikroba kedalam produk

3. Penyimpanan (*storage*)

Proses penyimpanan yang tidak benar akan mengakibatkan masuknya kontaminasi kedalam produk seperti serangga, mikroba, hewan dan pengaruh lingkungan sehingga akan berakibat pada terjadinya pertunasan, ketengikan dan *overripening*

4. Transport

Proses transport yang tidak baik akan mengakibatkan kerusakan fisik produk seperti memar, lecet dan pecah atau tercecer dan terkena panas yang berlebihan

5. Pemasaran

Aliran produk pertanian ke konsumen yang tidak baik akan menimbulkan kontaminasi, kualitas menurun dan produk menjadi tidak aman untuk dikonsumsi



Pengolahan Bahan Pangan

3.1. Aspek Dasar Pengolahan Bahan Pangan Hasil Pertanian

Salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan manusia adalah gizi yang diperoleh dari makanan sehari-hari. Jenis dan cara pengolahan bahan pangan sangat menentukan kadar gizi hasil olahan makanan tersebut. Kebutuhan pangan dan gizi keluarga dapat terpenuhi dari ketersediaan pangan setempat, daya beli yang terjangkau dan memenuhi syarat menu seimbang.

Sudah diketahui bahwa bahan pangan, seperti daging, ikan, telur, sayur maupun buah, tidak dapat disimpan lama dalam suhu ruang. Masa simpan bahan pangan dapat diperpanjang dengan disimpan pada suhu rendah; dikeringkan dengan sinar matahari atau panas buatan; dipanaskan dengan perebusan; diragikan dengan bantuan ragi, jamur atau bakteri; dan ditambah bahan-bahan kimia seperti garam, gula, asam dan lain-lain.

Penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah dapat memperlambat reaksi metabolisme. Selain itu dapat juga mencegah pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan atau kebusukan bahan pangan. Cara pengawetan bahan pangan pada suhu rendah dibedakan menjadi 2 (dua) cara yaitu pendinginan dan pembekuan. Pendinginan adalah penyimpanan bahan pangan pada suhu di atas titik beku (di atas 0°C), sedangkan pembekuan dilakukan di bawah titik beku.

Pendinginan biasanya dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan selama beberapa hari atau beberapa minggu, sedangkan pembekuan dapat bertahan lebih lama sampai beberapa bulan. Pendinginan dan pembekuan masing-masing berbeda pengaruhnya terhadap rasa, tekstur, warna, nilai gizi dan sifat-sifat lainnya.

Pengawetan dengan jalan pendinginan dapat dilakukan dengan penambahan es yang berfungsi mendinginkan dengan cepat suhu 0°C, kemudian menjaga suhu selama penyimpanan. Jumlah es yang digunakan tergantung pada jumlah dan suhu bahan, bentuk dan kondisi tempat penyimpanan, serta penyimpanan atau panjang perjalanan selama pengangkutan.

Bahan pangan yang diawetkan dengan cara pendinginan tidak mengalami perubahan, sedangkan dengan cara pengeringan bahan mengalami sedikit penurunan rasa. Bahan pangan yang diawetkan dengan pemanasan, peragian atau penambahan bahan-bahan kimia akan berubah baik rasa, bentuk maupun tampilannya, misalnya selai, sari buah, tempe, kecap, tape dan lain-lain.

Daya tahan bahan pangan dapat diperpanjang untuk waktu tertentu apabila disimpan pada suhu rendah, misalnya dalam lemari es. Namun masih banyak masyarakat yang belum memiliki lemari es yang masih tergolong barang mewah. Selain itu masih banyak tempat tinggal di desa yang belum menggunakan listrik. Oleh karena itu, pengetahuan cara mengolah dan mengawetkan bahan pangan untuk memperpanjang masa simpannya perlu diketahui oleh masyarakat pedesaan atau yang ekonominya masih rendah.

Pengetahuan cara mengolah bahan pangan untuk memperpanjang masa simpannya dapat digunakan oleh masyarakat yang tertinggal jauh dari pasar atau untuk mengatasi kelebihan hasil panen. Hasil dari olahan bahan pangan tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan keluarga atau diperdagangkan.

Selain untuk memperpanjang masa simpan, pengolahan atau pengawetan bahan pangan juga dimaksudkan untuk penganekargaman pangan, meningkatkan nilai gizi, nilai ekonomi, dayaguna, memperbaiki mutu bahan pangan dan mempermudah pemasaran dan pengangkutan.

Pengolahan bahan pangan dengan tujuan memperpanjang masa simpan harus dilakukan dengan hati-hati karena hasil olahan tersebut harus bebas kuman, bakteri atau jamur. Selain itu harus diusahakan agar nilai gizi yang terkandung dalam bahan pangan tersebut tidak banyak berkurang karena proses pengolahan.

3.2. Pengawetan Bahan Pangan

Secara garis besar pengawetan bahan pangan, dapat dibagi dalam tiga golongan yaitu :

1. Pengawetan secara alami

Proses pengawetan secara alami meliputi proses pemanasan dan pendinginan

2. Pengawetan secara biologis

Proses pengawetan secara biologis misalnya dengan peragian (fermentasi). Peragian (fermentasi) merupakan proses perubahan karbohidrat menjadi alkohol. Zat-zat yang bekerja pada proses ini ialah enzim yang dibuat oleh sel-sel ragi. Lamanya proses peragian tergantung dari bahan yang akan diragikan.

3. Pengawetan secara kimia

Pengawetan bahan pangan secara kimia dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia, seperti gula pasir, garam dapur, nitrat, nitrit, natrium benzoat, asam propionat, asam sitrat, garam sulfat, dan lain-lain. Proses pengasapan juga termasuk cara kimia sebab bahan-bahan kimia dalam asap dimasukkan ke dalam makanan yang diawetkan. Apabila jumlah pemakaiannya tepat, pengawetan dengan bahan-bahan kimia dalam makanan sangat praktis karena dapat

menghambat berkembangbiaknya mikroorganisme seperti jamur atau kapang, bakteri, dan ragi.

3.3. Pengolahan Bahan Pangan

Ada dua alasan penting yang mendasari pengolahan pangan perlu dilakukan. Yang pertama adalah untuk mendapatkan bahan pangan yang aman untuk dimakan sehingga nilai gizi yang dikandung bahan pangan tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal. Yang kedua adalah agar bahan pangan tersebut dapat diterima, khususnya diterima secara sensori, yang meliputi penampakan (*aroma, rasa, mouthfeel, aftertaste*) dan tekstur (*kekerasan, kelembutan, konsistensi, kekenyalan, kerenyahan*). Di satu sisi pengolahan dapat menghasilkan produk pangan dengan sifat-sifat yang diinginkan yaitu aman, bergizi dan dapat diterima dengan baik secara sensori. Di sisi lain, pengolahan juga dapat menimbulkan hal yang sebaliknya yaitu menghasilkan senyawa toksik sehingga produk menjadi kurang atau tidak aman, kehilangan zat-zat gizi dan perubahan sifat sensori ke arah yang kurang disukai dan kurang diterima seperti perubahan warna, tekstur, bau dan rasa yang kurang atau tidak disukai. Dengan demikian diperlukan suatu usaha optimasi dalam suatu pengolahan agar apa-apa yang diinginkan tercapai dan apa yang tidak diinginkan ditekan sampai minimal. Untuk itulah pentingnya pengetahuan akan pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi dan keamanan pangan. Walaupun demikian, hal yang lebih penting adalah bagaimana seharusnya melakukan suatu pengolahan pangan agar bahan pangan yang kita hasilkan bernilai gizi tinggi dan aman. Dalam makalah ini akan lebih ditekankan pada bagaimana melakukan pengolahan dan penanganan bahan pangan yang baik agar tujuan yang diinginkan yaitu bahan dan produk pangan bernilai gizi tinggi dan aman dapat tercapai (akan disampaikan pada bagian kedua dari makalah ini). Jika kita berbicara pengolahan pangan maka sebenarnya kita berbicara suatu proses yang terlibat dari mulai penanganan bahan pangan

setelah bahan pangan tersebut dipanen (nabati) atau disembelih (hewani) atau ditangkap (ikan) sampai kepada usaha-usaha pengawetan dan pengolahan bahan pangan menjadi produk jadi serta penyimpanannya. Disamping itu, dimaksudkan pula pengolahan yang biasa dilakukan oleh ibu-ibu di dapur dalam menyiapkan masakan yang siap untuk dihidangkan. Pemahaman yang benar dalam pengolahan makanan sangat dibutuhkan oleh ibu-ibu agar makanan yang disiapkannya aman dikonsumsi dan tidak banyak berkurang gizinya.



IV

Metode Pengolahan dan Pengawetan Bahan Pangan

4.1. Pendinginan (*Cooling*) Bahan Pangan

Penggunaan suhu rendah merupakan salah satu cara untuk mengawetkan bahan pangan. Suhu rendah dapat memperlambat terjadinya reaksi kimia dan reaksi enzimatik serta dapat memperlambat bahkan menghentikan aktivitas mikroorganisme dalam bahan pangan. Prinsip dasar pendinginan adalah menghambat aktivitas mikroorganisme dan enzim yang terdapat dalam bahan pangan dengan cara menurunkan suhu sampai mendekati titik nol derajat namun tidak sampai membeku. Prinsip pendinginan hanya dapat menghambat kerja enzim dan tidak dapat menghentikan aktivitasnya secara total sehingga laju perubahan komponen dalam bahan pangan akan diperlambat dan penurunan mutu juga akan dihambat serta akhirnya akan berakibat pada terjaganya kesegaran bahan pangan tersebut. Enzim yang terdapat dalam bahan pangan yaitu :

1. Enzim endogen

Enzim-enzim yang dipunyai bahan pangan seperti lipase, protease,

2. Enzim eksogen

Enzim ini berasal dari luar bahan pangan, dihasilkan oleh mikroba yang bersamaan dengan aktivitas perkembangbiakannya.

Proses pendinginan lebih baik hanya untuk bahan nabati, sedangkan bahan pangan hewani lebih cocok menggunakan metode pembekuan (*freezing*). Bahan pangan mentah mengandung berbagai jenis bakteri, ragi dan jamur yang membutuhkan kondisi tertentu untuk tumbuh dan berkembang. Hasil tumbuh dan berkembangnya ini akan mengubah struktur dan komposisi bahan pangan. Setiap mikroorganisme mempunyai suhu optimal untuk tumbuh. Suhu rendah akan mencegah pertumbuhannya namun proses metabolisme masih berjalan. Pengaruh suhu rendah akan berbeda pada setiap jenis mikroba yang berbeda. Setiap penurunan suhu 10 °C akan menurunkan atau menghentikan aktivitasnya pada beberapa jenis mikroba. Pertumbuhan dan reaksi metabolis mikroba tergantung dari enzim yang ada dan reaksi enzimatik sangat dipengaruhi oleh suhu.

Penyimpanan dingin adalah penggunaan suhu di atas suhu beku dengan menggunakan es atau mesin pendingin tertentu dengan metode refrigerasi. Tujuannya adalah untuk pengawetan yang bersifat sementara sampai dilakukan proses pengolahan selanjutnya. Bahan pangan yang mudah rusak seperti telur, susu, daging, hasil perikanan, sayur dan buah dapat disimpan dalam kondisi dingin. Perubahan karena kegiatan mikroba dan enzim tidak dapat dicegah namun hanya dapat diturunkan kecepatannya dengan lambat. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses penyimpanan dingin yaitu :

1. Suhu penyimpanan

Semakin rendah suhu yang digunakan akan meningkatkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan, meskipun bahan pangan akan tetap dapat dipertahankan kesegarannya. Suhu pendinginan yang digunakan tergantung dari jenis bahan pangan yang didinginkan, waktu dan kondisi penyimpanan dinginnya. Beberapa bahan pangan mempunyai suhu optimal tertentu atau kisaran suhu yang dapat menjaga kesegarannya ketika berada dalam ruang penyimpanan dingin. Beberapa bahan pangan justru akan rusak jika suhunya terlalu rendah. Pisang dapat tetap dalam

kondisi baik bila disimpan pada suhu 13.3 sampai dengan 16.7 °C. Apel akan mudah sekali rusak jika suhu yang digunakan mendekati suhu pembekuan. Suhu penyimpanan dingin yang dianjurkan adalah pada 0 sampai dengan 10 °C

2. Kelembaban relatif

Kelembaban relatif pada penyimpanan dingin sangat tergantung dai jenis bahan yang didinginkan serta pengaruh lingkungan seperti suhu, komposisi udara di atmosfer dan pengaruh cahaya. Jika kelembaban relatif terlalu rendah akan mengakibatkan hilangnya kelembaban alami, berat bahan pangan serta sayur akan mengalami kelayuan juga pengerutan pada buah-buahan. Terlalu tingginya kelembaban juga dapat mendorong pertumbuhan mikroba. Kelembaban tinggi yang mendekati jenuh akan sangat menguntungkan pertumbuhan bakteri yang ada di permukaan bahan yaitu pada kelembaban 90–92 %, kapang pada 85–90 %. Perubahan kelembaban yang cepat dan tidak sesuai dengan sifat bahan pangan, akan mengakibatkan terjadinya pengembunan *sweating* pada permukaan bahan pangan. Kelembaban optimal bahan pangan, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelembaban optimal bahan pangan

Produk	Suhu (°C)	RH (%)
Aprikot	-0.5 – 0	85 – 90
Pisang	11.7 – 15.6	85 – 90
Melon	4.4 – 10	80 – 85
Tomat	4.4 - 10	85 - 90

Sumber : Frazier and Westhoff (1998)

3. Kondisi ventilasi (pertukaran udara)

Adanya pertukaran udara selama penyimpanan sangat penting untuk menjaga keseragaman kelembaban udara

diseluruh ruangan, menghilangkan bau yang tidak sedap dan mencegah terjadinya produk yang hambar karena kehilangan bau dan cita rasa. Kecepatan sirkulasi udara mempengaruhi kecepatan terjadinya pengeringan produk, namun jika diatur pertukaran udaranya akan mengakibatkan terjadinya peningkatan kelembaban sehingga berpengaruh pada pertumbuhan mikroba

4. Komposisi udara di ruang penyimpanan

Jumlah dan komposisi udara yang ada di ruang penyimpanan akan mempengaruhi metode pengawetan ini. Keberadaan oksigen dan karbondioksida dapat mempengaruhinya. Pengaturan udara yang digabungkan dengan metode pendinginan, menginginkan adanya konsentrasi karbondioksida atau ozon yang optimal. Hal ini akan berakibat pada terjaganya produk dari terjadinya pembusukan dalam jangka waktu yang cukup lama, penggunaan kelembaban yang cukup tinggi tidak akan merusak kualitas produk dan penggunaan suhu yang lebih tinggi dapat dilakukan tanpa mempercepat waktu penyimpanan jika dibandingkan dengan metode pendinginan biasa. Konsentrasi optimal CO₂ adalah 2.5 % untuk telur dan 10 % untuk daging sapi.

Selain itu, faktor-faktor yang mempengaruhi proses pendinginan adalah:

1. Jenis media pendingin (*coolant*) dan suhunya.

Jenis media pendingin seperti es, udara, gabungan es dan garam, air laut atau larutan garam yang didinginkan. Masing-masing bahan pendingin berpengaruh pada proses penghantaran suhu, seperti es dalam ukuran yang lebih kecil akan lebih cepat meleleh sehingga tidak bisa memberikan suhu yang cukup dingin pada bahan yang didinginkan

2. Perbandingan jumlah bahan pangan yang didinginkan dengan bahan pendingin.

Jumlah bahan pendingin yang digunakan harus mampu memberikan suhu dingin dan mampu mendinginkan bahan sesuai dengan suhu yang diinginkan dalam menjaga keseegarannya. Jika jumlahnya tidak sesuai akan tidak efektif sebagaimana fungsinya dalam menjaga keseegarannya

3. Suhu awal bahan pangan.

Suhu awal bahan pangan yang tinggi, membutuhkan jumlah bahan pendingin yang lebih banyak dalam mendukung suhu dingin yang dibutuhkan untuk mendinginkan bahan tersebut. Tiap jenis bahan pangan mempunyai suhu alami yang berbeda dan untuk mencapai suhu dingin yang dibutuhkan, dapat mengakibatkan diperlukannya jenis bahan pendingin yang berbeda untuk tiap jenis bahan pangan.

4. Suhu udara lingkungan.

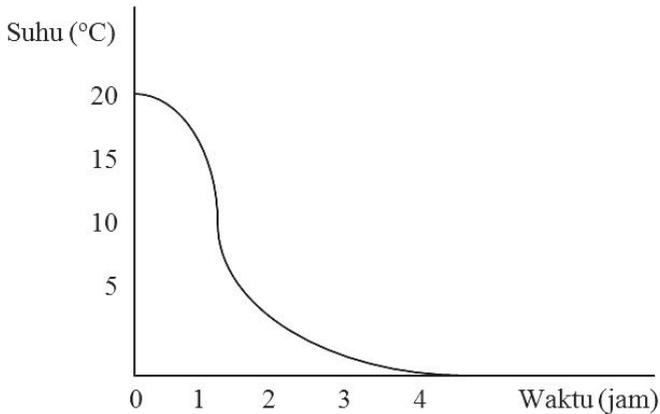
Suhu udara lingkungan sekitar tempat pendinginan bahan, harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak mempengaruhi proses pendinginan. Upaya pencegahan masuknya udara panas dari luar, sangat diperlukan guna menjaga suhu pendinginan tetap stabil sampai jangka waktu yang telah ditetapkan. Jika tidak dilakukan pengaturan yang baik, maka proses pendinginan tidak akan berjalan efektif

5. Jenis insulasi dan metode perambatan panas.

Insulasi yang dimaksud adalah jenis bahan dari tempat yang digunakan untuk proses pendinginan ini. Insulasi dapat berupa *styreofam*, daun, plastik, terpal atau bahan lainnya. Bahan insulasi yang baik menggunakan *coolbox* yang berbahan *styreofam*.

Karakteristik produk yang didinginkan adalah suhu pada pusat termal produk sekitar 0 °C dan ciri-ciri organoleptiknya seperti rasa, rupa, bau dan teksturnya tidak jauh berbeda dengan bahan baku awal. Jika bahan baku dalam bentuk segar, maka harus segera dilakukan penurunan suhu pada pusat termalnya sampai 0°C dan

dipertahankan pada suhu yang sama selama penyimpanan dan pengangkutan untuk distribusi. Jika bahan baku dalam bentuk olahan, maka setelah diolah, produk harus segera didinginkan sampai mencapai suhu yang diinginkan dengan deret suhu yang sama dan dipertahankan pada suhu yang sama selama penyimpanan dan distribusi. Kurva penurunan suhu produk selama didinginkan, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kurva penurunan suhu produk selama pendinginan

Sumber : Ilyas (1988)

Pada permulaan pendinginan, penurunan suhu berlangsung lambat karena lebih banyak panas yang harus ditarik dari dalam bahan. Setelah itu akan dipercepat, yang kemudian diperlambat menuju ke suhu 0 °C, karena pada saat ini dimulai perubahan bentuk padat dari cairan yang ada dalam bahan dan jumlah panas yang ditarik dari dalam bahan relatif lebih besar. Setelah suhu bahan mencapai 0 °C, proses penurunan mutu yang berupa kimiawi, autolisis dan aktivitas bakteri menjadi berjalan lambat sehingga daya awet bahan menjadi lebih panjang jika tidak dilakukan pendinginan.

Proses pendinginan dapat dibagi menurut tiga metode yaitu:

1. Pengesan (*icing*)

Bahan yang akan didinginkan, dibersihkan dengan air bersih kemudian dilapisi permukaannya dengan es curah dalam wadah yang sudah dilengkapi dengan insulasi. Pendinginan dengan menggunakan es disebut juga pendinginan dalam *coolant* heterogen. Syarat pengesan adalah bahan yang didinginkan mempunyai ukuran yang seragam, sejenis, jumlahnya memadai dan dalam kondisi segar

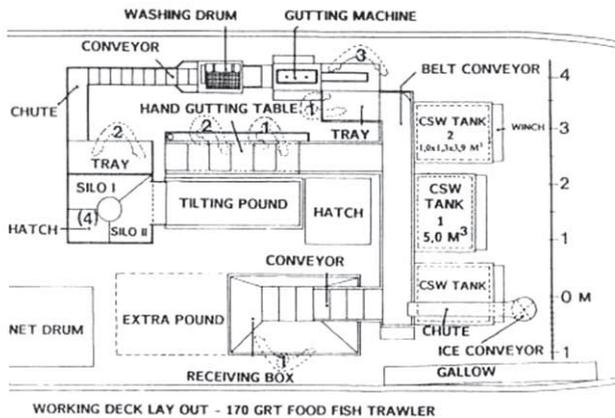
2. Pendinginan dalam udara yang didinginkan (*chilling in cold air*)

Bahan yang telah dibersihkan dengan segera didinginkan dalam ruangan yang telah dilengkapi dengan refrigerasi (udara didinginkan, dihembuskan dan diputar disekeliling ruangan) dan pada permukaan bahan dilapis dengan es curah. Metode seperti ini disebut pendinginan dalam *coolant* yang homogen

3. Pendinginan dalam air (*chilling in water*)

Metode pendinginannya yaitu :

- a. Air tawar, menggunakan hancuran es dan air yang didinginkan
- b. Air laut, menggunakan hancuran es air laut dan air laut yang didinginkan
- c. Air garam, menggunakan es ditambah air garam dingin dan air garam yang didinginkan. Beberapa metode pendinginan, dapat dilihat pada Gambar 11.



WORKING DECK LAY OUT - 170 GRT FOOD FISH TRAWLER

chilled sea water (CSW)

Gambar 11. Metode pendinginan

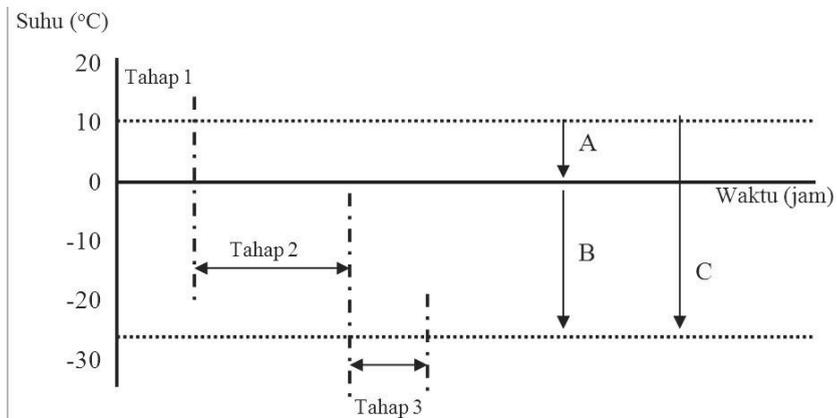
Sumber : FAO

Perubahan fisik bahan yang mengalami proses pendinginan adalah :

1. Kenaikan densitas daging dan cairan
2. Penurunan berat karena adanya penguapan sebagian cairan bahan dan timbulnya *drip*. Hal ini disebabkan adanya gravitasi, perbedaan tekanan, perbedaan densitas dan berat
3. Dehidrasi pada permukaan bahan
4. Perubahan warna akibat oksidasi
5. Perubahan fisik karena kegiatan mikroba
6. Perubahan tekstur karena terjadinya autolisis

4.2. Pembekuan (*Freezing*) Bahan Pangan

Prinsip dasar pembekuan adalah menurunkan suhu bahan sampai dibawah titik beku yaitu pada suhu -20 sampai dengan -40 °C. Pada proses pembekuan, suhu pusat bahan harus diturunkan dengan cepat hingga mencapai -18 °C. Selama proses pembekuan, sebagian besar air yang ada dalam bahan pangan membeku. Mekanisme pembekuan bahan pangan adalah terbentuknya kristal es karena adanya air bebas dalam bahan makanan. Pembekuan juga dapat diartikan sebagai usaha untuk menurunkan suhu produk hingga jauh dibawah titik beku misalnya -40 °C. Kurva penurunan suhu produk selama pembekuan, dapat dilihat pada Gambar 12.



Keterangan:

1. Tahap 1 : pendinginan
2. Tahap 2 : penahanan panas
3. Tahap 3 : pembekuan lanjutan
4. A : pendinginan
5. B : pembekuan
6. C : refrigerasi

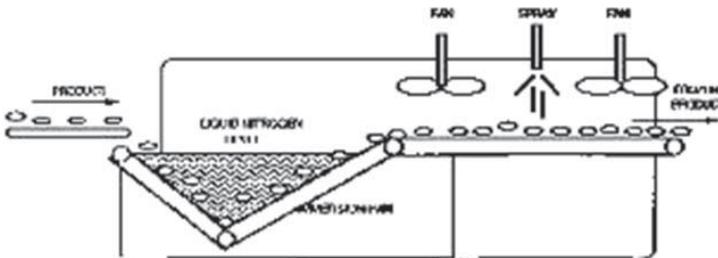
Gambar 12. Kurva penurunan suhu produk selama pembekuan

Sumber : Ilyas (1988)

Beberapa metode pembekuan yaitu :

1. *Immersion freezing*

Proses ini dilakukan dengan cara pencelupan bahan dalam cairan dingin seperti sodium klorida atau larutan gula dingin. Proses perpindahan panas dari bahan ke medium yang terfrigerasi berlangsung cepat. Bahan akan membeku dalam air atau larutan garam yang direfrigerasi. Alatnya sering disebut *brine freezer*. Alat pembekuan metode *immersion freezing*, dapat dilihat pada Gambar 13.

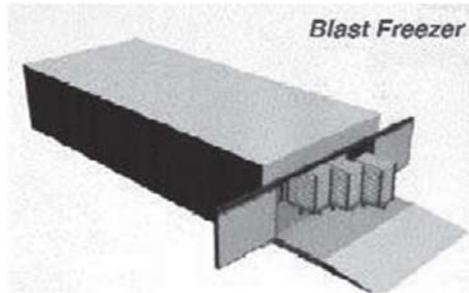


Gambar 13. Alat pembekuan metode *immersion freezing*

Sumber : *Fellows (2000)*

2. *Blast freezing*

Metode ini termasuk dalam sistem konveksi paksaan (*forced convection system*), dalam bentuk *batch*, semi kontinyu dan kontinyu. Pembekuan ini menggunakan udara beku yang disirkulasikan secara cepat pada suhu dibawah 0 °C, menggunakan medium perpindahan panas. Produk yang akan dibekukan, diletakkan dalam ruangan yang dihembuskan udara beku oleh blower dengan kuat. Alatnya disebut *air blast freezer*, yang dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. *Air blast freezer*

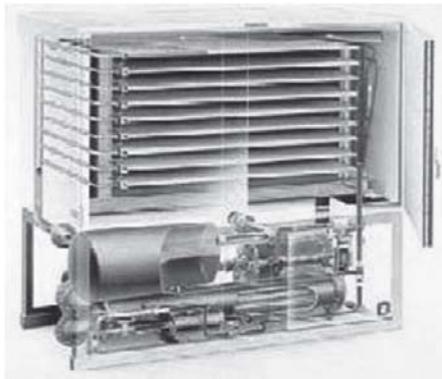
Sumber : FAO (1977)

3. *Sharp freezing*

Produk yang akan dibekukan ditaruh diatas lilitan pipa evaporator (*refrigerated coils*) dan pembekuannya berlangsung lambat. Metode ini tidak dianjurkan karena menimbulkan banyak kerusakan produk

4. *Contact plate freezing*

Pembekuannya berlangsung cepat seperti pada *immersion freezing*. Produk berkontak dengan plat-plat metal pada suhu beku. Plat-plat ini dapat disusun vertikal atau horisontal. Aplikasinya pada ikan, daging, buah dan sayur dalam wadah yang kuat dan rapat. Alatnya disebut *contact plate freezer*, dapat dilihat pada Gambar 15.

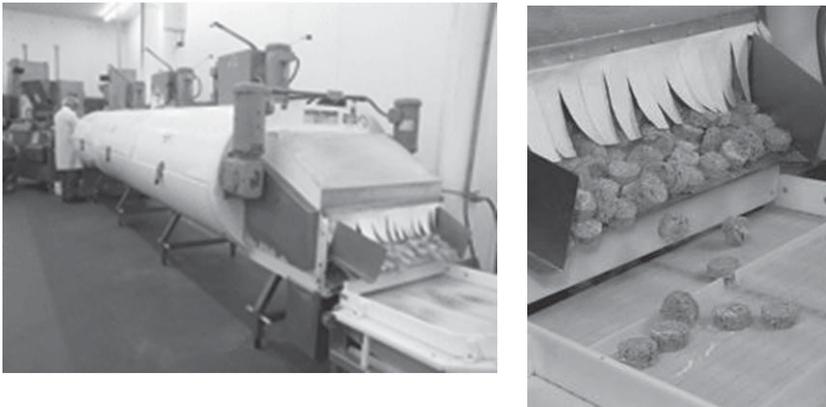


Gambar 15. *Contact plate freezer*

Sumber : Desrosier (1988)

5. *Cryogenic freezing*

Metode pembekuan ini termasuk cara pembekuan ultra cepat (*ultra quick freezing*). Pembekuan ini benar-benar menggunakan refrigeran, tidak seperti metode yang lain yang hanya menggunakan medium yang didinginkan. Bahan berkontak langsung dengan nitrogen cair yang sangat dingin. Produk yang biasanya dibekukan dengan metode ini adalah yang komersial tinggi seperti paha katak, udang galah dan lobster. Produk dilewatkan melalui terowongan alat dan ketika melewati daerah nitrogen maka bahan akan disemprot dengan nitrogen cair. Setelah itu, dicelupkan dengan nitrogen sehingga benar-benar beku pada suhu -195°C . Kapasitas alat pembekuan ini sekitar 300-3000 lb/jam. Selain nitrogen cair, digunakan juga CO_2 cair. Alatnya disebut *liquid carbon dioxide freezer* dan *liquid nitrogen freezer*. *Cryogenic freezing*, dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. *Cryogenic freezing*

Sumber : Seiz (2006)

6. *Freeze drying (lyophilization)*

Pengeringan beku (*freeze drying*) adalah salah satu metoda pengeringan yang mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan, khususnya untuk

produk-produk yang sensitif terhadap panas. Keunggulan pengeringan beku, dibandingkan metoda lainnya, antara lain adalah :

1. Dapat mempertahankan stabilitas produk (menghindari perubahan aroma, warna, dan unsur organoleptik lain)
2. Dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan (pengkerutan dan perubahan bentuk setelah pengeringan sangat kecil).
3. Dapat meningkatkan daya rehidrasi (hasil pengeringan sangat berongga dan *lyophile* sehingga daya rehidrasi sangat tinggi dan dapat kembali ke sifat fisiologis, organoleptik dan bentuk fisik yang hampir sama dengan sebelum pengeringan).

Keunggulan-keunggulan tersebut tentu saja dapat diperoleh jika prosedur dan proses pengeringan beku yang diterapkan tepat dan sesuai dengan karakteristik bahan yang dikeringkan. Kondisi operasional tertentu yang sesuai dengan suatu jenis produk tidak menjamin akan sesuai dengan produk jenis lain. Dalam hal ini, penelitian rinci mengenai karakteristik pengeringan beku berbagai jenis produk sangat diperlukan karena masih sangat terbatas, khususnya untuk produk-produk khas Indonesia. Pengeringan beku merupakan prosedur yang umum diterapkan pada bahan pangan dan bahan farmasi (obat-obatan). Pengeringan beku bahan pangan masih jarang dilakukan, karena biaya pengeringan yang relatif mahal dibandingkan harga bahan pangan tersebut. Salah satu penyebabnya adalah tingginya resistensi terhadap perpindahan panas selama periode akhir pengeringan yang menyebabkan lambatnya laju pengeringan dan sebagai konsekuensinya akan meningkatkan biaya operasi. Selain pembuatan kopi instan dengan pengeringan beku, yang sejak lama telah dilakukan secara komersil, akhir-akhir ini produk hasil pengeringan beku semakin marak di pasar internasional, seperti udang kering beku dan durian kering beku.

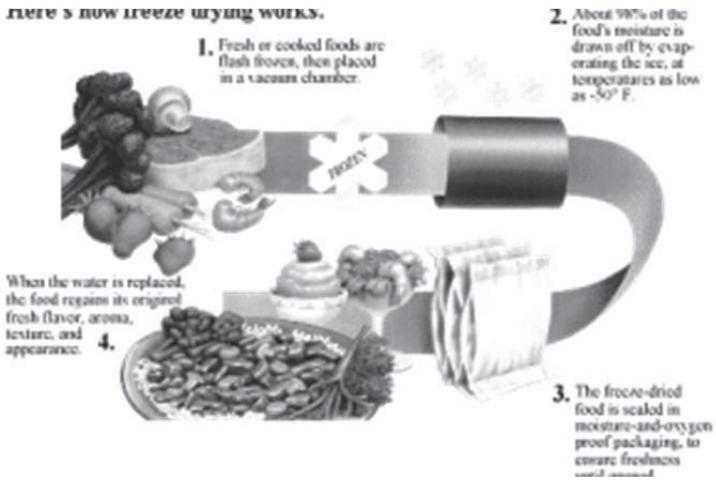
Berbagai usaha telah dilakukan untuk meningkatkan laju pengeringan tersebut, diantaranya dengan menerapkan sistem pemanasan volumetrik menggunakan energi gelombang elektromagnetik (gelombang mikro dan frekuensi radio) dan mengatur siklus tekanan dan pemanasan selama pengeringan untuk meningkatkan konduktivitas panas dan permeabilitas uap air bagian kering bahan. Terlepas dari berbagai usaha tersebut, optimalisasi proses pengeringan beku harus dimulai dari pemahaman mendalam mengenai mekanisme pengeringan beku tersebut.

Penurunan mutu yang terjadi pada produk beku adalah :

1. Denaturasi dan autolisis juga dapat terjadi pada produk beku, jika metode pembekuannya tidak baik
2. Oksidasi dapat terjadi pada bahan berlemak tinggi jika berkontak dengan udara luar tanpa perlindungan
3. Produk, rawan terjadi dehidrasi karena perpindahan panas dengan udara yang sangat dingin berlangsung terus-menerus dan jika tidak ditangani dengan baik akan mengakibatkan *freeze burn*. *Freezeburn* yakni suatu perubahan cita rasa, perubahan warna, kehilangan zat gizi serta perubahan tekstur dari bahan pangan beku akan cepat terjadi jika bahan pangan disimpan pada suhu di atas minus 9° C.

Hasil yang terbaik dari bahan pangan yang dibekukan, suhu penyimpanan harus dijaga agar konstan dan tidak boleh lebih tinggi dari -17 °C, serta harus diikuti dengan pengemasan yang baik atau memenuhi standar pengemasan untuk bahan pangan beku. Sebenarnya pembekuan hanya salah satu cara mengawetkan bahan pangan untuk jangka waktu tertentu, terutama dari pengaruh mikrobial sebelum dikonsumsi. Pengaruh langsung dari pembekuan terhadap bahan pangan adalah penurunan yang tajam dari populasi mikrobial yang ada pada suatu bahan pangan. Metode dan contoh produk *freeze drying*, dapat dilihat pada Gambar 17.

here's how freeze drying works.



Gambar 17. Metode dan contoh produk *freeze drying*
 Sumber: www.wildbackpacker.com; www.cuddonfreeze-dry.com

Sayur-sayuran dan buah-buahan misalnya akan kehilangan vitamin C sebanyak 6 persen selama pembekuan. Bila kedua komoditas di atas ditingkatkan suhu pembekuannya dari $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan mengakibatkan kecepatan laju pengurangan vitamin C dalam produk sebesar 6-20 kali. Hal yang sama juga terjadi pada vitamin D, E dan protein pada daging dan ikan. Fenomena ini menunjukkan bahwa suhu pembekuan yang lebih rendah dapat mengawetkan makanan lebih baik dibanding suhu beku yang lebih tinggi. Ini satu bukti, tinggi rendahnya suhu pembekuan akan berpengaruh pada susut gizi. Maka untuk menghindari susut gizi yang lebih banyak, suhu pembekuan harus dipertahankan serendah mungkin. Suatu penelitian menunjukkan bahwa susut beku yang disimpan pada suhu $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ bisa bertahan selama 19 minggu tanpa mengalami susut gizi yang berarti.

Suatu cara untuk mengurangi kerusakan akibat proses pembekuan adalah perlakuan *blanching*, yaitu pemanasan singkat dengan uap panas atau perebusan terhadap bahan pangan yang dibekukan. Perlakuan ini dapat menyebabkan dinding sel jaringan menjadi sedikit lunak sehingga tidak mudah rusak. Selain itu, enzim menjadi nonaktif sehingga tidak merangsang perubahan metabolisme yang menyebabkan perubahan warna dan timbulnya bau tidak enak. Akan tetapi perlu diingat pemberian panas yang berlebihan akan menyebabkan bahan kehilangan semua sifat segarnya.

Ada beberapa faktor lain yang perlu diperhatikan dalam membuat produk beku yaitu mutu bahan awal dan kebersihan. Bahan pangan dengan mutu yang kurang baik akan mengalami penurunan mutu dibandingkan dengan bahan bermutu baik. Kebersihan juga perlu diperhatikan, karena kotoran merupakan sumber kontaminan. Kontaminan ini selama pelelehan akan mempercepat pembusukan.

Kecepatan pembekuan juga berpengaruh terhadap mutu produk beku yang dihasilkan. Semakin rendah suhu pada produk maka mutu produk yang dihasilkan semakin baik, karena kemungkinan kerusakan jaringan dapat diperkecil. Walaupun

demikian suhu pembekuan optimal untuk setiap jenis bahan baku berbeda. Selain itu, suhu penyimpanan produk beku juga akan berpengaruh pada mutu produk.

4.3. Iradiasi Bahan Pangan

Iradiasi pangan pada awalnya merupakan salah satu metode dalam pengawetan bahan pangan. Pada perkembangannya, metode penyinaran terhadap pangan, baik dengan menggunakan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah terjadinya pembusukan, kerusakan, dan membebaskan pangan dari jasad renik patogen. Melalui radiasi *pengion* yang terukur dan tepat, maka kerusakan pangan dan pencemaran oleh mikroorganisme khususnya bakteri koliform dan bakteri *gram* negatif lainnya yang sering menyebabkan keracunan dapat dihindari. Iradiasi bahan pangan pada awalnya menggunakan elektromagnetik tertentu yaitu energi dari radiasi *pengion*. Sinar-X yang ditemukan oleh W.K. Roentgen pada tahun 1895. Radioaktivitas dan radiasi *pengion* lainnya adalah sinar *Alfa*, *Beta* dan *Gamma*. Istilah radiasi *pengion* digunakan untuk ketiga sinar tersebut, di mana saat menghantam materi atau bahan akan menyebabkan terjadinya partikel bermuatan listrik yang disebut ion. Radiasi *pengion* tersebut dapat membunuh mikroorganisme (bakteri, kapang dan khamir), bahkan juga mengurangi risiko parasit seperti *Trichinella spiralis* dan lain-lainnya. Iradiasi bahan pangan relatif lambat perkembangannya terutama karena faktor ekonomis.

Iradiasi merupakan suatu proses fisika yang dapat digunakan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan bahan pangan. Jenis radiasi yang digunakan adalah radiasi berenergi tinggi yang disebut radiasi *pengion*, karena menimbulkan ionisasi pada materi yang dilaluinya. Energi yang dihasilkan oleh sumber radiasi dapat dimanfaatkan untuk tujuan menghambat pematangan dan pematangan serta membasmi serangga (dosis rendah) dan membunuh mikroba patogen (dosis sedang), serta membunuh seluruh jenis bakteri yang ada (dosis tinggi), sehingga mutu bahan

pangan dapat tetap dipertahankan dalam kemasan yang baik selama penyimpanan. Besarnya energi radiasi yang diserap oleh bahan pangan dapat diukur dengan metode spektroskopi. Sumber radiasi yang dapat digunakan untuk proses pengawetan bahan pangan antara lain adalah $Co-60$ dan $Cs-137$ masing-masing menghasilkan sinar gamma, mesin berkas elektron dan mesin generator sinar-X. Dengan menggunakan pembatas dosis iradiasi dan batas maksimum energi dari keempat sumber tersebut, maka bahan pangan yang diawetkan dengan iradiasi tidak menjadi radioaktif.

Uji keamanan makanan iradiasi untuk konsumsi manusia dikenal dengan istilah *wholesomeness test*, mencakup uji toksikologi, makro dan mikro nutrisi serta uji mikrobiologi dan sensorik. Dalam teknologi radiasi, terjadinya interaksi antara radiasi dengan materi/sel hidup dapat menimbulkan berbagai proses fisika dan kimia di dalam materi tersebut, yang diantaranya dapat menghambat sintesa DNA dalam sel hidup, misalnya mikroba. Proses ini yang selanjutnya dimanfaatkan untuk berbagai tujuan, yaitu menunda pertunasan, membunuh serangga dan mikroba. Efektifitas dari proses radiasi pada bahan pangan sangat bergantung pada beberapa faktor, antara lain faktor intrinsik bahan, kondisi lingkungan radiasi dan dosis yang digunakan.

Sumber sinar gamma seperti *Cobalt-60* telah mendorong penggunaan iradiasi sebagai alternatif pengembangan keamanan pangan produk peternakan. Pada bahan pangan, dosis radiasi yaitu jumlah energi radiasi yang diserap ke dalam bahan pangan merupakan faktor kritis proses iradiasi. Jumlah energi diserap yang dinyatakan dalam *gray* (Gy) yaitu energi yang dihasilkan radiasi *pengion* yang diserap bahan per satuan massa sebaiknya sesuai dengan anjuran Komisi *Codex Alimentarius* FAO/WHO, yaitu tidak boleh melebihi 10 kGy dan tergantung pada jenis pangan dan efek yang diinginkan. Suatu jumlah yang sebenarnya sangat kecil karena hanya setara dengan jumlah panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu air 2,4 °C. Melalui proses ini, pangan tidak banyak berubah secara fisik dan aman untuk dikonsumsi oleh

manusia. Penetapan dosis tersebut telah diteliti di banyak negara dan hasilnya menurut FAO/IAEA/WHO tidak diketemukan efek karsinogenik dan efek toksik lainnya.

Iradiasi menggunakan sinar *Gamma* pada daging ayam beku menggunakan dosis 58 kGy atau hampir 6 kali lipat dari dosis yang disarankan FAO/WHO ternyata tidak dijumpai efek buruk. Meskipun demikian penelitian lain menunjukkan, susu dan hasil olahannya yang diiradiasi dengan dosis 0,1 kGy menimbulkan bau yang tidak disukai konsumen. Begitu pula iradiasi pada daging tak berlemak menimbulkan perubahan aroma dan rasa yang tidak diinginkan. Warna adalah sifat daging yang juga berubah karena iradiasi. Penggunaan iradiasi dengan dosis lebih tinggi dari 1,5 kGy mengakibatkan timbulnya warna coklat bila daging terkena udara. Dosis 2-7 kGy sudah cukup untuk membasmi organisme patogen pada daging, telur, dan udang. Metode pengolahan dan pemasakan pangan pada umumnya cenderung mengakibatkan kehilangan zat gizi. Pada proses iradiasi dengan dosis rendah sampai 1 kGy, kehilangan zat gizi pangan sangat rendah. Sedangkan dosis 1-10 kGy kehilangan vitamin dapat terjadi pada pangan yang terkena udara selama iradiasi atau penyimpanan dan pada dosis tinggi 10-50 kGy, kehilangan vitamin dapat dikurangi dengan upaya perlindungan radiasi pada suhu rendah dan menghilangkan oksigen selama pengolahan dan penyimpanan. Beberapa vitamin yaitu *riboflavin*, *niacin* dan vitamin D tidak begitu peka terhadap iradiasi. Sedangkan vitamin A, B, B1, E dan K relatif mudah rusak, oleh karenanya perlu pertimbangan dalam penentuan dosis. WHO telah menegaskan, bahan pangan iradiasi yang dihasilkan dengan berpedoman pada *Good Manufacturing Practices* dinyatakan aman dan kualitasnya terjamin.

4.4. Pengalengan Bahan Pangan

Pengalengan atau *canning* berarti proses pengawetan atau pengolahan makanan dengan cara mengemasnya dalam kemasan atau menutupnya secara hermetis, kemudian diikuti dengan

pemanasan. Pengalengan dapat juga didefinisikan sebagai suatu cara pengawetan bahan pangan yang dipak secara *hermetis* (kedap terhadap udara, air, mikroba, dan benda asing lainnya) dalam suatu wadah, yang kemudian disterilkan secara komersial untuk membunuh semua mikroba patogen (penyebab penyakit) dan pembusuk. Pengalengan secara hermetis memungkinkan makanan dapat terhindar dan kebusukan, perubahan kadar air, kerusakan akibat oksidasi, atau perubahan cita rasa. Namun, karena dalam pengalengan makanan digunakan sterilisasi komersial (bukan sterilisasi mutlak), mungkin saja masih terdapat spora atau mikroba lain (terutama yang bersifat tahan terhadap panas) yang dapat merusak isi apabila kondisinya memungkinkan. Itulah sebabnya makanan dalam kaleng harus disimpan pada kondisi yang sesuai, segera setelah proses pengalengan selesai. Dalam industri pengalengan makanan, yang diterapkan adalah sterilisasi komersial (*commercial sterility*). Artinya, walaupun produk tersebut tidak 100 persen steril, tetap cukup bebas dari bakteri pembusuk dan patogen (penyebab penyakit), sehingga tahan untuk disimpan selama satu tahun atau lebih dalam keadaan yang masih layak untuk dikonsumsi.

Pada prinsipnya hampir semua produk asal laut dapat dikalengkan, seperti teripang, cumi-cumi, kerang, kepiting, ubur-ubur, udang, berbagai jenis ikan, dan sebagainya. Hanya saja, pada umumnya ikanlah yang paling banyak dikalengkan. Beberapa jenis ikan yang biasa dikalengkan adalah cakalang, tuna, lemuru, sardin, salmon, kembung, banyar, kenyar, bengkunis, corengan, tembang, layang, bentong, dan juhi. Bahan pangan hasil pertanian lain yang juga dapat dikalengkan adalah semua buah-buahan, sayuran dan daging. Contoh makanan yang dikalengkan, dapat dilihat pada Gambar 18.

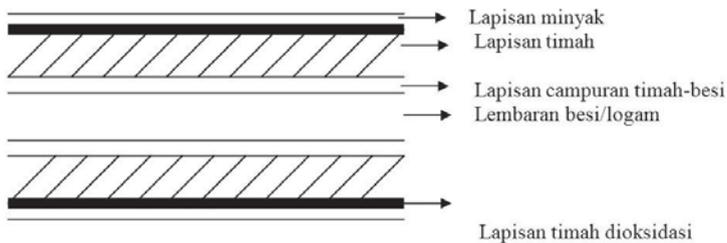


Gambar 18. Makanan Kaleng

Sumber : hub.sierratradingpost.com; www.ehow.com

Kaleng dipilih orang untuk kemasan makanan karena sifatnya kedap udara, relatif ringan (lebih ringan daripada gelas yang mempunyai kedekatan yang sama), mudah dibentuk, dan tidak mudah pecah. Dengan keunggulan sifat ini, sejak abad XVIII kaleng telah digunakan sebagai pengemas pada produk aseptik (bebas infeksi) yang kita kenal sebagai produk kalengan konvensional. Dewasa ini pun sebutan produk kalengan identik dengan produk aseptik dalam kaleng yang diolah pada suhu tinggi yang didasarkan pada prinsip sterilisasi komersial. Sejak dikembangkan oleh

Dunkey pada tahun 1918, pemanfaatan pengolahan aseptik terus berkembang pesat. Saat ini teknologi pengolahan aseptik telah berkembang sedemikian rupa, hingga selain dalam kemasan kaleng, juga dikenal produk-produk aseptik yang terkemas dalam *tetrapack* (kemasan karton steril), aluminium pouch, dan banyak lagi. Sedangkan secara tradisional kemasan konvensional lain yang bisa juga digunakan untuk keperluan yang sama adalah botol/gelas jar yang biasa dikerjakan juga di rumah-rumah. Untuk mengetahui proses pengalengan, diperlukan pengenalan mengenai kemasan kaleng. Tujuan mengetahui kaleng sebagai bahan pengemas adalah agar dapat mencegah terjadinya karatan dan migrasi logam terutama timah putih (Sn) dan timbal (Pb) kedalam makanan, yang dapat membahayakan konsumen. Struktur kaleng, dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Struktur kaleng

Secara umum proses pengalengan ikan dalam skala industri umumnya dilakukan melalui beberapa tahap. Tahapan itu, meliputi pemilihan bahan baku, penyiangan, pencucian, penggaraman, pengisian bahan baku, pemasakan awal (*precooking*), penirisan, pengisian medium pengalengan, penghampaan udara, penutupan kaleng, pemasakan (*retorting*), pendinginan, dan pemberian label. Pemilihan bahan mentah dilakukan dengan cara organoleptik (subyektif) dan metode ilmiah (kimia dan obyektif). *Thawing* dilakukan bila bahan baku dalam kondisi beku, dengan menggunakan bantuan udara lingkungan, penyemprotan dengan air selama 2-5 jam, perendaman dalam

air selama 7-8 jam, penyiraman dengan air mengalir selama 2-5 jam atau dengan mikrowave. Pembersihan bahan baku dan sortasi dilakukan dengan cara pencucian dengan air untuk mengurangi jumlah mikroba dan membersihkan bahan serta pemilihan bahan yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Persiapan bahan meliputi kegiatan pendahuluan yang mensyaratkan bahan sesuai dengan grade dan bentuknya masing-masing dengan cara memotong, mengiris, membentuk dan menimbanginya.

Blansing wortel, bayam, dan polong-polongan dilakukan dalam air panas atau dengan uap panas. Perlakuan ini bertujuan untuk mencegah pengerutan bahan, mencegah pengurangan berat bahan, inaktivasi enzim dan untuk memperkuat warna dan flavor dengan cara menghilangkan flavor yang tidak dikehendaki dari bagian bahan yang tidak dapat dimakan. Pengisian bahan dalam kaleng dilakukan secara otomatis sesuai tipe produk seperti padat, semi padat dan cair serta sesuai dengan kapasitas kaleng. Pengisian mencakup pengisian daging dan medium. Pengisian medium dilakukan dengan memberikan ruang sekitar 8-10 mm dibawah pinggir atas kaleng agar kaleng tidak pecah dan mengembang saat sterilisasi. Medium yang diisikan sesuai dengan produk jadi yang diinginkan yaitu air garam 2-3 %, minyak nabati atau bumbu-bumbu seperti saus.

Proses *exhausting* dilakukan secara otomatis melalui air mendidih atau uap panas. Proses ini akan memanaskan produk dan membuat produk mengembang sehingga dari produk akan keluar gas CO₂ dan O₂ dari dalam sel. Tujuannya adalah :

1. Melindungi permukaan bagian dalam kaleng agar tidak berkarat.
2. Mencegah perubahan warna, bau, flavor dan vitamin.
3. Mencegah keruakan bentuk kaleng saat sterilisasi.
4. Penutupan kaleng yang lebih baik.
5. Menghilangkan udara untuk mengurangi tekanan dalam kaleng sehingga suhu saat sterilisasi cepat tercapai.

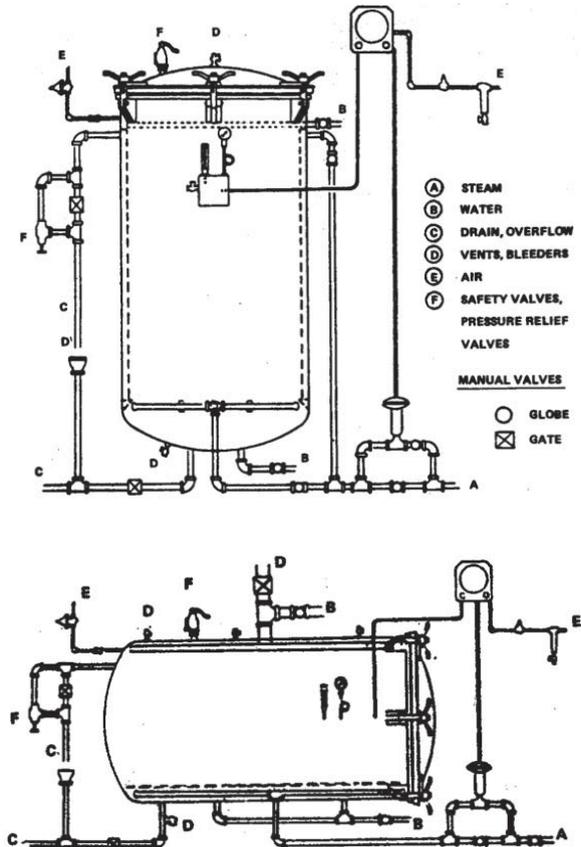
Exhausting berkaitan dengan pengembangan tekanan internal dan pengontrolan tekanan selama pemanasan, sehingga menjamin bahan bebas dari gas-gas yang terperangkap yang dapat mempengaruhi sterilisasi dan peningkatan suhu saat sterilisasi. Metode *exhausting* secara umum yaitu :

1. Secara mekanis, dengan pompa vakum.
2. Pengisian panas untuk menghilangkan gas-gas yang terperangkap.
3. Dengan melewati dalam bak air panas (80-95 °C) atau ruangan uap.
4. Mengalirkan uap panas saat penutupan wadah.

Kaleng yang sudah diisi dengan produk ini kemudian ditutup menggunakan metode *double seaming*. Metode penutupan kaleng secara hermetis dan *double seaming*, dapat dilihat pada Gambar 20. Sterilisasi pada pengalengan umumnya dilakukan lewat pemanasan pada suhu 121 °C selama 20 - 40 menit. Lamanya pemanasan dan tingginya suhu yang digunakan biasanya tergantung pada jenis pH produk. Semakin rendah pH produk, semakin pendek dan rendah waktu serta suhu yang digunakan. Misalnya pada produk buah, sayur, atau sari buah. Besarnya kaleng juga ikut menentukan waktu, juga kecepatan perambatan panas dari makanan tersebut. Sterilisasi dapat dilakukan secara mutlak namun cara ini jarang diterapkan pada bahan pangan karena dapat mengakibatkan kerusakan bahan secara fisik maupun gizinya. Sterilisasi komersial dapat menginaktifkan spora bakteri walaupun masih ada bakteri patogen yang hidup dalam kondisi dorman. Kondisi proses termal sterilisasi tergantung dari :

1. Keadaan makanan
2. Keadaan penyimpanan setelah pemanasan
3. Ketahanan panas bakteri maupun sporanya
4. Karakteristik pindah panas bahan
5. Wadah dan medium pemanas
6. Jumlah awal mikroba dalam bahan

Setelah proses sterilisasi selesai, harus segera dilakukan pendinginan dengan cepat untuk mencegah pertumbuhan kembali mikroba termofilik (tahan panas).



Gambar 20. Sterilisasi makanan kaleng

Sumber : <http://www.fao.org>

Keuntungan utama penggunaan kaleng sebagai wadah bahan pangan adalah:

1. Kaleng dapat menjaga bahan pangan yang ada di dalamnya. Makanan yang ada di dalam wadah yang tertutup secara

hermetis dapat dijaga terhadap kontaminasi oleh mikroba, serangga, atau bahan asing lain yang mungkin dapat menyebabkan kebusukan atau penyimpangan penampakan dan cita rasanya.

2. Kaleng dapat juga menjaga bahan pangan terhadap perubahan kadar air yang tidak diinginkan.
3. Kaleng dapat menjaga bahan pangan terhadap penyerapan oksigen, gas-gas lain, bau-bauan, dan partikel-partikel radioaktif yang terdapat di atmosfer.
4. Untuk bahan pangan berwarna yang peka terhadap reaksi fotokimia, kaleng dapat menjaga terhadap cahaya.

Di antara bakteri-bakteri yang berhubungan dengan pengalengan ikan, *Clostridium botulinum* adalah yang paling berbahaya. Bakteri tersebut dapat menghasilkan racun *botulin* dan membentuk spora yang tahan panas. Pemanasan selama empat menit pada suhu 120 derajat C atau 10 menit pada suhu 115 derajat C sudah cukup untuk membunuh semua *strain C. botulinum* (A-C). Karena sifatnya yang tahan panas, jika proses pengalengan dilakukan secara tidak benar, bakteri tersebut dapat aktif kembali selama penyimpanan. Dalam proses biasanya dilakukan penambahan medium pengalengan. Di Indonesia, dikenal tiga macam medium pengalengan, yaitu larutan garam (*brine*), minyak atau minyak yang ditambah dengan cabai dan bumbu lainnya, serta saus tomat. Penambahan medium bertujuan untuk memberikan penampilan dan rasa yang spesifik pada produk akhir, sebagai media pengantar panas sehingga memperpendek waktu proses, mendapatkan derajat keasaman yang lebih tinggi, dan mengurangi terjadinya karat pada bagian dalam kaleng. Apabila menginginkan produk yang siap olah, pilihlah yang bermedia saus tomat. Bila ingin mengolah produk dalam kaleng lebih lanjut, produk berlarutan garam atau minyak nabati dapat dipilih.

Pada produk kaleng aseptik, semua mikroba patogen (penyebab penyakit) dan perusak (penyebab pembusukan) dihilangkan. Produk selanjutnya ditutup dengan teknologi khusus yakni penutupan sempurna hingga tidak dapat dilalui oleh udara, gas, dan uap air. Pada kondisi tertutup rapat seperti ini mikroba tak dapat masuk ke dalam produk. Kondisi kedap juga membuat perusakan oleh oksidasi dan sinar dapat dihindari. Ingatlah sinar dan oksidasi bisa mempercepat kerusakan produk. Itulah sebabnya walau tanpa penambahan pengawet, tidak disimpan di tempat dingin, atau perlakuan khusus lainnya, produk dapat disimpan dalam jangka waktu lama tanpa mengalami kerusakan (awet).

Umur simpan makanan dalam kaleng sangat bervariasi tergantung pada jenis bahan pangan, wadah, proses pengalengan yang dilakukan, dan kondisi tempat penyimpanan. Jika proses pengolahan dan penyimpanan dilakukan dengan baik, makanan dalam kaleng umumnya awet sampai jangka waktu dua tahun.

Beberapa hal yang menyebabkan awetnya bahan pangan dalam kaleng adalah :

1. Bahan yang digunakan telah melewati tahap seleksi, sehingga mutu dan kesegarannya dijamin masih baik
2. Bahan tersebut telah melalui proses penyiangan, sehingga terhindar dari sumber mikroba kontaminan
3. Pemanasan telah cukup untuk membunuh mikroba pembusuk dan penyebab penyakit.
4. Bahan termasuk ke dalam makanan golongan berasam rendah, yaitu mempunyai kisaran pH 5,6 - 6,5. Adanya medium pengalengan dapat meningkatkan derajat keasaman (menurunkan pH), sehingga produk dalam kaleng menjadi awet. Pada tingkat keasaman yang tinggi (di bawah pH 4,6), *Clostridium botulinum* tidak dapat tumbuh
5. Penutupan kaleng dilakukan secara rapat hermetis, yaitu rapat sempurna sehingga tidak dapat dilalui oleh gas, mikroba, udara, uap air, dan kontaminan lainnya. Dengan demikian, produk dalam kaleng menjadi lebih awet.

Walau dikatakan awet, produk akan berubah juga dengan berlalunya masa simpan. Umumnya produk kalengan mempunyai daya simpan antara 2 sampai 3 tahun. Tergantung pada jenis produk dan tingkat pengolahan. Produk biasanya tidak menuntut kondisi penyimpanan tertentu, dapat disimpan pada suhu kamar dan di mana saja. Namun penyimpanan pada suhu rendah dan tempat yang kering akan memperpanjang masa simpan. Tempat yang lembap dan basah dapat menyebabkan pengkaratan kaleng yang tidak diinginkan. Kerusakan produk yang lain dapat disebabkan oleh kurang sempurnanya pengolahan. Kurangnya suhu dan waktu pemanasan dapat memberi peluang bagi tumbuhnya mikroba yang mungkin berbahaya bagi manusia. Misalnya, *Clostridium botulinum*. Bakteri ini paling tahan panas dan dapat hidup pada kondisi anaerobik (tanpa oksigen). Botulinin adalah racun yang umum ditemukan dalam makanan kaleng dan dilaporkan sangat mematikan. Tanda-tanda keracunan botulinin antara lain tenggorokan menjadi kaku, mata berkunang-kunang, dan kejang-kejang yang membawa kematian karena sukar bernafas. Untungnya racun botulinin peka terhadap pemanasan.

Biasanya bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik pada produk pH rendah seperti pada buah, sari buah, buah, dan sayuran. Tetapi pemanasan produk ber-pH tinggi seperti pada produk daging ikan, pemanasan ringan sebelum dikonsumsi membantu pencegahan keracunan botulinin. Kebusukan produk kaleng ada yang bisa dilihat secara kasat mata dari kondisi kalengnya (seperti pengembungan kaleng atau kecembungan pada sisi tertentu). Tetapi ada juga yang tidak terdeteksi dari luar.

Satu hal yang harus diingat adalah bahwa pemanasan tidak dapat membunuh semua mikroba, khususnya *termofilik* (tahan terhadap panas). Mikroba tahan panas tersebut tidak akan tumbuh pada kondisi penyimpanan yang normal. Apabila penyimpanan dilakukan pada ruang yang bersuhu cukup tinggi atau terkena cahaya matahari langsung, mikroba tahan panas tersebut akan aktif kembali dan merusak produk. Penyimpanan

produk harus dilakukan pada suhu yang cukup rendah, seperti pada suhu kamar normal dengan kelembaban rendah. Akan menjadi lebih baik lagi bila disimpan pada lemari pendingin. Kondisi penyimpanan sangat berpengaruh terhadap mutu ikan dalam kaleng. Suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kerusakan cita rasa, warna, tekstur, dan vitamin yang dikandung oleh bahan akibat terjadinya reaksi-reaksi kimia.

Kerusakan produk kaleng menurut Winarno dkk (1984) dapat digolongkan sebagai berikut :

1. *Flat sour* kaleng tidak cembung, tetapi isinya sangat asam
2. *Flipper* , kaleng kelihatan normal, tetapi jika salah satu ujung ditekan, maka akan cembung ke arah yang berlawanan.
3. *Springer*, salah satu ujung datar, sedang ujung lainnya cembung. Jika ditekan akan cembung ke arah berlawanan.
4. *Swell* (cembung) yang dibedakan atas *soft swell* dan *hard swell*. Kaleng menjadi cembung karena adanya bakteri pembentukan gas.

Karena diolah dengan suhu tinggi, produk pengalengan aseptik umumnya kehilangan cita rasa segarnya. Produk cenderung memberi rasa matang. Perubahan cita rasa tampak jelas pada produk dengan bahan dasar buah dan sayur. Pemanasan suhu tinggi juga menurunkan nilai gizi produk. Khususnya komponen yang mudah rusak oleh panas. Misalnya, vitamin dan lemak tak jenuh. Fortifikasi (penambahan) vitamin dapat dilakukan untuk mengganti kehilangan selama proses. Produk kaleng juga umumnya kehilangan sifat segar. Tekstur umumnya lebih lunak dari bahan segarnya. Pada beberapa produk buah dan sayur bisa diatasi dengan penambahan bahan-bahan yang bisa memperbaiki tekstur. Satu lagi yang tidak menguntungkan ialah timbulnya rasa *taint* kaleng (rasa seperti besi) yang terkadang cukup mengganggu. Rasa ini timbul terutama bila *coating* kaleng tidak sempurna.

Pemilihan dan penanganan produk kaleng yang baik yaitu :

1. Kaleng yang tidak bocor, bentuk boleh tidak sempurna (sedikit penyok), tidak ada kebocoran atau pengkaratan terutama dilipatan kaleng tutup atau sambungan kaleng
2. Perhatikan tanggal kadaluarsa. Memang tidak semua produk kaleng yang melampaui tanggal kadaluarsa, selalu sudah rusak. Tetapi demi keamanan dan kelezatan produk, pilih produk yang belum melampaui tanggal kadaluarsa. Bila terpaksa harus mengkonsumsi produk lewat masa kadaluarsa, pastikan tidak ada penampakan dan rasa yang menyimpang
3. Perhatikan tanda-tanda kerusakan kaleng. Jangan mengkonsumsi produk kaleng yang mempunyai tanda-tanda kerusakan seperti yang telah dibahas di atas
4. Khusus untuk produk kaleng aseptik, pilih ukuran kaleng sesuai dengan keperluan sekali pakai. Jangan menyimpan sisa produk tetap dalam kalengnya. Pindahkan dari kaleng ke wadah lain
5. Produk kaleng yang sudah dibuka sebaiknya cepat dipakai karena keawetannya sudah tak sama lagi dengan produk awalnya. Produk yang sudah terbuka hendaknya disimpan di refrigerator. *Karena itu, makanan kaleng sebaiknya tetap disimpan dalam ruang bersuhu rendah (di bawah 10 derajat Celcius) untuk mencegah kerusakan dan pembusukan. Simpanlah produk pada kelembaban rendah untuk mencegah karat pada bagian luar kaleng dan tumbuhnya jamur. Jauhkan produk dari terpaan cahaya matahari langsung*
6. Sedapat mungkin simpan di tempat yang kering dan sejuk. Hindari dari genangan air atau kelembapan yang tinggi.
7. Pastikan membeli produk yang diproduksi atau diedarkan oleh manufaktur atau produsen/penyalur yang jelas.

4.5. Fermentasi Bahan Pangan

Fermentasi berasal dari bahasa latin *ferfere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk tersebut di antaranya karbondioksida (CO₂). Penemuan cara fermentasi ini diawali dengan pembuatan bir sekira 6.000 tahun sebelum masehi. Selain itu pembuatan roti dengan bantuan *khamir* atau ragi sekira 4.000 tahun sebelum masehi (SM). Pembuatan produk fermentasi kecap dan tauco di Cina sejak 722 SM. Kira-kira abad ke-17 mulai berkembang fermentasi anggur menggunakan bakteri *Acetobacter* menghasilkan asam asetat (asam cuka). Lantas tahun 1817, mulai diproduksi enzim dari tumbuhan dan jaringan hewan yang dapat memecah zat pati menjadi gula maltose (*diastase*). Kemudian tahun 1860, suatu enzim dari *khamir* dapat memecahkan *sukrosa* menjadi *glukosa* dan *fruktosa*.

Akhirnya banyak penelitian yang dilakukan para ahli dan melahirkan istilah baru dari fermentasi yaitu reaksi oksidasi-reduksi, di mana zat yang dioksidasi (pemberi elektron) maupun zat yang direduksi (penerima elektron) adalah zat organik dengan melibatkan mikroorganisme (bakteri, kapang dan ragi). Zat organik yang digunakan umumnya *glukosa* yang dipecah menjadi *aldehida*, alkohol atau asam.

Untuk melakukan metabolisme, mikroorganisme membutuhkan sumber energi berupa karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat-zat gizi yang terdapat dalam bahan pangan. Dalam proses fermentasi tampaknya mikroorganisme pertama kali akan menyerang karbohidrat, kemudian protein dan selanjutnya lemak. Bahkan terjadi tingkatan penyerangan terhadap karbohidrat yaitu terhadap gula, kemudian alkohol dan setelah itu terhadap asam.

Fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan tipe kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerobik dan anaerobik. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang

diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, di mana organisme itu berada. Mikroorganisme adalah organisme yang memerlukan energi tersebut. Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah *glukosa*. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna *glukosa* menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi. Sedangkan tipe anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen. Beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Jadi hanya sebagian bahan energi itu dipecah, yang dihasilkan adalah sebagian dari energi, karbondioksida dan air, termasuk sejumlah asam laktat, asetat, etanol, asam *volatile*, alkohol dan *ester*.

Pada tipe-tipe tersebut harus diperhatikan perubahan secara mikrobiologi dalam makanan, di mana mikroba yang bersifat fermentatif dapat mengubah karbohidrat dan turunannya menjadi alkohol, asam dan karbondioksida. Disusul dengan mikroba *proteolitik* dapat memecah protein dan komponen nitrogen lainnya, sehingga menghasilkan bau busuk yang tidak diinginkan. Sedangkan mikroba *lipolitik* akan menghidrolisa lemak, *fosfolipid* dan turunannya dengan menghasilkan bau tengik. Bila alkohol dan asam yang dihasilkan mikroba cukup tinggi, maka pertumbuhan mikroba *proteolitik* dan *lipolitik* dapat dihambat. Jadi pada prinsipnya, fermentasi adalah menumbuhkan pertumbuhan mikroba pembentuk alkohol dan asam, dan menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik.

Faktor keberhasilan fermentasi sangat ditentukan jenis bahan pangan (*substrat*). Mikroba membutuhkan energi yang berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat-zat gizi lainnya yang ada dalam bahan pangan (*substrat*). Demikian pula dengan macam mikroba. Yang perlu dimiliki mikroba dalam fermentasi adalah harus mampu tumbuh pada *substrat* dan mudah beradaptasi dengan lingkungannya, dan mikroba harus mampu mengeluarkan enzim-enzim penting yang dapat melakukan perubahan yang dikehendaki secara kimia. Fermentasi dipengaruhi pula kondisi lingkungan yang diperlukan bagi

pertumbuhan mikroba yaitu suhu, udara (oksigen), kelembaban, garam, asam.

Makanan fermentasi merupakan makanan yang digunakan sebagai menu makanan sehari-hari, karena cara membuatnya mudah, praktis, murah dan aman. Banyak keuntungan yang bisa diambil dari produk makanan yang difermentasi baik dari sifat-sifat *organoleptik* (indrawi), peningkatan nilai gizi ataupun sanitasi. Keunggulan dari makanan fermentasi antara lain memberikan penampakan, dan cita rasa yang khas, misalnya pada tempe, oncom, tauco, berbeda dari penampakan atau rasanya dengan bahan aslinya kedelai. Lantas memunyai aroma yang lebih menyenangkan dengan terbentuknya asam, alkohol, *ester* dan senyawa pembentuk aroma lainnya pada produk bir, *yoghurt*, keju, kecap, anggur, acar, tape, tauco, brem.

Fermentasi juga menurunkan senyawa beracun seperti anti *tirosin* pada kedelai, yang kadarnya menurun bila dijadikan tempe. Fermentasi turut mempertinggi nilai gizi, karena mikroba bersifat memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Misalnya *Rhizopus oligosporus* dapat meningkatkan vitamin B12 pada tempe. Begitu pula dengan kandungan *niacin* dan *riboflavin*. Produk fermentasi terdiri dari minuman beralkohol seperti bir, sake, brem, *wine* (anggur), lantas produk fermentasi berbahan susu seperti keju, dan *yoghurt*. Produk fermentasi sayuran seperti *sourkrout* (acar kubis), *pikel* (acar timun). Produk serelia seperti roti, lalu produk kacang kedelai seperti tempe, oncom, tauco, kecap. Contoh Produk pangan hasil proses fermentasi oleh mikroorganisme, dapat dilihat pada Gambar 21.

Nata de coco juga salah satu contoh makanan hasil fermentasi air kelapa dengan starter mikroba. Nata adalah biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa, berbentuk agar dan berwarna putih. Massa ini berasal pertumbuhan *Acetobacter xylinum* pada permukaan media cair yang asam dan mengandung gula. Nata dapat dibuat dari bahan baku air kelapa, dan limbah cair pengolahan tahu (*whey* tahu). Nata yang dibuat dari air kelapa disebut dengan nata de coco, dan yang dari whey tahu disebut

dengan nata de soya. Bentuk, warna, tekstur dan rasa kedua jenis nata tersebut tidak berbeda.

Fermentasi Nata dilakukan melalui tahap-tahap berikut:

a. Pemeliharaan Biakan Murni *Acetobacter xylinum*.

Fermentasi nata memerlukan biakan murni *Acetobacter xylinum*. Biakan murni ini harus dipelihara sehingga dapat digunakan setiap saat diperlukan. Pemeliharaan tersebut meliputi:

1. Proses penyimpanan sehingga dalam jangka waktu yang cukup lama viabilitas (kemampuan hidup) mikroba tetap dapat dipertahankan
2. Penyegaran kembali mikroba yang telah disimpan sehingga terjadi pemulihan viabilitas dan mikroba dapat disiapkan sebagai inokulum fermentasi
3. Penyimpanan.

A.xylinum biasanya disimpan pada agar miring yang terbuat dari media Hassid dan Barker yang dimodifikasi dengan komposisi sebagai berikut : Glukosa (100 gram), ekstrak khamir (2,5 gram), K₂HPO₄ (5 gram), (NH₄)₂SO₄ (0,6 gram), MgSO₄ (0,2 gram), agar (18 gram) dan air kelapa (1 liter). Pada agar miring dengan suhu penyimpanan 4-7°C, mikroba ini dapat disimpan selama 3-4 minggu.

4. Penyegaran.

Setiap 3 atau 4 minggu, biakan *A. xylinum* harus dipindahkan kembali pada agar miring baru. Setelah 3 kali penyegaran, kemurnian biakan harus diuji dengan melakukan isolasi biakan pada agar cawan. Adanya koloni asing pada permukaan cawan menunjukkan bahwa kontaminasi telah terjadi. Biakan pada agar miring yang telah terkontaminasi, harus diisolasi dan dimurnikan kembali sebelum disegarkan.

b. Pembuatan Starter.

Starter adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media

fermentasi. Mikroba pada starter tumbuh dengan cepat dan fermentasi segera terjadi. Media starter biasanya identik dengan media fermentasi. Media ini diinokulasi dengan biakan murni dari agar miring yang masih segar (umur 6 hari). Starter baru dapat digunakan 6 hari setelah diinokulasi dengan biakan murni. Pada permukaan starter akan tumbuh mikroba membentuk lapisan tipis berwarna putih. Lapisan ini disebut dengan nata. Semakin lama lapisan ini akan semakin tebal sehingga ketebalannya mencapai 1,5 cm. Starter yang telah berumur 9 hari (dihitung setelah diinokulasi dengan biakan murni) tidak dianjurkan digunakan lagikarenakondisifisiologis mikroba tidak optimum bagi fermentasi, dan tingkat kontaminasi mungkin sudah cukup tinggi. Volume starter disesuaikan dengan volume media fermentasi yang akan disiapkan. Dianjurkan volume starter tidak kurang dari 5% volume media yang akan difermentasi menjadi nata. Pemakaian starter yang terlalu banyak tidak dianjurkan karenatidak ekonomis.

c. Fermentasi.

Fermentasi dilakukan pada media cair yang telah diinokulasi dengan starter. Fermentasi berlangsung pada kondisi aerob (membutuhkan oksigen). Mikroba tumbuh terutama pada permukaan media. Fermentasi dilangsungkan sampai nata yang terbentuk cukup tebal (1,0 – 1,5 cm). Biasanya ukuran tersebut tercapai setelah 10 hari (semenjak diinokulasi dengan starter), dan fermentasi diakhiri pada hari ke 15. Jika fermentasi tetap diteruskan, kemungkinan permukaan nata mengalami kerusakan oleh mikroba pencemar. Nata berupa lapisan putih seperti agar. Lapisan ini adalah massa mikroba berkapsul dari selulosa. Lapisan nata mengandung sisa media yang sangat masam. Rasa dan bau masam tersebut dapat dihilangkan dengan perendaman dan perebusan dengan air bersih. Contoh hasil nata de coco, dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 21. Produk pangan hasil proses fermentasi oleh mikroorganisme

Sumber : <http://textbookofbacteriology.net>



Gambar 22. Nata de coco

Sumber : kesehatan.kompasiana.com

Penggunaan minuman beralkohol sebagai campuran makanan dan minuman cukup luas dan bervariasi dalam berbagai bentuk yang sering tidak disadari keberadaannya oleh konsumen. Minuman beralkohol dibuat dengan cara fermentasi khamir dari bahan baku yang mengandung pati atau gula tinggi. Bahan baku yang umum dipakai adalah biji-bijian (seperti jagung, beras, gandum dan barley), umbi-umbian (seperti kentang dan ubi kayu), buah-buahan (seperti anggur, apel, pear, cherry), tanaman palem (seperti aren, kelapa, siwalan, nipah), gula tebu dan gula beet, serta molases. Khusus bahan baku biji-bijian, sebelum proses fermentasi berlangsung, bahan-bahan tersebut diproses terlebih dahulu dengan cara merendamnya sampai menjadi kecambah, kemudian dirbus dan diproses menjadi bubur dan dimasak kembali.

Lamanya proses fermentasi tergantung kepada bahan dan jenis produk yang akan dihasilkan. Proses pemeraman singkat (fermentasi tidak sempurna) yang berlangsung sekitar 1 - 2 minggu dapat menghasilkan produk dengan kandungan etanol 3-8 %. Contohnya adalah produk bir. Sedangkan proses pemeraman yang lebih panjang (fermentasi sempurna) yang dapat mencapai waktu bulanan bahkan tahunan seperti dalam pembuatan wine dapat menghasilkan produk dengan kandungan etanol sekitar 7-18 %. Kandungan etanol yang dihasilkan dalam fermentasi minuman beralkohol biasanya berkisar sekitar 18% karena pada umumnya khamir tidak dapat hidup pada lingkungan dengan kandungan etanol di atas 18%. Jadi untuk menghasilkan minuman beralkohol dengan kandungan etanol yang lebih tinggi, dilakukan proses distilasi terhadap produk yang dihasilkan melalui proses fermentasi. Kelompok produk yang dihasilkan dinamakan distilled beverages. Cara produksi yang lain untuk menghasilkan minuman berkadar etanol tinggi adalah dengan cara mencampur produk hasil fermentasi dengan produk hasil distilasi. Contohnya adalah produk port wine dan sherry yang termasuk kelompok fortified wine. Pada produk tertentu, untuk menghasilkan cita rasa yang

diinginkan, dapat dilakukan penambahan bahan-bahan tertentu seperti herba, buah-buahan, ataupun bahan flavoring.

Kandungan etanol minuman beralkohol dapat dinyatakan dalam persen volume per volume (% v/v), persen berat per berat (% b/b) atau dinyatakan dalam proof. Nilai proof merupakan rasio 2:1 dibandingkan kandungan etanol dalam persen volume. Contohnya, minuman dengan kandungan etanol 40 % (v/v) sebanding dengan 80 proof. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 86/Menkes/Per/IV/77 tentang minuman keras, minuman beralkohol dikategorikan sebagai minuman keras dan dibagi menjadi 3 golongan berdasarkan persentase kandungan etanol volume per volume pada suhu 20°C. Minuman dengan kadar etanol 1 - 5 persen dikategorikan sebagai minuman keras golongan A, minuman dengan kadar etanol lebih dari 5 persen sampai dengan 20 persen tergolong minuman keras golongan B sedangkan minuman dengan kadar etanol golongan C mengandung etanol lebih dari 20 persen sampai dengan 55 persen.

Secara umum wine dan brandy merupakan minuman beralkohol yang dibuat dari buah anggur, jika tidak disebut jenis buahnya secara spesifik seperti plum wine (terbuat dari buah plum) atau cherry brandy (terbuat dari buah ceri). Dari jus apel dapat dibuat minuman cider. Di Amerika dan Kanada, cider atau sweet cider merupakan istilah untuk jus apel yang tidak difermentasi, sedangkan jus apel yang difermentasi disebut *hard cider*. Di Inggris, istilah *cider* selalu digunakan untuk minuman beralkohol. Akan tetapi di Australia, istilah cider dapat digunakan baik untuk produk beralkohol ataupun tidak. Hasil distilasi *cider* dengan proses pembekuan menghasilkan produk yang dinamakan *applejack*. Bir secara umum terbuat dari *barley*. Akan tetapi dapat juga terbuat dari campuran beberapa jenis biji-bijian. Minuman beralkohol yang dibuat dari campuran beberapa jenis biji-bijian dikenal dengan nama whisky. Jenis-jenis whisky seperti *scotch*, *rye*, dan *bourbon* menunjukkan jenis biji-bijian utama yang digunakan dengan tambahan biji-bijian lain (yang paling sering

adalah barley dan kadang-kadang oat). Dua jenis *distilled beverages* yang paling umum adalah *vodka* dan *gin*. Vodka dapat merupakan hasil distilasi dari hasil fermentasi berbagai jenis bahan dimana biji-bijian dan kentang merupakan sumber yang paling umum. Karakteristik vodka yang utama adalah dilakukannya proses distilasi secara tuntas sehingga aroma bahan asal sudah tidak tersisa sama sekali. Sedangkan gin merupakan hasil distilat seperti vodka yang diberi flavor dengan cara menambahkan herba ataupun jenis-jenis tumbuhan lain khususnya juniper berries. Nama gin sendiri berasal dari nama minuman genever yang berasal dari Belanda yang berarti juniper. Minuman beralkohol tidak hanya menyebabkan mabuk, akan tetapi pada tingkat tertentu dapat menyebabkan kematian. Pada tingkat kandungan 0,05 - 0,15 persen etanol dalam darah peminum akan mengalami kehilangan koordinasi, pada tingkat 0,15 - 0,20 persen etanol menyebabkan keracunan, pada tingkat 0,30-0,40 persen peminum hilang kesadaran dan pada tingkat yang lebih tinggi lagi yaitu 0,50 persen dapat menyebabkan kematian. Kandungan etanol beberapa minuman beralkohol, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan etanol beberapa minuman beralkohol

Jenis Minuman	Kandungan Etanol (%)
Bir	3 - 5
Wine	9 - 18
Anggur obat	9 - 18
Liquor	Min. 24
Whisky	Min. 30
Brandy	Min. 30
Genever	Min. 30
Cognac	Min. 35
Gin	Min. 38
Arak	Min. 38
Rum	Min. 38
Vodka	Min. 40

Sumber : Anomimus (2006)

4.6. Pengeringan Bahan Pangan

Pengeringan bahan pangan merupakan salah satu cara pengawetan dan pengolahan pangan yang mengaplikasikan penggunaan suhu tinggi atau sedang, dengan tujuan untuk menurunkan kadar air dalam bahan pangan. Pengeringan bahan pangan tidak membahas tentang jumlah air yang hilang selama proses tetapi cara untuk menurunkan a_w bahan pangan. Evaporasi atau desikasi merupakan istilah yang menunjukkan kegiatan pengeringan bahan pangan, namun desikasi lebih mengarah kepada efek negatifnya. Dalam industri bahan pangan, dehidrasi berarti pengeringan buatan. Dalam suatu hukum kesetimbangan (*equilibrium*) bahwa bahan dengan kelembaban rendah akan menyerap air dari luar sehingga seimbang dan bahan dengan RH tinggi akan melepaskan air ke sekitarnya sampai terjadi keseimbangan.

Pengeringan tradisional adalah menggunakan sinar matahari dan pertimbangannya adalah didasarkan atas biaya, namun jika ditinjau dari hasil warna buah yang dikering matahari lebih baik. Jika dibandingkan dengan pengering buatan, kualitas bahan lebih baik dan lebih saniter. Bahan pangan dapat dikeringkan dalam udara, dalam uap lewat panas, dalam hampa, dalam gas inert dan dengan panas langsung. Penggunaan udara untuk pengeringan, dengan maksud untuk menghantarkan panas kedalam bahan dan membawa uap air yang dibebaskan dari bahan pangan. Udara memberikan panas kedalam bahan, menguapkan air dan mengangkut uap air yang dilepaskan. Volume udara yang diperlukan untuk menguapkan satu pond air tergantung dari tinggi suhu. Untuk menaikkan suhu 1 ft³ udara pada suhu 60 °C dengan 1 °F, memerlukan panas sebesar 0.018 B.t.u, sedangkan 1 ft³ udara akan melepaskan panas sebesar 0.018 B.t.u bila suhunya turun sebesar 1 °F.

Keuntungan pengeringan yaitu :

1. Bahan pangan lebih tahan simpan, misalnya ikan segar hanya awet selama satu hari, jika dikeringkan akan rusak

selama 1-2 bulan dan jika dikering asin mengalami kerusakan 3-6 bulan

2. Mempermudah transportasi, penanganan lanjutan, penyimpanan dan pengemasan
3. Nilai gizi bahan pangan cukup baik, kecuali vitamin C pada buah kering

Sedangkan kerugian bahan pangan yang dikeringkan yaitu :

1. Tekstur bahan menjadi keras bila kadar air terlalu rendah
2. Reaksi oksidasi berlangsung lebih cepat sehingga produk menjadi tengik dan dapat terjadi penurunan kadar vitamin C
3. Terjadi penurunan mutu fisik dan kimia

Kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh luas permukaan bahan, suhu yang digunakan, pergerakan udara, komponen yang ada dalam bahan pangan dan arah udara panas. Produk yang lebih kecil, luas permukaannya lebih besar sehingga air mudah berdifusi keluar bahan dan bahan mudah kering. Makin besar luas permukaan dan makin berpori permukaan suatu bahan pangan, akan makin tinggi kecepatan pengeringannya. Suhu udara yang terlalu tinggi akan mengakibatkan air lebih cepat menguap pada permukaan bahan pangan daripada air yang dapat berdifusi dari bagian dalam keluar, sehingga akan menimbulkan kerak atau *case hardening* pada permukaan bahan yang dikeringkan. Selain itu dapat mengakibatkan *cracking* yang merupakan suatu keadaan terjadinya keretakan antara granula bahan karena hilangnya air, misalnya pada beras yang digiling dan suhu yang digunakan terlalu tinggi dan akibatnya beras yang dihasilkan berukuran kecil-kecil. Udara yang bergerak akan memudahkan dalam penarikan air dari bahan. Bahan yang mengandung protein dan lemak, lebih lambat dikeringkan daripada yang banyak mengandung karbohidrat karena lemak dapat menghambat keluarnya air dari dalam bahan. Arah udara panas yang searah (*co-current*), menyebabkan bahan terkena panas yang tinggi pada awal pemanasan. Sedangkan arah

panas yang berlawanan (*counter current*) menyebabkan bahan dengan kadar air yang masih tinggi terkena panas yang sudah mulai menurun sehingga metode ini paling banyak digunakan karena panas yang digunakan bertahap.

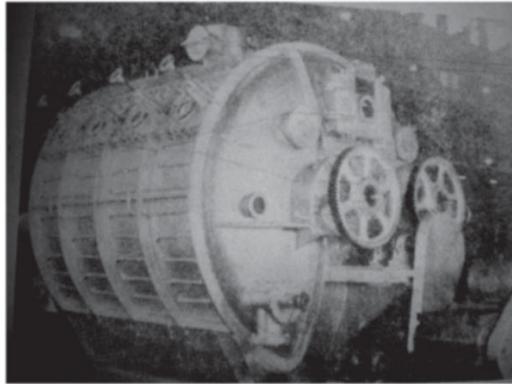
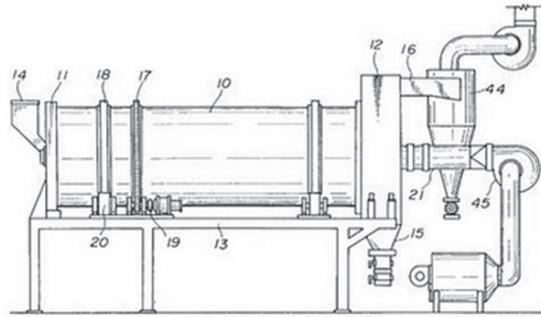
Pemilihan metode pengeringan bahan pangan, ditentukan oleh jenis komoditi yang akan dikeringkan, bentuk akhir produk yang diinginkan, faktor ekonomi dan kondisi operasionalnya. Jenis metode pengeringan dan produk yang dikeringkan, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis metode pengeringan dan produk yang dikeringkan

Jenis pengering	Produk
Pengering drum	Susu, sari sayuran, pisang
Pengering hampa	Bubuk jeruk, bubuk tomat
Pengering ban berjalan	Sayuran
Pengering busa padat	Sari buah
Pengering beku	Daging
Pengering semprot	Telur utuh, kuning telur, susu
Pengering putar	Sebagian produk daging
Pengering kabinet	Buah dan sayuran
Pengering tungku	Apel, sebagian sayuran
Pengering terowongan	Buah dan sayuran

Sumber : Desrosier (1988)

Pengering tipe drum menggunakan drum beruluran 2-6 kaki (*feet*) yang berputar yang dipanaskan dengan uap. Produk dituangkan diatas permukaan drum sebagai lapisan yang tipis dalam udara terbuka atau hampa. Gambar pengering tipe drum, dapat dilihat pada Gambar 23.

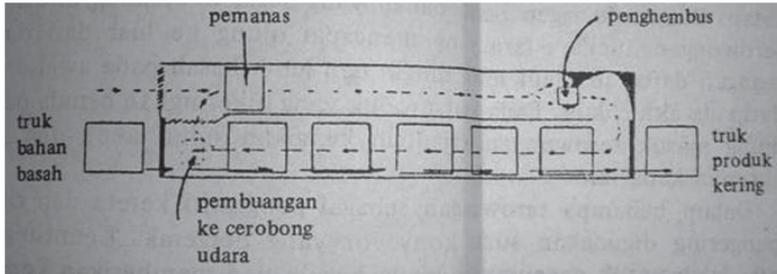


Gambar 23. Pengeri tipe drum

Sumber : *satu-teknik.blogspot.com*; Desrosier (1988)

Pengeri rak hampa menggunakan rak berongga yang berlubang dan produk diletakkan dalam nampan di atasnya, kemudian dihampakan. Untuk memanasi produk, dapat dialirkan uap, air panas atau minyak panas melalui rongga berlubang tersebut. Pada pengeri tipe semprot, produk yang akan dikeringkan berupa larutan, pasta atau bubur. Produk didispersikan sebagai tetes bahan halus yang tersuspensikan dalam udara pengeri. Pengeri kabinet terdiri dari suatu ruangan dan produk yang akan dikeringkan diletakkan diatas nampan-nampan. Udara dihembuskan oleh kipas angin melalui pemanas yang menembus nampan yang berisi produk. Pengeri terowongan merupakan pengeri yang sangat umum digunakan

untuk mengeringkan buah dan sayuran, yang terdiri dari terowongan panjang dan didalamnya terdapat troli berisi rak-rak produk. Udara panas dihembuskan menerobos rak-rak produk. Tipe pengering terowongan, dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Tipe pengering terowongan

Sumber : Desrosier (1988); cvkaruniateknik.blogspot.com

Produk-produk yang berupa cairan, biasanya dikeringkan menggunakan metode :

1. *Spray drying*

Produk cair disemprotkan kedalam suatu ruangan yang bersuhu tinggi sehingga dengan segera produk akan melepaskan air karena luas permukaannya yang lebih tinggi

2. *Foam mate drying*

Produk cair ditambah komponen-komponen protein sehingga produk bisa membentuk busa ketika bersentuhan dengan panas. Busa ini akan mengakibatkan luas permukaan bahan menjadi lebih besar sehingga memudahkan pengeringan, misalnya pada pembuatan sari buah, memerlukan penambahan gelatin dan putih telur untuk membantu terbentuknya busa

Pengaruh pengeringan terhadap bahan adalah penurunan nilai gizi bahan pangan terutama vitamin C, tekstur bahan menjadi keras karena terlepasnya air yang mengakibatkan granula-granula saling berdekatan serta masih adanya kesempatan bagi mikroba untuk tumbuh karena pengeringan tidak membunuhnya tetapi mengurangi jumlah air.

4.7. Pemanasan Bahan Pangan

Dasar pemilihan metode pemanasan dalam pengolahan pangan adalah bahwa panas dapat mematikan mikroba perusak dan dapat menonaktifkan enzim. Dampak positif pemanasan adalah dapat meningkatkan daya simpan bahan pangan, sedangkan dampak negatifnya adalah mengakibatkan gizi turun. Pemanasan dilakukan untuk menurunkan kandungan zat anti gizi, inaktivasi enzim dan membunuh atau menurunkan jumlah mikroba. Beda tujuan akhir pengeringan dengan pemanasan adalah jika pengeringan hanya menurunkan kadar air dan tidak dapat membunuh mikroba, sedangkan pemanasan lebih utama untuk membunuh mikroba. Pemanasan dapat mempengaruhi daya simpan produk, namun harus diperhatikan tentang penggunaan suhu dan lama pemanasan karena akan mempengaruhi kualitas dan gizi produk akhir. Faktor-faktor yang mempengaruhi efektifitas panas yaitu :

1. Sistem pemanasan yang paling efektif adalah jika menggunakan udara panas yang basah.

2. pH medium yang rendah lebih efektif dalam membunuh mikroba, contohnya jenis *Clostridium* mati setelah 10 menit pada pH 2 sedangkan pada pH 6 yang akan mati pada 180 menit kemudian.
3. Komposisi pangan yang mengandung lemak dan protein akan melindungi mikroba sehingga diperlukan waktu pemanasan yang lebih lama.
4. Bentuk pangan yang padat kurang efektif daripada bentuk cair.
5. Umur sel mikroba yang lebih tua lebih tahan panas daripada yang masih muda karena mekanisme perlindungan tubuhnya lebih kuat.
6. Mikroba yang membentuk spora lebih tahan panas karena spora akan melindunginya terhadap panas sehingga diperlukan suhu yang lebih tinggi.

Metode pemanasan bahan pangan, dapat dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Pemanasan dengan suhu dibawah 100 °C

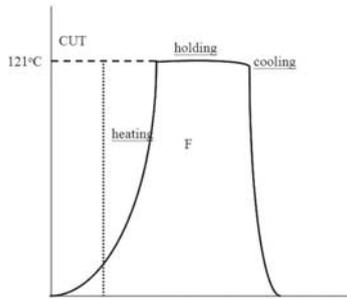
Metode ini digunakan untuk bahan cair misalnya susu dan sari buah. Penggunaannya hanya menyebabkan kematian sebagian mikroba pembusuk namun beberapa jenis mikroba patogen atau penyebab penyakit masih hidup. Pasteurisasi sering digunakan pada metode ini dan nilai gizi produk akhir masih baik

2. Pemanasan dengan suhu diatas 100 °C

Penggunaannya cocok untuk bahan pangan berbentuk padat dan cair dan nilai gizi produk akhir lebih banyak mengalami kerusakan. kebanyakan mikroba mati sehingga daya simpan bahan pangan akan lebih lama.

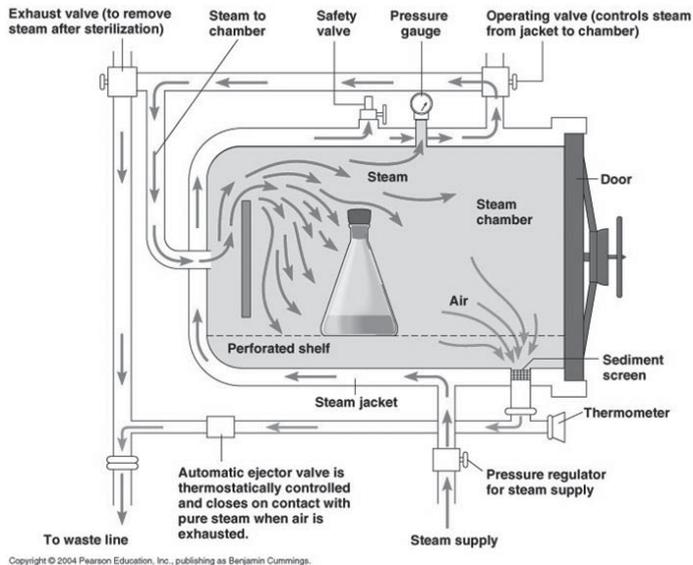
Prinsip dasar pasteurisasi adalah menghambat pertumbuhan mikroba dan bentuk yang mampu dibunuh adalah sel vegetatif yang tidak berspora, yang akan mati pada suhu 80-100 °C. Pasteurisasi digunakan untuk produk cair karena panas akan bergerak dari suhu yang lebih rendah menuju ke suhu yang lebih tinggi, yang dikenal sebagai *heat transfer* dan proses perambatannya lebih mudah pada produk yang berupa cairan. Makin cepat perambatan panas maka makin cepat pemanasan. Dengan adanya perambatan panas, produk cair ini akan ikut bergerak sehingga proses perambatan panasnya lebih cepat.

Sterilisasi bertujuan untuk membunuh mikroba. Sterilisasi biasanya dikaitkan dengan pengolahan bahan pangan dengan pengalengan. Yang menjadi patokan dalam keberhasilan proses pemanasan adalah matinya bakteri yang membentuk spora seperti *Bacillus stearothermophilus*. Sedangkan patokan untuk kesehatan dan keamanan pangan adalah jenis *Clostridium botulinum*. Jenis ini hanya tumbuh pada bahan pangan yang mempunyai pH diatas 4,5 sehingga pH 4,5 dianggap sebagai patokan dan makanan diatas pH tersebut harus tersterilisasi sempurna atau makanan dapat ditambah dengan asam organik sehingga pH menjadi rendah. Sterilisasi yang dibutuhkan pada kondisi ini adalah 121 °C dengan waktu 20-30 menit. Bakteri ini dapat mati jika suhu pemanasan mencapai lebih dari 100-121 °C. Sterilisasi memerlukan autoklaf untuk menghasilkan suhu yang tinggi dan tekanan 15 psi. Prinsip autoklaf adalah tangki pemanas yang dapat diatur tekanannya dengan manometer dan ada klep pengaman. Uap basah yang dihasilkannya dapat meningkatkan suhu dan uap keringnya harus dikeluarkan dari *retort*. Dalam sterilisasi dikenal adanya *come up time* yaitu waktu yang diperlukan produk pada titik dingin (*coldest point*) yang mempunyai suhu yang dikehendaki dan perhitungannya menggunakan *thermocouple*. Penentuan titik ini tergantung dari panjang dan volume kaleng. Grafik pemanasan dengan sterilisasi, dapat dilihat pada Gambar 25 dan proses sterilisasi dengan autoklaf, dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 25. Grafik pemanasan dengan sterilisasi

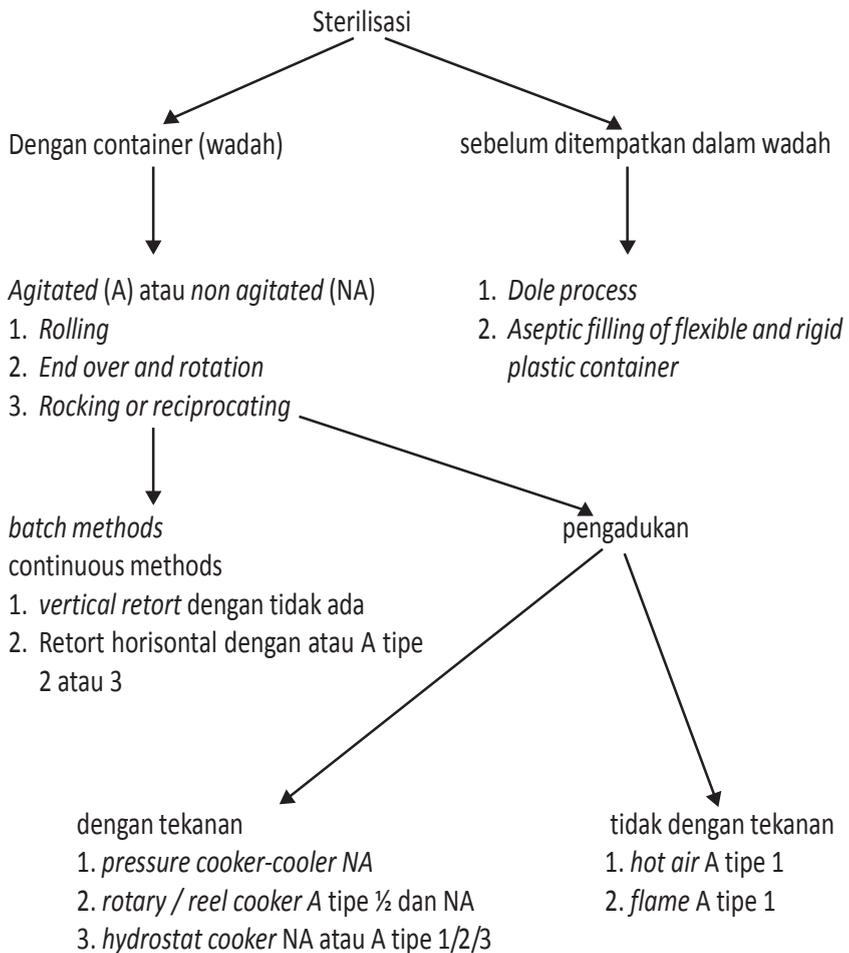
Thermal Death Time (TDT) adalah waktu yang dibutuhkan untuk membunuh sel atau spora mikroba pada suhu tertentu. Nilai *D* (*Thermal reduction time*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 90 % sel mikroba atau untuk menurunkan jumlah satu siklus log mikroba. Nilai *F* adalah waktu pemanasan pada suhu tertentu untuk mencapai tingkat sterilisasi yang diinginkan. Nilai *Z* adalah perbedaan suhu yang dibutuhkan untuk menurunkan satu siklus log nilai *D*. Skema metode sterilisasi, dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 26. Proses sterilisasi dengan autoklaf

Sumber : generasighurabaq.blogspot.com

Faktor penyebab kerusakan makanan kaleng adalah adanya sterilisasi yang tidak sempurna, pencemaran sekunder setelah sterilisasi, pendinginan yang tidak cukup, penyimpanan pada suhu yang tinggi, pengkaratan kaleng, reaksi kimia makanan kaleng serta *exhausting* yang kurang dan pengisian bahan yang berlebihan.



Gambar 27. Skema metode sterilisasi

4.8. Pengasapan (*Smoking*) Bahan Pangan

Prinsip pengasapan adalah penggunaan asap dari pembakaran kayu untuk mengolah bahan pangan. Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan proses pengasapan adalah :

1. Mutu dan volume asap, dipengaruhi oleh jenis kayu yang keras, tidak mudah terbakar dan dapat menghasilkan asap dalam jumlah besar dalam waktu yang lama sehingga asap dapat menempel pada daging dan mencegah pertumbuhan mikroba.
2. Suhu dan kelembaban ruang pengasapan dipengaruhi oleh ruangan yang memiliki suhu dan kelembaban udara yang rendah.
3. Sirkulasi udara dalam ruang pengasapan harus baik agar aliran asap berjalan lancar dan kontinyu.

Jenis kayu bakar yang digunakan akan mempengaruhi rasa dan warna khas bahan yang diasapkan. Komposisi kimia asap akan meningkatkan daya awet bahan, misalnya jika hanya disimpan pada suhu kamar dapat tahan sekitar 7 hari. Komposisi kimia asap adalah air, aldehid, asam asetat, keton, alkohol, asam formiat, fenol dan CO₂. Pengasapan tradisional menggunakan asap pembakaran secara langsung, metode ini mempunyai kelemahan yaitu :

1. Kualitas bahan kurang konsisten
2. Terdapatnya senyawa *ter* pada bahan makanan yang dapat membahayakan kesehatan
3. Pencemaran lingkungan

Sistem pengasapan dibagi menjadi dua yaitu pengasapan panas (*hot smoking*) dan dingin (*cold smoking*). Kedua pengasapan ini menggunakan tungku pembakaran yang menghasilkan asap. Letak sumber pemanas pengasapan panas berdekatan dengan bahan yang akan diasap dan hasil pengasapannya seolah-olah

telah mengalami proses pemanggangan sehingga bahan menjadi matang, proses lebih cepat tetapi bahan menjadi kering. Sedangkan letak sumber pemanas pengasapan dingin diletakkan jauh dari bahan melalui cerobong atau pipa sehingga waktunya menjadi semakin lama untuk mematangkan bahan. Produk hasil pengasapan panas bersifat lebih tahan simpan, karena pertumbuhan serta aktivitas enzim terhambat atau terhenti, mengurangi jumlah bakteri pembusuk dalam bahan, air dalam bahan menguap serta protein dalam bahan lebih padat dan menyatu. Suhu yang digunakan dalam pengasapan panas adalah 65-80 °C. Yang perlu diperhatikan dalam metode pengasapan ini yaitu :

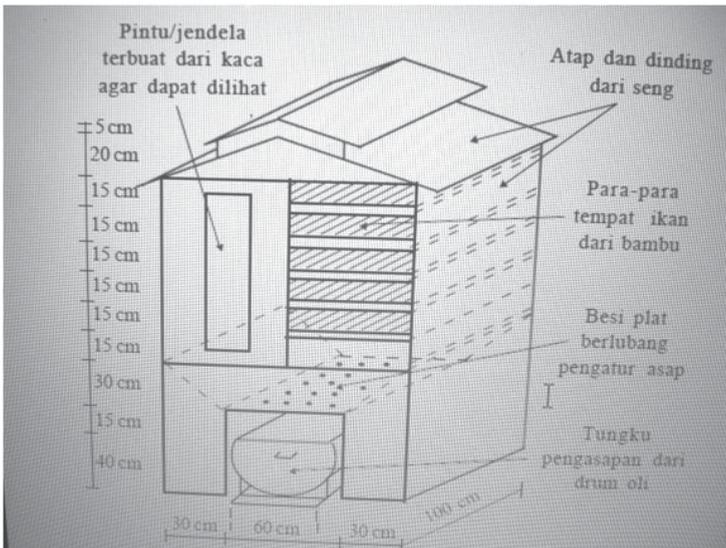
1. Kondisi kesegaran bahan sebelum diasap.
2. Waktu pengasapan apakah sudah mencukupi untuk menghasilkan bahan yang matang dengan baik.
3. Perlunya usaha untuk pemeratakan asap diseluruh ruangan.
4. Perlunya pengaturan suhu dalam ruangan sehingga produk tidak terlalu keras dan tidak hangus.

Sistem pengasapan dingin menggunakan suhu 30-40 °C. Penyelenggaraan waktu pengasapan dingin adalah lebih lama daripada pengasapan panas, bahkan sampai dua minggu. Ruang pengasapannya terletak lebih jauh dengan bahan yang diasap. Pengaturan pengasapan dilakukan dengan pemberian kipas angin. Untuk melengkapi ruang pengasapan , dapat diberikan generator asap yang berfungsi untuk menyerap asap dalam tungku pengasapan dan menyemburkan ke dalam ruang pengasapan. Pengasapan sederhana dan alat pengasapan ikan, dapat dilihat pada Gambar 28 dan 29.



Gambar 28. Sistem pengasapan sederhana

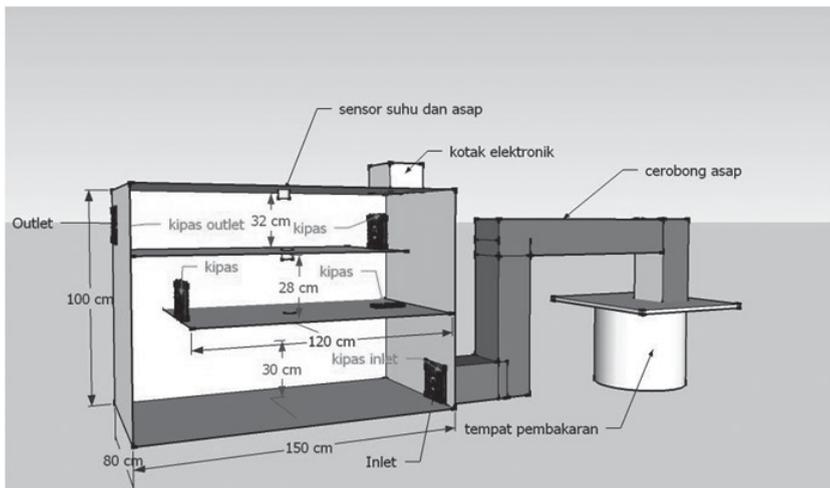
Sumber : *bisnisukm.com*



Gambar 29. Alat pengasapan ikan

Sumber : *Maripul (2004)*

Sistem pengasapan modern, menggunakan metode yang dapat dikontrol (*controlled smoking*). Perlengkapan yang harus ada adalah alat pengatur suhu (*thermostat*), alat pengatur udara, alat pemerataan asap, alat pengatur kecepatan asap dan generator asap. Keuntungan metode ini adalah waktu, tenaga dan biaya produksi lebih hemat, asap dapat tersaring sehingga senyawa *ter* dapat dikurangi, jumlah asap yang terbentuk merata keseluruhan permukaan bahan, hasil produksi dan mutu bahan dapat terkontrol.

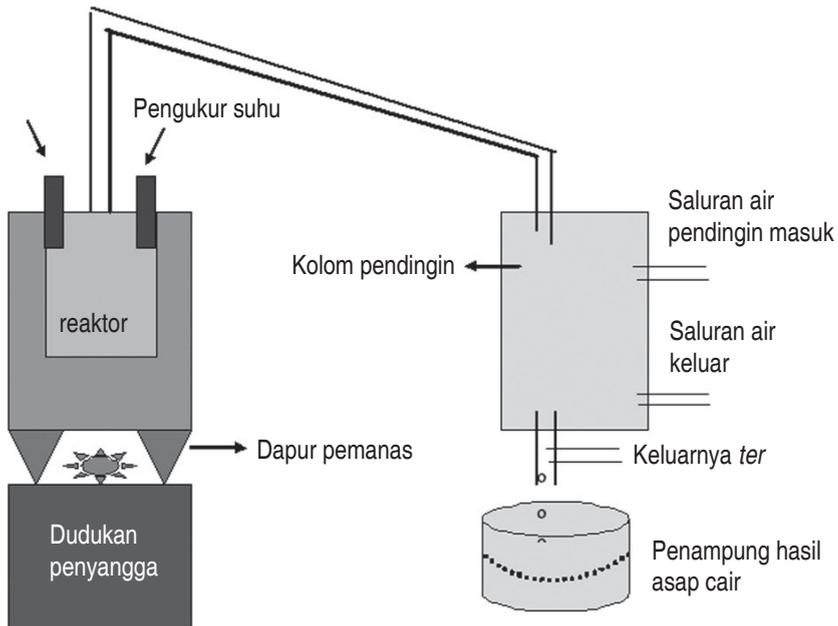


Gambar 30. Sistem pengasapan modern (alat pengasapan ikan tiga dimensi)

Sumber : Fansuri (2011)

Kelemahan metode pengasapan sederhana, dapat diatasi dengan penggunaan asap cair yang merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap hasil pembakaran. Adanya senyawa fenol, karboksil dan asam dapat berfungsi sebagai anti oksidan, anti mikroba dan memberi cita rasa spesifik. Kandungan senyawa fenol, karbonil dan pH asap cair dari beberapa jenis bahan serta

aktivitas anti bakteri komponen asap cair, dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Alat produksi asap cair, dapat dilihat pada Gambar 31.



Gambar 31. Alat produksi asap cair

Tabel 6. Kandungan kimia asap cair

No.	Jenis Bahan	Fenol (%)	Karbonil (%)	pH	Keasaman (asam asetat)
1	Kelobot	3.05	17.41	3.0	9.6
2	Sabut sawit	3.06	10.20	3.1	9.3
3	Kulit kakao	2.30	11.32	2.9	9.8
4	Kulit kopi	2.11	12.62	3.1	9.4
5	Tempurung kelapa	3.13	9.30	3.2	9.2

Tabel 7. Aktivitas anti bakteri komponen asap cair

No.	Jenis bakteri	Aktivitas anti bakteri	
		Asam asetat (9,6%)	Fenol (2,2%)
1	<i>Bacillus subtilis</i>	2.9	1.8
2	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3.0	1.6
3	<i>Staphylococcus aureus</i>	3.3	1.1
4	<i>E. coli</i>	3.2	1.5

4.9. Selai, Jeli dan *Marmalade*

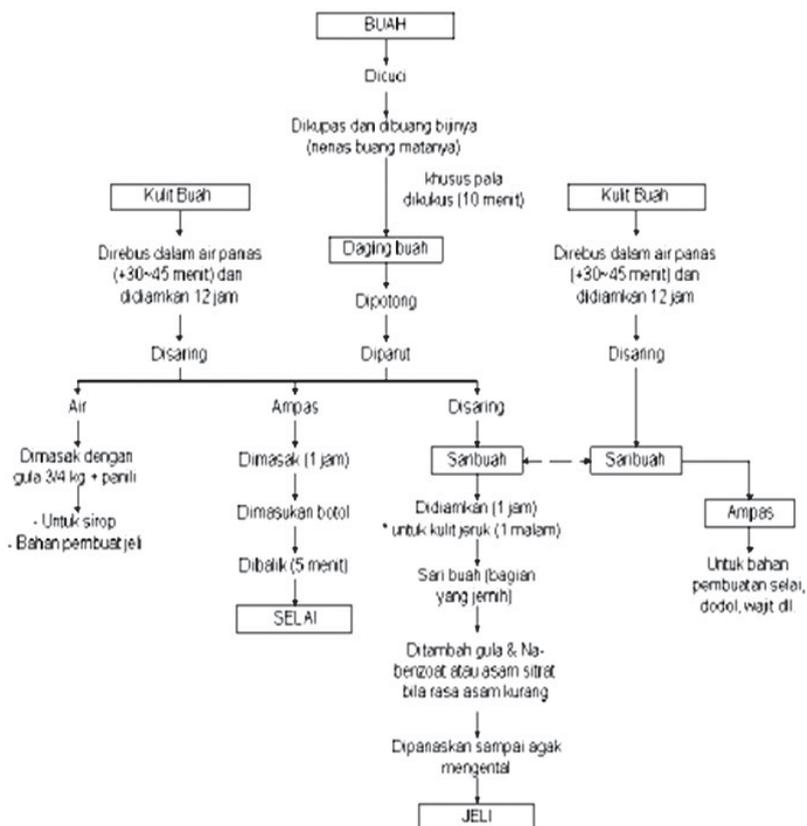
Selai adalah produk makanan yang kental atau setengah padat, yang terbuat dari campuran 45 bagian buah (cacahan buah) dan 55 bagian gula. Sedangkan jeli adalah produk yang hampir sama dengan selai, hanya berbeda pada campuran bahannya yaitu 45 bagian sari buah dan 55 bagian gula. Secara umum, *jelly* mempunyai empat atau lima komponen utama, yaitu bahan pembentuk jel (hidrokoloid), air, pengasam (bisa berupa asam sitrat atau sari buah), gula (pemanis), perasa (komponen flavor atau buah), serta pewarna.

Komponen terpenting untuk membuat gel berasal dari berbagai sumber seperti gelatin, serta bisa diperoleh dalam bentuk bubuk ataupun dalam bentuk gel yang dapat langsung dikonsumsi. Jika dilarutkan dalam air, bahan pembentuk jel mengubah cairan menjadi semi padat dan dapat dicetak dalam aneka bentuk. Tiga bahan pokok pada proses pembuatan jeli dan selai adalah pektin, asam dan gula dengan perbandingan tertentu untuk menghasilkan produk yang baik. Selai atau jeli buah yang baik, harus berwarna cerah, jernih dan kenyal seperti agar-agar tetapi tidak terlalu keras serta mempunyai rasa buah asli. Tekstur gel yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pembentuk gel serta penambahan gula, asam dan komponen lainnya. Dengan pengaturan formulasi yang sesuai, karakter gel dari berbagai *jelly* bisa beragam. Misalnya, jika menggunakan

bubuk gelatin, kekerasan gel dipengaruhi oleh banyaknya jumlah air dan jumlah bubuk gelatin. Semakin banyak bubuk gelatin, semakin keras gel. Untuk mendapatkan cita rasa yang diinginkan, bisa menambahkan berbagai bahan, misalnya cita rasa buah didapat dari buah segar dan ini lebih baik buat kesehatan atau rasa lainnya seperti asam dari asam sitrat. Kalau ingin mengeraskan *jelly* sehingga mirip permen, tambahkan pengawet, terutama *sodium propionat*, sesuai dengan kondisi asam yang ada (sekitar pH 5–6). Agar tidak lengket, permukaan *jelly* pada permen ditambahkan bahan pelapis, berupa campuran tepung tapioka dengan tepung gula. Umumnya, permen dari gelatin dilapisi dengan tepung pati kering untuk membentuk lapisan luar yang tahan lama, dan menghasilkan bentuk gel yang baik.

Komponen jeli di pasaran, biasanya hanya mengandung bahan tambahan makanan dan bukan dari buah asli, misalnya *Maltitol, Pectin, Malic Acid, Artificial Flavors, Potassium Sorbate (A Preservative), Artificial Colors including Yellow #5, & #6, Red #40 and Blue #1*. Pemilihan bahan yang digunakan dalam pembuatan selai, jeli dan marmalade perlu mempertimbangkan segi kesehatan keamanan konsumen. Sifat dasar dari makanan ini memang rendah lemak dan tinggi serat. Karena itu, *jelly* disarankan untuk dikonsumsi oleh anak yang berumur 3 tahun atau lebih, sebagai salah satu variasi jenis makanan yang perlu diperkenalkan. Kini, di pasaran tersedia berbagai jenis dan merk *jelly*. Tetapi, terlepas dari sifat dasar di atas, kandungan gizi *jelly* tergantung betul dari bahan pembuatnya. Kalau menggunakan bahan yang tidak tepat, bisa-bisa makanan ini tidak lagi bermanfaat dan malahan berpotensi menggemukkan. Jadinya, bahan pembuat yang bermanfaat adalah bahan asalnya juga mengandung banyak serat dan nilai gizi lainnya. Misalnya, sari buah, yogurt, susu, probiotik (bakteri yang akan menghadang kuman penyakit dalam saluran cerna dan menimbulkan gangguan), dan prebiotik (makanan yang tepat bagi bakteri probiotik agar jumlahnya meningkat dalam saluran cerna). Bahan lain yang berguna adalah agar-agar atau alginat karena sarat

yodium. Diagram alir pembuatan selai atau jeli buah, dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Diagram alir pembuatan selai atau jeli buah

Sumber : Margono, Suryati dan Hartinah (2002)

Jam atau biasa disebut dengan selai adalah produk awetan yang terbuat dari daging buah (45%) yang dihaluskan, gula pasir (35%), dan $\frac{1}{4}$ sendok teh asam sitrat. Semua bahan dicampur dan direbus hingga teksturnya mengental. Hampir semua buah bisa dijadikan selai. Hanya saja perlu diperhatikan kandungan gula dan pektinnya. Semakin manis buah berarti penambahan gula bisa dikurangi sesuai dengan tingkat kemanisan buah. Untuk buah yang

pektin tinggi seperti jeruk, stroberi dan anggur, tidak diperlukan penambahan bahan pengental seperti gelatin. Sedangkan untuk buah yang pektinnya rendah namun airnya tinggi (melon, ceri, semangka dan lainnya), perlu ditambah bahan pengental agar tekstur selai yang dihasilkan lebih baik. Aroma pada buah sangat mudah menguap selama proses perebusan. Agar aroma buah lebih nyata, tambahkan beberapa tetes esens buah-buahan sesaat sebelum selai diangkat dari perapian. Jangan lupa menambahkan asam sorbat untuk menghambat pertumbuhan khamir, kapang dan bakteri agar selai yang dihasilkan lebih tahan lama. Dalam membuat jam, penggunaan air biasanya lebih banyak (1:3) karena perlu waktu untuk memperoleh tekstur kulit buah yang empuk. Contoh selai yang terbuat dari buah, dapat dilihat pada Gambar 33.



Gambar 33. Selai buah

Sumber : indonetwork.co.id; kitabmasakan.com

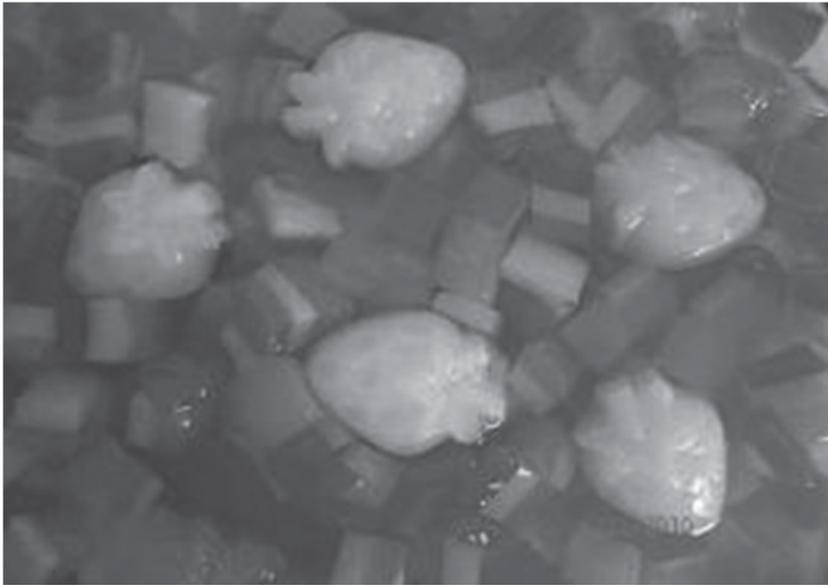
Komposisi bahan dan proses pembuatan *marmalade* hampir sama dengan jam. Hanya pemilihan buah biasanya menggunakan keluarga citrus seperti jeruk lemon, jeruk nipis dan jeruk mandarin. Satu hal lagi yang membedakan adalah *marmalade* selalu menambahkan potongan buah, kulit buah (biasanya jeruk) di dalamnya. Tekstur *marmalade* juga tidak sepekat jam karena buah yang digunakan (jeruk) tidak mengandung banyak ampas atau pati.



Gambar 34. *Marmalade*

Sumber : cooking-varieties.blogspot.com

Berbeda dengan jam dan *marmalade* yang terbuat dari daging buah yang dihaluskan, jeli terbuat dari sarinya buah-buahan. Bentuknya pun berbeda, jeli lebih padat, bening dan transparan. Hal yang perlu diperhatikan jika membuat jeli adalah kandungan pektin dalam buah. Semakin tinggi kandungan pektin, jeli yang dihasilkan akan semakin baik. Proses pembuatan jeli berbeda dengan jam. Prosesnya, buah dihaluskan, kemudian dicampur air dengan perbandingan 1:2. tambahkan gula (1% dari berat sari buah) dan $\frac{1}{4}$ sendok teh asam sitrat. Proses pencampuran diikuti dengan perebusan selama 30 menit kemudian disaring dengan kain kasa. Panaskan kembali sari buah hingga tekstur jeli terbentuk. Selagi panas, masukkan dalam botol yang sudah disterilisasi, tutup rapat dan dinginkan.



Gambar 35. Jelly

Sumber : surabaya.olx.co.id

Selain dari buah, jeli juga dapat dibuat dari sari daun tanaman *Cincau*. Cincau adalah bahan pembentuk jel hasil ekstraksi dari daun tanaman *cincau* atau *camcau*. Ada beberapa macam tanaman cincau yaitu cincau merambat (*Mesona palustris* atau Janggolan) yang menghasilkan cincau hitam, cincau perdu (*Melastoma polyanthum sp.*) yang menghasilkan cincau hijau agak kecoklatan (kurang diminati karena aroma khasnya), dan *Cyclea barbata* yang menghasilkan cincau hijau. Kandungan gizi, terbatas pada karbohidrat saja. Cincau mempunyai beberapa komponen non gizi, yaitu serat dan klorofil, yang memberikan manfaat bagi kesehatan. Aneka bahan pembentuk gel, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 8. Aneka bahan pembentuk gel

Bahan Pembentuk Gel	Keterangan
Gelatin	<ul style="list-style-type: none"> • Dari ekstraksi tulang dan \angle atau kulit berbagai binatang. • Mampu membentuk gel cukup kuat dan bersifat transparan. • Sangat populer di industri pangan dunia. Namun, bagi vegetarian atau masyarakat muslim, status kehalalannya masih dipertanyakan. • Proses pembuatannya sederhana: tambahkan air panas (mendidih) pada bubuk gelatin, lalu aduk hingga rata. Masukkan larutan kental gelatin ke dalam cetakan, kemudian dinginkan dalam lemari es. Setelah dingin, larutan berubah menjadi gel (semi padat) yang bisa langsung diambil dari cetakan.
Agar-agar	<ul style="list-style-type: none"> • Dari proses esktraksi ganggang/rumput laut merah (<i>Rhodophyceae</i>). • Kaya yodium (160 mg per 100 gram agar-agar), kalsium dan fosfor yang penting untuk tumbuh kembang anak. Misalnya, pertumbuhan tulang. • Di pasaran, paling banyak dalam bentuk tepung, walaupun ada pula dalam bentuk serpihan. • Secara alami, mampu memproduksi jel yang kuat, kenyal, jernih, serta bersifat “setting”, yaitu memadat (membentuk jel) yang lebih kuat. Hanya memerlukan suhu ruang biasa untuk membentuk jel. Dengan alasan kesehatan dan keamanan pangan, disarankan proses pembentukan jel dalam lemari es. • Umum digunakan di Indonesia.

Konyaku	<ul style="list-style-type: none"> • Berasal dari ekstraksi umbi tanaman iles-iles (<i>Amorphophallus</i>). • Mampu membentuk jel yang sangat kenyal. • Sangat populer di Jepang dan negara-negara Asia lain. Di Indonesia sudah mulai populer.
Karagenan	<ul style="list-style-type: none"> • Dari proses ekstraksi rumput laut merah (<i>Rhodophyceae</i>) • Kaya yodium dan vitamin A (antara lain bermanfaat membantu proses metabolisme yang berkaitan dengan penglihatan dan sistim saraf). • Gel lebih lembut dan empuk daripada gel agar-agar. • Banyak dipakai di Indonesia.
Alginat	<ul style="list-style-type: none"> • Diperoleh dari rumput laut cokelat (<i>Phaeophyceae</i>) • Dipakai pula di Indonesia.

Sumber : Anonimus (2006)

4.10. Pengolahan Minyak Hasil Pertanian

Minyak goreng yang ada dipasaran, terbuat dari bahan dasar seperti dari minyak kelapa, minyak sawit, minyak kedelai, minyak jagung, dan minyak biji bunga matahari. Bahkan ada juga yang merupakan campuran dua macam minyak.

Selain itu terdapat pula minyak goreng sawit yang berbeda proses pembuatannya. Produk pertama dikenal sebagai produk *single fractionation* (fraksinasi tunggal) sedangkan produk kedua adalah produk *double fractionation* (fraksinasi ganda). Minyak kelapa, dahulu, merupakan satu-satunya minyak goreng yang digunakan di Indonesia tapi kini pasarannya terdesak oleh minyak sawit. Beberapa jenis minyak goreng atau minyak bahan pangan yang dihasilkan dari hasil pertanian, dapat dilihat pada Gambar 36.



Gambar 36. Minyak olahan hasil pertanian

Sumber : Handoko (2006)

Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit adalah melalui proses pemanasan dan pengepresan. Dari buah sawit akan diperoleh minyak sawit mentah (*crude palm oil*) berwarna jingga kemerahan karena mengandung beta-karoten (sekitar 400-700 ppm). Minyak mentah ini terdiri atas dua fraksi yaitu fraksi padat (*stearin*) dan fraksi cair (*olein*). Untuk menjadi minyak goreng, minyak sawit mentah ini mengalami proses rafinasi (*refining*) pertama, yaitu penetralan, pencucian, penghilangan warna (*bleaching*), dan penghilangan bau (*deodorization*) sehingga diperoleh *refined bleached deodorized palm oil* (RBDPO) yang terdiri atas dua fraksi yaitu fraksi padat dan fraksi cair.

Proses rafinasi kedua adalah proses fraksinasi yang sering juga disebut sebagai proses penyaringan. Proses fraksinasi ini bertujuan untuk memisahkan fraksi padat dari fraksi cair. Caranya dilakukan dengan menurunkan suhu minyak menjadi 20 °C, kemudian disaring sehingga fraksi padat bisa dipisahkan dari fraksi cair. Fraksi padat yang terkandung dalam fraksi cair itu dikenal sebagai *solid fat content* (SFC). Minyak goreng sawit yang diperoleh dari proses fraksinasi tunggal pada suhu 10 °C, mengandung sekitar 15-20 % SFC, sedangkan yang didapat dari proses fraksinasi ganda hanya mengandung sekitar 0-5% SFC.

Minyak goreng sawit fraksinasi ganda selalu akan berbentuk cair pada suhu rendah karena kandungan SFC-nya juga rendah. Sedangkan minyak goreng sawit fraksinasi tunggal akan membeku apabila direndam dalam air es karena kandungan SFC-nya lebih tinggi. Sehingga kandungan asam lemak tak jenuh minyak goreng sawit fraksinasi ganda lebih tinggi ketimbang produk fraksinasi tunggal. Untuk mencegah adanya ketengikan akibat terjadinya oksidasi pada rantai lemak tidak jenuh ini, maka produk minyak goreng ditambahkan antioksidan baik yang alami maupun yang sintetis.

Oksidasi lipida (minyak dan lemak) merupakan penyebab terbesar kerusakan mutu makanan. Terjadinya oksidasi lipida dapat mengawali perubahan-perubahan lain dalam makanan yang berdampak pada mutu nutrisi, keamanan, warna, flavor dan tekstur makanan. Salah satu cara efektif untuk mencegah kerusakan oksidatif tersebut adalah penggunaan antioksidan. Antioksidan bisa dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

1. Antioksidan primer

Antioksidan primer ini bekerja untuk mencegah pembentuk senyawa radikal bebas baru, yang mengubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang berkurang dampak negatifnya, sebelum radikal bebas ini sempat bereaksi. Contoh antioksidan ini adalah enzim SOD yang berfungsi sebagai pelindung hancurnya sel-sel dalam tubuh serta mencegah proses peradangan karena radikal bebas. Enzim SOD sebenarnya sudah ada dalam tubuh kita. Namun bekerjanya membutuhkan bantuan zat-zat gizi mineral seperti mangan, seng, dan tembaga. Selenium (Se) juga berperan sebagai antioksidan. Jadi, jika ingin menghambat gejala dan penyakit degeneratif, mineral-mineral tersebut hendaknya tersedia cukup dalam makanan yang dikonsumsi setiap hari.

2. Antioksidan sekunder

Antioksidan ini berfungsi menangkap senyawa serta mencegah terjadinya reaksi berantai. Contoh antioksidan

sekunder: vitamin E, vitamin C, beta karoten, asam urat, bilirubin, dan albumin.

3. Antioksidan tersier

Antioksidan jenis ini memperbaiki kerusakan sel-sel dan jaringan yang disebabkan radikal bebas. Contoh enzim yang memperbaiki DNA pada inti sel adalah metionin sulfoksidan reduktase. Adanya enzim-enzim perbaikan DNA ini berguna untuk mencegah penyakit kanker, misalnya hasil berbagai penelitian dengan menggunakan hewan percobaan telah mendukung teori bahwa mengkonsumsi antioksidan yang memadai dapat mengurangi terjadinya berbagai penyakit seperti kanker, kardiovaskuler, katarak serta penyakit degeneratif lain.

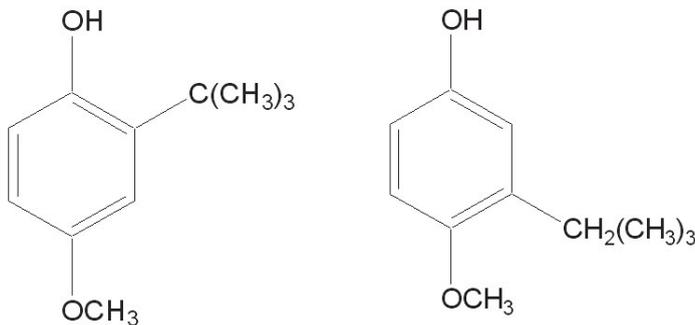
Antioksidan merupakan senyawa utama yang dapat menghambat terjadinya kerusakan oksidatif lipida, namun tidak dapat memperbaiki produk makanan yang telah teroksidasi. Ada beberapa macam antioksidan yang diijinkan untuk makanan, baik dari jenis antioksidan sintetis (*Butil Hidroksi Anisol/BHA*, *Butil Hidroksi Toluena/BHT*) maupun antioksidan alami (ekstrak daun *Rosemary*). Antioksidan sintetis yang diproduksi secara reaksi kimia dianggap kurang aman, maka konsumen cenderung mencari antioksidan alami yang dipandang lebih aman karena diperoleh dari ekstrak bahan alami. Ada banyak bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, misalnya rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-bijian sereal, sayur-sayuran, enzim dan protein. Kebanyakan sumber antioksidan alami adalah tumbuhan dan umumnya merupakan senyawa fenolik yang tersebar di seluruh bagian tumbuhan, baik di kayu, biji, buah, daun, akar, bunga maupun serbuk sari.

4.11. Pengolahan menggunakan Bahan Tambahan Makanan (*Food Additive*)

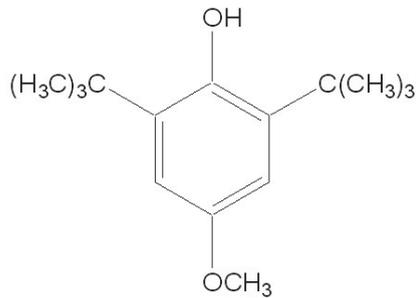
Salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan manusia adalah gizi yang diperoleh dari makanan. Jenis dan cara

pengolahan bahan pangan sangat menentukan kadar gizi hasil olahan makanan tersebut. Usaha pengolahan makanan tidak terlepas dari usaha untuk memperpanjang daya simpan makanan tersebut, terutama produk hasil pertanian yang bersifat *perishable* atau sangat mudah rusak. Salah satu cara untuk lebih meningkatkan daya simpan produk sekaligus untuk meningkatkan kualitasnya adalah dengan menggunakan bahan tambahan makanan. Bahan tambahan yang digunakan dalam makanan harus aman dikonsumsi dan tidak merugikan kesehatan konsumen. Bahan tambahan makanan adalah bahan/ campuran yang secara alamiah tidak terdapat dalam makanan, tetapi ditambahkan secara sengaja kedalamnya. Tujuannya adalah untuk :

1. Meningkatkan warna, rasa, stabilisasi
2. Meningkatkan tekstur, menahan kelembaban
3. Pengental, pengikat, cegah pelengketan
4. Pengkayaan vitamin dan mineral
5. Penghambat tumbuhnya mikroba
6. Sebagai antioksidan, yang merupakan bahan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi pada minyak dan lemak yang mengakibatkan ketengikan pada bahan pangan. Proses tengik karena pembentukan radikal bebas. Antioksidan yang sering digunakan adalah BHA (*butiled hidroksianisol*) dan BHT (*butiled hidroksitoluen*). Struktur kimia BHA dan BHT, dapat dilihat pada Gambar 37 dan 38.



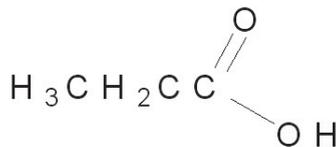
Gambar 37. Struktur kimia BHA



Gambar 38. Struktur kimia BHT

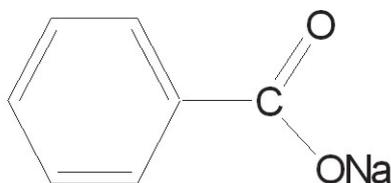
Bahan tambahan pangan yang berfungsi sebagai anti mikroba yang berasal dari bahan-bahan kimia, antara lain adalah gula pasir, garam dapur, nitrat, nitrit, natrium benzoat, asam propionat, asam sitrat, garam sulfat, dan lain-lain. Apabila jumlah pemakaiannya tepat, pengawetan dengan bahan-bahan kimia dalam makanan sangat praktis karena dapat menghambat berkembangbiaknya mikroorganisme seperti jamur atau kapang, bakteri, dan ragi. Bahan tambahan pangan ini, misalnya :

1. Asam propionat (*natrium propionat* atau *kalsium propionat*), yang ditambahkan dengan tujuan untuk mencegah tumbuhnya jamur atau kapang. Untuk bahan tepung terigu, dosis maksimum yang digunakan adalah 0,32 % atau 3,2 gram/kg bahan; sedangkan untuk bahan dari keju, dosis maksimum sebesar 0,3 % atau 3 gram/kg bahan. Rumus kimia asam propionat, dapat dilihat pada Gambar 39.

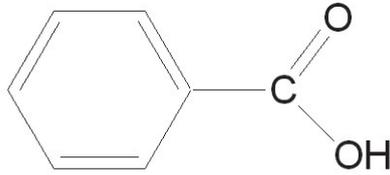


Gambar 39. Rumus kimia asam propionat

2. Asam Sitrat (*citric acid*), merupakan senyawa dari asam organik yang berbentuk kristal atau serbuk putih. Asam sitrat ini mudah larut dalam air, spiritus, dan etanol, tidak berbau, rasanya sangat asam, serta jika dipanaskan akan meleleh kemudian terurai yang selanjutnya terbakar sampai menjadi arang. Asam sitrat juga terdapat dalam sari buah-buahan seperti nenas, jeruk, lemon, markisa. Asam ini dipakai untuk meningkatkan rasa asam (mengatur tingkat keasaman) pada berbagai pengolahan minum, produk air susu, selai, jeli, dan lain-lain. Asam sitrat berfungsi sebagai pengawet pada keju dan sirup, digunakan untuk mencegah proses kristalisasi dalam madu, gula-gula (termasuk *fondant*), dan juga untuk mencegah pemucatan berbagai makanan, misalnya buah-buahan kaleng dan ikan. Larutan asam sitrat yang encer dapat digunakan untuk mencegah pembentukan bintik-bintik hitam pada udang. Penggunaan maksimum dalam minuman adalah sebesar 3 gram/liter sari buah.
3. Benzoat (*acidum benzoicum* atau *flores benzoës* atau *benzoic acid*), yang biasa diperdagangkan adalah garam natrium benzoat, dengan ciri-ciri berbentuk serbuk atau kristal putih, halus, sedikit berbau, berasa payau, dan pada pemanasan yang tinggi akan meleleh lalu terbakar. Struktur kimia asam benzoat dan sodium benzoat, dapat dilihat pada Gambar 40 dan 41.



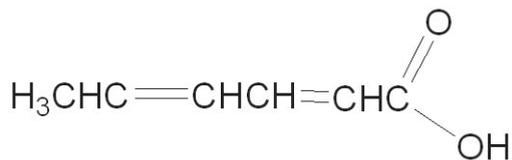
Gambar 40. Struktur kimia asam benzoat



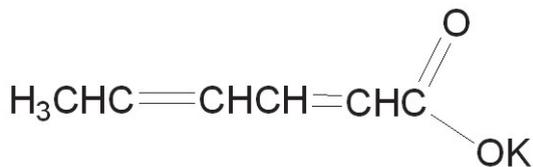
Gambar 41. Struktur kimia sodium benzoat

4. Bleng, merupakan larutan garam fosfat, berbentuk kristal, dan berwarna kekuning-kuningan. Bleng banyak mengandung unsur boron dan beberapa mineral lainnya. Penambahan bleng selain sebagai pengawet pada pengolahan bahan pangan terutama kerupuk, juga untuk mengembangkan dan mengenyalkan bahan, serta memberi aroma dan rasa yang khas. Penggunaannya sebagai pengawet maksimal sebanyak 20 gram per 25 kg bahan. Bleng dapat dicampur langsung dalam adonan setelah dilarutkan dalam air atau diendapkan terlebih dahulu kemudian cairannya dicampurkan dalam adonan
5. Garam dapur (*natrium klorida*), garam dapur dalam keadaan murni tidak berwarna, tetapi kadang-kadang berwarna kuning kecoklatan yang berasal dari kotoran-kotoran yang ada didalamnya. Air laut mengandung lebih dari 3 % garam dapur. Garam dapur sebagai penghambat pertumbuhan mikroba, sering digunakan untuk mengawetkan ikan dan juga bahan-bahan lain. Penggunaannya sebagai pengawet minimal sebanyak 20 % atau 2 ons/kg bahan
6. Garam sulfat, digunakan dalam makanan untuk mencegah timbulnya ragi, bakteri dan warna kecoklatan pada waktu pemasakan
7. Gula pasir, digunakan sebagai pengawet dan lebih efektif bila dipakai dengan tujuan menghambat pertumbuhan bakteri. Sebagai bahan pengawet, penggunaan gula pasir minimal 3% atau 30 gram/kg bahan

8. Kaporit (*Calcium hypochlorit* atau *hypochloris calsiucus* atau *chlor chalk* atau kapur klor), merupakan campuran dari *calcium hypochlorit*, *-chlorida* dan *-oksida*, berupa serbuk putih yang sering menggumpal hingga membentuk butiran. Biasanya mengandung 25-70 % chlor aktif dan baunya sangat khas. Kaporit yang mengandung klor ini digunakan untuk mensterilkan air minum dan kolam renang, serta mencuci ikan
9. Natrium Metabisulfit, yang diperdagangkan berbentuk kristal. Pemakaiannya dalam pengolahan bahan pangan bertujuan untuk mencegah proses pencoklatan pada buah sebelum diolah, menghilangkan bau dan rasa getir terutama pada ubi kayu serta untuk mempertahankan warna agar tetap menarik
10. Asam sorbat yang ditambahkan kedalam makanan, berfungsi untuk mencegah pertumbuhan kapang dan bakteri. Struktur kimia asam sorbat dan potasium sorbat, dapat dilihat pada Gambar 42 dan 43.



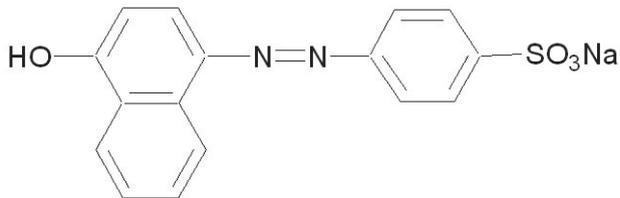
Gambar 42. Struktur kimia asam sorbat



Gambar 43. Struktur kimia potasium sorbat

Warna adalah salah satu penentu mutu yaitu indikator kesegaran, alat bantu proses pengolahan, penyimpanan bahan pangan. Tiga golongan pewarna yang digunakan dalam pengolahan bahan pangan adalah :

1. Pewarna alamiah yaitu pigmen dari bahan nabati, hewani atau jenis mineral, misalnya antosianin, oranye, merah, biru. Bersifat stabil pada pH asam dan larut dalam air. b-caroten berwarna kuning, merah, oranye, bersifat peka oksidasi, tidak larut dalam air dan sedikit larut dalam lemak. Kurkumin yang berwarna kuning dari kunyit
2. Pewarna yang identik dengan bahan alamiah atau sintetik dengan struktur alamiah, seperti karotenoida murni
3. Sintetis. Konsentrasi yang diijinkan dalam makanan adalah 5-600 ppm, seperti FD&C orange no 1 untuk pewarna permen. Struktur kimia FD&C orange no 1 dan contoh pewarna makanan, dapat dilihat pada Gambar 44 dan 45.



Gambar 44. Struktur kimia FD&C orange no 1



Gambar 45. Pewarna makanan

Sumber : Handoko (2006)

Pembangkit rasa atau disebut juga penyedap rasa merupakan bahan tambahan makanan yang sering kali ditambahkan pada proses pengolahan bahan pangan. Jenisnya dibagi dua yaitu :

1. Penyedap rasa alamiah, seperti jahe, kayu manis dan merica
2. Penyedap rasa sintetik merupakan penyedap rasa yang komponen utamanya identik dengan alamiah misalnya *vanilin*, garam meja dan MSG. Contoh bahan penyedap rasa, dapat dilihat pada Gambar 46.



Gambar 46. Bahan penyedap rasa

4.12. Teknologi Ekstraksi Alginat

Rumput laut merupakan makroalga multiseluler dan diklasifikasikan dalam Divisio *Thallophyta*. Divisio ini mempunyai empat kelas besar yaitu *Rhodophyceae* (alga merah), *Phaeophyceae* (alga coklat), *Chlorophyceae* (alga hijau) dan *Cyanophyceae* (alga biru-hijau) (Sediadi dan Budihardjo, 2000). *Thallus* rumput laut coklat berbentuk lembaran, bulatan atau batangan yang bersifat lunak atau keras. Rumput laut coklat mengandung pigmen karoten, fukosantin dan klorofil (Atmadja, 1996).

Alga coklat sering disebut *kelp* atau *rockweed*, yang merupakan sumber alginat. Jenis alga coklat penghasil alginat diantaranya adalah *M.pyrifera*, *L.hyperborea* dan *A.nodosum*, *L.*

digitata, *L. japonica*, *Eclonia maxima* dan *Eicenia bycyclis*. Jenis alga coklat yang tumbuh di Indonesia adalah beberapa jenis dari genus *Sargassum* dan *Turbinaria* (Anonim, 1999). Alginat terdapat dalam semua spesies ganggang coklat dengan kadar yang berbeda-beda. *M.pyrifera* merupakan sumber utama produksi alginat di dunia. Rumput laut tersebut merupakan *grand kelp*, yang banyak terdapat pada daerah dingin di Lautan Pasifik. *L.hyperborea* juga merupakan sumber alginat utama dari jenis *kelp* yang lebih kecil (Winarno, 1996).

Sargassum merupakan kelompok rumput laut semak yang batang dan daunnya berbentuk seperti pisau. Pada bagian batangnya mengandung sel-sel reproduksi. *Sargassum* berwarna coklat atau pirang, namun warnanya akan sedikit berubah menjadi hijau kebiru-biruan apabila mati kekeringan. Ukuran rumpunnya lebih tinggi daripada jenis lainnya, yaitu dapat mencapai tiga meter (Anonymous, 2002).

Perbedaan tiap spesies *Sargassum* didasarkan atas bentuk dari cabang, batang, daun, pinggir daun dan gelembung udara. *S.duplicatum* mempunyai pinggir daun yang berduplikasi secara keseluruhan. *S.crassifolium* mempunyai pinggir daun yang berduplikasi sebagian. *S.binderi* mempunyai pinggir daun bulat dengan ujung melengkung atau runcing. *S. echinocarpum* mempunyai daun yang lonjong dengan ujung pipih meruncing (Atmadja, 1996).

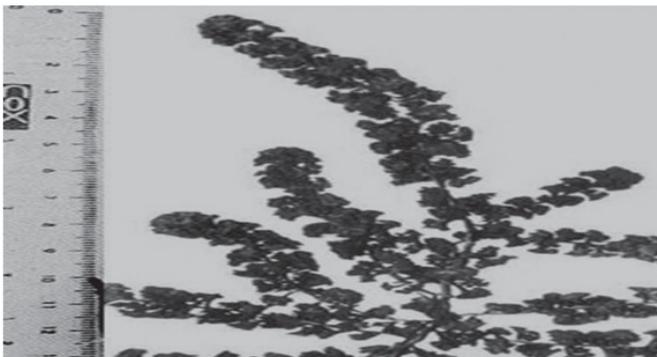
S. crassifolium mempunyai ciri-ciri yaitu batang utama berbentuk bulat dan agak kasar, percabangan berselang-seling teratur, daun oval dan urat daun jelas dari pangkal ke ujung, pinggir daun bergerigi jarang dan berombak, ujung melengkung atau runcing dan berduplikasi sebagian pada bagian ujung sampai tengah terutama pada daun-daun yang berada di bagian atas percabangan, serta habitat pada substrat dasar batu di daerah perairan yang terkena ombak. *Padina* spp. merupakan jenis alginofit yang berbentuk lembaran-lembaran halus yang tidak mempunyai akar yang kuat dan tumbuh melekat pada karang di perairan yang lebih jernih. Penyebaran jenis ini banyak dijumpai

di Pantai Selatan Jawa dan Selat Sunda. Jenis *S. polycystum* memiliki ciri-ciri yaitu mempunyai duri-duri kecil pada *thallusnya*, batangnya pendek dengan percabangan utama tumbuh rimbun di bagian ujung, dapat mencapai tinggi sekitar dua meter, daunnya kecil dan lonjong, serta habitatnya pada substrat batu keras pada rataan terumbu. (Atmadja, 1996). Baik *S. crassifolium* dan *S. polycystum*, keduanya masih belum dimanfaatkan. *Sargassum* spp., *Turbinaria* spp. dan *Padina* sp. dapat dilihat pada Gambar 47, 48 dan 49.



Gambar 47. *S.echinocarpum*

Sumber : Atmadja (1996)



Gambar 48. *T. decurrens*

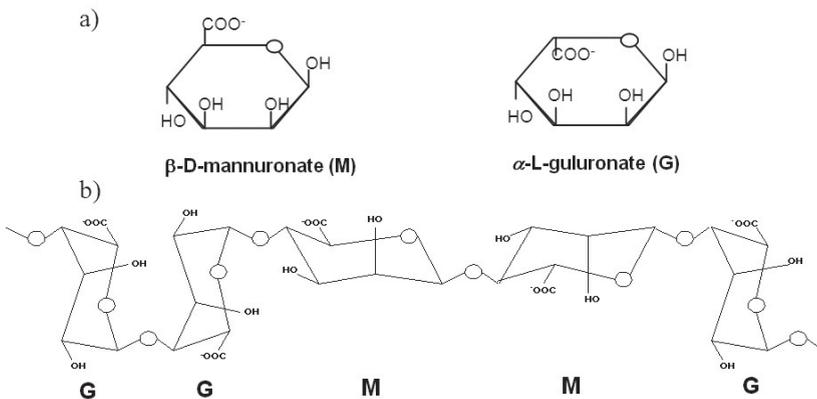
Sumber : Atmadja (1996)



Gambar 49. *Padina* sp.

Sumber : Atmadja (1996)

Alginat merupakan kandungan utama dari dinding sel rumput laut coklat, yang tersusun atas asam guluronat dan asam manuronat, dengan ikatan 1,4 -D-asam manuronat dan α -L-guluronat (Draget *et al.*, 2005; Donati *et al.*, 2009; Ertesvag *et al.*, 2009). Rumus bangun asam manuronat dan asam guluronat serta struktur kursi alginat, dapat dilihat pada Gambar 50.



Gambar 50. (a) Rumus bangun asam manuronat dan guluronat

(b) Struktur kursi alginat

Sumber : Moe, et al (1996)

Proses pengolahan alginat, secara umum meliputi proses pencucian rumput laut, perendaman dalam alkali (Na_2CO_3), penambahan larutan H_2SO_4 atau HCl sehingga didapatkan endapan asam alginat atau garam kalsium, perendaman dalam larutan basa, ekstraksi dengan larutan basa hingga didapat garam alginat, pengeringan dan penggilingan (Anonim, 2001).

Sortasi dilakukan dengan cara memisahkan jenis rumput laut lain dan kotoran-kotoran seperti pasir, kerang-kerangan dan batu-batuan yang dapat mengganggu proses ekstraksi (Anonim, 1999). Selanjutnya rumput laut dipotong-potong hingga berukuran 0,5 - 1 cm. Pemotongan ini bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan bahan sehingga mempercepat proses ekstraksi (Mujianto, 1999).

Berdasarkan proses *Le Gloahee-Herter* dan *Mexican Process*, perlakuan pre-ekstraksi atau *leaching* dilakukan dalam dua tahap yaitu perendaman dalam larutan CaCl_2 dan dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan HCl. Kedua proses ini bertujuan utama untuk menghilangkan sebagian besar mineral yang ada dalam rumput laut. Selain itu, perendaman dalam larutan CaCl_2 juga bertujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa laminaran dan manitol b (Chapman dan Chapman, 1980). Selain itu menurut Istini, *et al.* (1985), perlakuan asam dapat mengubah alginat dalam rumput laut coklat menjadi asam alginat.

Perlakuan pre-ekstraksi alginat dari *M.pyrifera* dapat dilakukan dengan perendaman dalam HCl pada pH 4 selama 15 menit (Hernandez-Carmona *et al.*, 1998). Penelitian yang telah dilaksanakan oleh Yunizal, *dkk* (1999), menggunakan HCl 0,5% (1:10) dengan lama perendaman selama 30 menit. Penelitian yang dilakukan oleh Mujianto (2001) dengan rumput laut coklat jenis *Padina* spp., perendaman HCl dilakukan pada konsentrasi HCl 1 %.

Perlakuan alkali dalam ekstraksi alginat, biasanya menggunakan larutan NaOH atau KOH. Fungsi perlakuan alkali ini adalah untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang larut dalam

alkali (Istini *et al.*, 1985). Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), perendaman dalam larutan alkali berfungsi untuk deproteinasi. Protein dan lendir yang ada pada rumput laut akan mengkoagulasi.

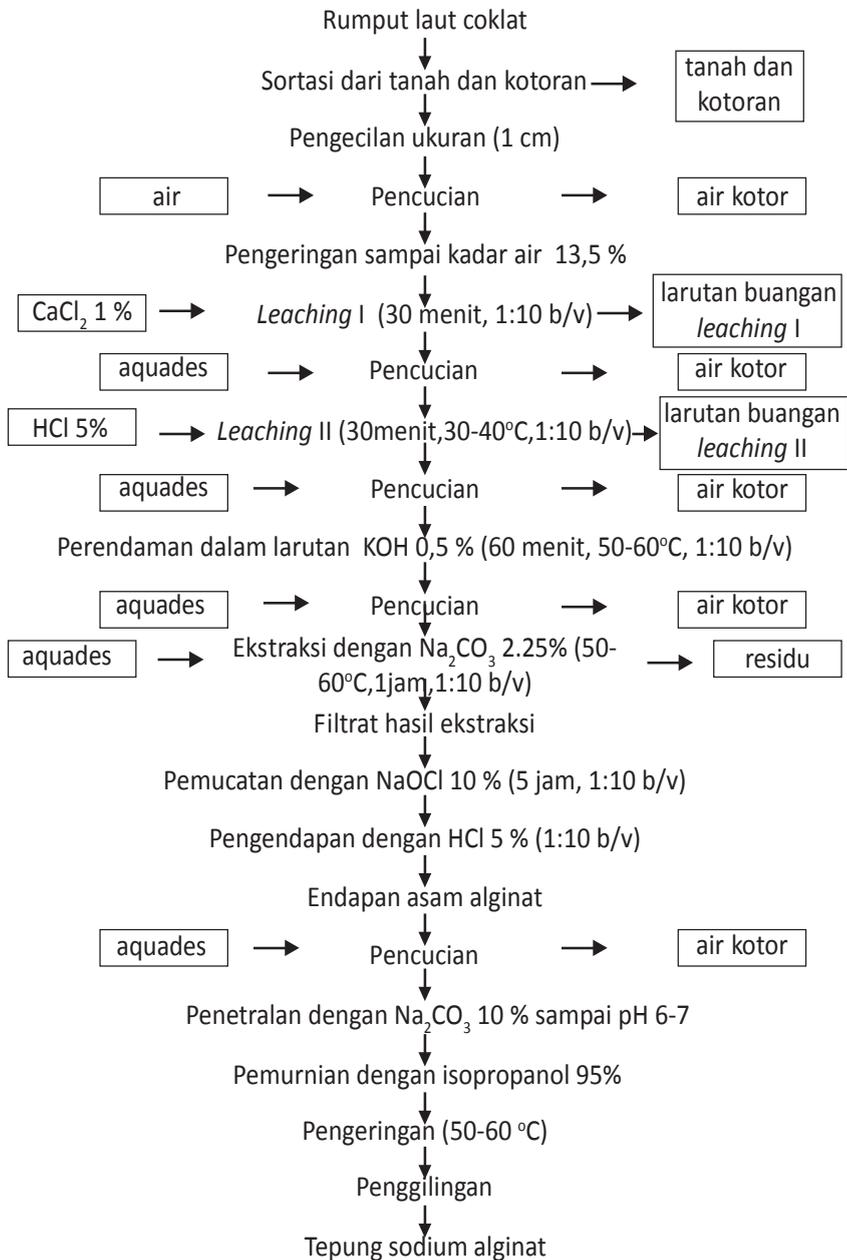
Perlakuan ekstraksi alginat dan kelarutan alginat dipengaruhi pH pelarut. Alginat larut dalam pH basa dan akan menurun kelarutannya dengan menurunnya pH (Moe *et al.*, 1996). Wikanta, dkk (1998) menyatakan bahwa keberhasilan proses ekstraksi alginat tergantung dari konsentrasi larutan pengekstraksinya. Konsentrasi Na_2CO_3 yang terbaik dalam mengekstraksi alginat adalah 1,5% dan jika konsentrasinya terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya degradasi alginat. Secara umum, berat molekul alginat berkisar 200,000, namun dapat mengalami perubahan jika terjadi degradasi selama proses ekstraksi (Vold *et al.*, 2006). Natrium alginat dari *Padina* spp. (Mujianto, 1999), dapat diekstraksi dengan cara perendaman dalam larutan Na_2CO_3 5% selama dua jam pada suhu 50°C. Menurut Hernandez-Carmona, *et al* (1999), kondisi terbaik untuk ekstraksi *M. pyrifera* menggunakan alkali adalah pada pH 10 pada suhu 80°C selama dua jam.

Perlakuan pemucatan dilakukan dengan perendaman dalam larutan NaOCl yang berfungsi sebagai *bleaching agents*, yang dapat mengoksidasi zat warna dari warna yang gelap menjadi warna yang lebih cerah (Anonymous, 2004). Penggunaan larutan ini, dapat mengoksidasi zat warna *fucoxantin* yaitu penyebab warna coklat pada rumput laut coklat, sehingga warna alginat akan lebih cerah (Glasby, 1982). Pengendapan asam alginat bertujuan untuk mendapatkan asam alginat dengan cara penambahan larutan HCl. Pengendapan ini dilakukan pada pH 2,8–3,2. Endapan asam alginat yang terbentuk, dicuci dan dipisahkan dari larutannya (Chapman dan Chapman, 1980).

Tahap penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 hingga pH 5–10. Perlakuan penetralan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya degradasi alginat. Menurut Wikanta, *et al*

(1998), penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 10% sampai pH 6–7. Alginat dalam bentuk natrium alginat ini, dapat dipisahkan dari larutannya dengan penambahan isopropanol (Truss *et al.*, 2001). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sari (1994), didapatkan hasil terbaik pada tahap pemurnian yaitu menggunakan jenis pemurni isopropanol. Menurut Yunizal, *dkk* (1999), untuk mendapatkan serbuk alginat dengan kualitas tinggi, pada tahap pemurnian digunakan isopropanol dengan konsentrasi 75-95%. Isopropanol atau isopropil alkohol mempunyai rumus molekul $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, berupa cairan yang tidak berwarna, digunakan sebagai pelarut dan dapat digunakan dalam pembuatan alginat (Anonymous, 2001). Isopropanol berfungsi untuk menarik air dari sistem sol alginat sehingga natrium alginat dapat terpisah dari larutannya dan mengendap (Anonim, 2001; Mairamo, 1977).

Pengeringan alginat bertujuan untuk mendapatkan kadar air tepung natrium alginat < 15 %. Suhu pengeringan alginat yang digunakan akan berakibat pada viskositas larutan natrium alginat yang dihasilkan (Hernandez-Carmona *et al.*, 2001). Suhu pengeringan natrium alginat dari *M.* untuk mencapai kadar air 12 % adalah 50-80°C (Hernandez-Carmona *et al.*, 2002). Suhu pengeringan alginat dari *S. cinereum*, *H. triquetra* dan *T. conoides*, yang telah dilakukan oleh Wikanta, *dkk* (1998) adalah 50-60°C dan didapatkan natrium alginat yang mempunyai kadar air <15%. Menurut Mujianto (2001), pengeringan natrium alginat dari *Padina* spp. adalah pada suhu 50°C selama 17 jam.



Gambar 51. Diagram alir proses ekstraksi natrium alginat

Sumber : Mushollaeni (2007; 2010; 2011a; 2011b)

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L. H. 2004. *Keunggulan Makanan Fermentasi*. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0604/24/cakrawala/lainnya02.htm>.
- Anonim. 1999. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- _____. 2001. *Rosella Jam*. <http://www.bushtuckershop.com/shop/prod8.htm>
- _____. 2001. *Pengolahan Algin*. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. <http://www.oseanologi-lipi.go.id/bdrumputlaut.htm>. [17 Januari 2005]
- _____. 2004. *Nata de Coco Boom and the Philippines*. www.american.edu/projects/mandala/TED/coconut.htm
- _____. 2006a. *Aplikasi Teknik Nuklir dalam Pengawetan*. <http://www.infolab-online.com/v1/index.php?infolab=detail&detail=190>.
- _____. 2006b. *Jeli Mengonsumsi Jelly*. http://www.ayahbunda-online.com/info_ayahbunda/info_detail.asp?id=Nutrisi&info_id=156.
- _____. 2006c. *Kacang-kacangan, Si Gurih Kaya Gizi*. http://www.ayahbunda-online.com/info_ayahbunda/info_detail.asp?id=Nutrisi&info_id=159.
- _____. 2006d. *Makanan Iradiasi = Tidak Aman dan Tidak Bergizi*. <http://www.citizen.org/cmep/foodsafety/international/articles.cfm?ID=7816>.
- _____. 2006e. *Karbohidrat*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Karbohidrat>.
- _____. 2006f. *Kanji (karbohidrat)*. [http://id.wikipedia.org/wiki/Kanji_\(karbo/produk2004/pp2004/pp28'04.htm](http://id.wikipedia.org/wiki/Kanji_(karbo/produk2004/pp2004/pp28'04.htm).
- _____. 2006g. *Karbohidrat & Polisakarida*. <http://pkukmweb.ukm.my/~mbz/>

- Anonymous. 2002. Alginates. <http://www.genialab.de/inventory/alginate.htm>. [20 Oktober 2007]
- _____. 2001. Introduction to Alginate. <http://www.cybercolloids.net/library/alginate/introduction.php>. [17 Januari 2005]
- _____. 2004. Glossary. <http://216.239.41.104/search?q=cache:RO9KfRUIIYJ:list.emich.edu/~dyers/pdsf/dyeglossary.PDF+naocl%2Balginate+bleaching&hl=en&ie=UTF-8>. [20 Oktober 2007]
- Arintawati, M. 2005. *Mengenal Minuman Beralkohol*. <http://republika.co.id/supp>
- Armansyah H. T. dan L. P. Manalu. 2005. *Mekanisme Pengeringan Beku Produk Pertanian*. PUSTAKA IPTEK. Jurnal Saint dan Teknologi BPPT. <http://www.iptek.net.id/ind/?ch=jsti&id=174>.
- Astawan, M. 2003. *Ikan Kalengan Tetap Kaya Gizi*. <http://www.kompas.com/kesehatan/news/0303/20/232600.htm>
- Atmadja WS. 1996. Pengenalan Jenis Algae Coklat (Phaeophyta). Dalam: W.S. Atmadja, A. Kadi, Sulistijo dan R. Satari (Eds). *Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. P. 42-52. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Brennan, J. G., J. R. Butters, N. D. Cowell and A. E. V. Lilly. 1976. *Food Engineering Operations*. 2nd Editions. Applied Science Publisher Limited. London.
- Budinuryanto, D. C. 2004. *Pemanfaatan Nuklir pada Industri Peternakan*. <http://www.pikiranrakyat.com/cetak/0304/18/cakrawala/penelitian02.htm.com/artikel.php?noid=168>.
- Chapman VD, dan Chapman J. 1980. *Seaweed and Their Uses*. 3rd Edition. Chapman and Hall. London.
- Connell, J. J. 1980. *Control of Fish Quality*. 4th Editions. Fishing News Books. United Kingdom. London.
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi Ketiga. Alih Bahasa : Mulyoharjo, M. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Donati I, dan Paoletti S. 2009. Materials Properties of Alginates. Dalam: B.H.A Rehm (Ed). Alginates: Biology and Applications. P. 1-54. Springer-Verlag. Berlin.
- Draget KI, Smidsrod O, dan Skjak-Braek G. 2005. Alginates. In: Steinbuchel A, Rhee SK (eds) Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry: Properties, Production, and Patents. Wiley. Winheim, pp 1-30.
- Ertesvag H, Vall S, dan Skjak-Braek G. 2009. Enzymatic Alginate Modification. Dalam: B.H.A. Rehm (Ed). Alginates: Biology and Applications. P. 102-122. Springer-Verlag. Berlin.
- Fansuri, A. 2011. Rancang Bangun Alat Pengasapan Dingin Berbasis Mikrokontroler. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Fessenden RJ, dan Fessenden JS. 1997. Dasar-dasar Kimia Organik. Alih Bahasa: S. Maun, K. Anas, T.S. Sally. Bina Aksara. Jakarta.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1977. Ice in Fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome. Italy.
- Frazier, W. C. and D. C. Westhoff.1998. *Food Microbiology*. 3rd Edition. McGraw Hill Book Co., New York. USA.
- Glasby JS. 1982. Encyclopedia of the Terpenoids. Wiley-Interscience. New York.
- Handoko, D. 2004. *Kimia Pangan*. Handout Kuliah. IPB. Bandung.
- Hariyadi, P. 2005. *Teknologi Ultra High Pressure*. <http://www.kompas.com/kom>
- Hernandez-Carmona G, McHugh DJ, Arvizu-Higuera DL, dan Rodriguez-Montesinos YE. 1998. Pilot plant scale extraction of alginate from *Macrocystis pyrifera*. Effect of pre-extraction treatment on yield and quality of alginate. *J. of Applied Phycology* 10 (6): 507-513.

- Hernandez-Carmona G, McHugh DJ, Arvizu-Higuera DL, dan Rodriguez-Montesinos YE. 2001. Pilot plant scale extraction of alginates from *Macrocystis pyrifera*. Conversion of alginic acid to sodium alginate. J. of Applied Phycology 13 (5): 415-422.
- Hernandez-Carmona G, McHugh DJ, Arvizu-Higuera DL, dan Rodriguez-Montesinos YE. 2002. Pilot plant scale extraction of alginate from *Macrocystis pyrifera*. Conversion of alginic acid to sodium alginate. drying and milling. J. of Applied Phycology 14 (6): 445-451.
- Hersom, a. C. and E. P. Hulland. 1969. *Canned Foods*. Thermal Processing and an Introduction to their Microbiology. 6th Editions. J&A Churchill Living Stone Ltd., London and New York.
- Hertadi, R. *Keajaiban Protein : Molekul Biomilenium*. <http://wwwstd.ryu.titech.ac.jp/~indonesia/tokodai/iken/iken-rukman.htm>.
- <http://www.wildbackpacker.com>
- <http://www.cuddonfreeze-dry.com>
- <http://hub.sierratradingpost.com>
- <http://www.ehow.com>
- <http://www.fao.org>
- <http://textbookofbacteriology.net>
- <http://kesehatan.kompasiana.com>
- <http://satu-teknik.blogspot.com>
- <http://cvkaruniateknik.blogspot.com>
- <http://generasighurabaq.blogspot.com>
- <http://bisnisukm.com>
- <http://indonetwork.co.id>
- <http://kitabmasakan.com>
- <http://cooking-varieties.blogspot.com>
- <http://surabaya.olx.co.id>

- Ikrawan, Y. 2004. *Menangani Bahan Pangan Beku*. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0404/29/cakrawala/penelitian.htm>.
- Ilyas, S. 1988. *Refrigerasi Hasil Perikanan*. Jakarta.
- Istini S, Zalnika A, dan Suhaimi. 1985. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. Workshop Budidaya Laut. Deputi Bidang Pengkajian Ilmu Dasar dan Terapan. BPP Teknologi. Jakarta.
- Jeremiah, L. E. 1996. Effect of Preparation and Packaging on Frozen Fish. *In : Food Chemistry*. Fennema, O. R. (Ed.). Marcel Dekker, Inc., New York. Basel.
- Kordylas, J. M. 1991. *Processing and Preservation of Tropical and Subtropical Foods*. ELBS. Hongkong.
- lemen/cetak_detail.asp?mid=5&id=244566&kat_id=105&kat_id1=147&kat_id2=218.
- Lisac, H. 1982. Equipment Review. Small-scale Chill Storage Facilities. *Infofish Marketing Digest*. Malaysia.
- Mairamo AL. 1977. Sulfated Seaweed Polysaccharide Food Colloids. AVI. Westport, Connecticut.
- Margono, T., D. Suryati dan S. Hartinah. 2000. Pengawetan dan Bahan Kimia. *Buku Panduan Teknologi Pangan*, Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI bekerjasama dengan Swiss Development Cooperation, 1993. <http://www.ristek.go.id>.
- _____. 2002. Selai dan Jeli Buah. *Buku Panduan Teknologi Pangan*. Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI bekerjasama dengan Swiss Development Cooperation. IPTEKnet. <http://www.iptek.net.id>.
- Maripul. 2004. Kajian Alat Pengasap Ikan Sistem Terbuka dan Tertutup. *Buletin Teknik Pertanian*. 9(1): 16-19.
- Moe ST, Draget KI, Skjak-Braek G, dan Smidsrod O. 1996. Alginates. Dalam: A.M. Stephen (Ed). *Food Polysaccharides and Their Applications*. P. 230-265. Marcell Dekker Inc., New York.

- Muchtadi, D. 2003. *Seri Healty Food : Minyak Goreng*. <http://www.indohalal>.
- Mujianto. 2001. Karakterisasi Ekstrak Alginat dari *Padina* spp. Tesis. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mushollaeni W. 2007. Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat Jenis *Sargassum*, spp. dan *Turbinaria* spp. Laporan Penelitian Dosen Muda. 2007.
- _____. 2010. Karakterisasi Alginat dari *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp. dan *Padina* sp. sebagai Potensi Penghasil Alginat dan Aplikasi pada Produk Pangan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. 2010.
- _____. 2011a. The Physicochemical Characteristics of Sodium Alginate from Indonesian Brown Seaweeds. *African Journal of Food Sci.* 5(5): 148-155.
- _____. 2011b. Karakterisasi Natrium Alginat dari *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp. dan *Padina* sp. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol XXII No. 1, September 2011.
- Nurwantoro dan Djarijah, A.S. 1997. *Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati*. Kanisius. Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan. 2004. http://www.ri.go.id/produk_uu
- Rajadurai, P. N. 1985. Improving the Quality of Shrimp through Proper handling. *Infofish Marketing Digest*. Malaysia.
- Rees, J. A. G. 1994. Introduction. In : *Processing and Packaging of Heat Preserved Foods*. Rees, J. A. G. and J. Bettison (Eds.) Blackie Academic and Professional. London.
- Rohanah, A. 2002. *Pembekuan*. <http://library.usu.ac.id/download/fp/Tekper-Ainun.pdf>.
- Sarastani, D., S.T. Soekarto, T.R. Muchtadi, D. Fardiaz dan A. Apriyantono. 2006. *Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Ekstrak Biji Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.)*. <http://www.ipitek.net.id/ind/pustaka->

- Sari LA. 1994. Pengaruh Penggunaan Natrium Hidroksida serta Pemurni Metanol dan Isopropanol terhadap Rendemen dan Mutu Natrium Alginat dari *Sargassum aquifolium*. Skripsi. Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Seiz, K. 2006. *Going Gourmet pays off for The Christie Cookie Co.* http://baking-management.com/successful_plants/bm_imp_11743/
- Sibuea, P. 2003. *Mengelola Makanan Beku Menyongsong Lebaran.* <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0212/03/iptek/meng30.htm>
- Slade, F. H. 1971. *Food Processing Plant.* Volume 2. The Chemical Rubber, Co., USA.
- Sutomo, B. 2006. *Jam, Jelly dan Marmalade.* <http://tipspangan.blogspot.com/>.
- Sutoyo, M. D. 1987. *Pedoman Mengasap Ikan.* Cara Sederhana dan Modern. Titik Terang. Jakarta.
- Truss, Vaheer dan Taure. 2001. Algal biomass from *Fucus vesiculosus* (Phaeophyta): investigation of the mineral and alginate components. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem* 50 (2): 95-103.
- Vold IMN, Kristiansen KA, dan Christensen BE. 2006. A Study of the chain stiffness and extension of alginates, in vitro epimerized alginates, and periodate-oxidized alginates using size-exclusion chromatography combined with light scattering and viscosity detectors. *Biomacromolecules* 7: 2136–2146.
- Widianarko, B., A. R. Pratiwi dan Ch. Retnaningsih. 2000. *Bahan Pangan Dibekukan.* <http://www.deptan.go.id/bkpriaui/Bahan%20Pangan%20>
- Wijaya, C. H. 2000. *Makanan Kaleng, Praktis disaat Krisis.* <http://www.sedap-sekejap.com/artikel/2000/edisi10/files/tekno.htm>.

- Wikanta T, Rejeki DS, dan Rahayu L. 1998. The Content and the physio-chemical characteristics of alginate extracted from three species of brown algae (*S. cinereum*, *H. triquetra* and *T. conoides*). Indonesian Fisheries Journal 4 (1): 46-50.
- Winarno, F. G. 1993. *Pangan, Gizi dan Konsumen*. Gramedia. Jakarta.
- Winarno FG. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Yunizal J, Murtini T, Basmal J, Nasran S, Marsiana E, Abdulrokim I, Darwin, Maryadi dan Sahid. 1999. Penelitian Teknologi Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat (Phaeophyceae). Laporan Teknis. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Zaitzev, V., Kizevetter, I., Lukanov, L., Makarova, T., Minder, L. And Podsevalov, V. 1969. *Fishcuring and Processing*. Mir Publishers. Moscow.



Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P lahir di Malang, 20 Desember 1978, menyelesaikan Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya pada tahun 2002. Program Magister di Pascasarjana Universitas Brawijaya pada tahun 2005.

Dari tahun 2006 hingga 2011 telah melaksanakan penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan publikasi ilmiah yang berkaitan dengan bidang ilmu

Teknologi Hasil Pertanian dan perikanan. Penelitian yang telah dilakukan, dipublikasikan baik pada jurnal lokal, regional, nasional maupun internasional. Mulai tahun 2004 hingga sekarang, penulis mendalami tentang Eksplorasi, Teknologi Ekstraksi dan aplikasi Alginate dalam pangan.

Saat ini sebagai tenaga Pengajar di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang.

Penerbit Selaras

Anggota IKAPI Jatim

Perum Pesona Griya Asri A-11

Malang 65154

Tlp. (0341) 9405080

ISBN 978-602-9047-65-3

