



TEKNOLOGI PANGAN JILID 1

untuk SMK

Sri Rini Dwiari



Sri Rini Dwiari, dkk

Teknologi Pangan

JILID 1



untuk
Sekolah
Menengah
Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah

Departemen Pendidikan Nasional

Sri Rini Dwiari dkk

TEKNOLOGI PANGAN JILID 1

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

TEKNOLOGI PANGAN JILID 1

Untuk SMK

Penulis : Sri Rini Dwiari
Danik Dania Asadayanti
Nurhayati
Mira Sofyaningsih
Sandi Frida A.R. Yudhanti
Ida Bagus Ketut Widyana Yoga

Editor : Tarkus Suganda
Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

DWI DWIARI, Sri Rini
t Teknologi Pangan Jilid 1 untuk SMK/oleh Sri Rini Dwiari,
Danik Dania Asadayanti, Nurhayati, Mira Sofyaningsih, Sandi Frida
A.R. Yudhanti, Ida Bagus Ketut Widyana Yoga ---- Jakarta :
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat
Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah,
Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
v. 285 hlm
Daftar Pustaka : A1-A6
Glosarium : C1-C23
ISBN : 978-979-060-164-2

Diterbitkan oleh
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karna berkat rahmat dan hidayahNya, penulis dapat menyelesaikan buku ajar untuk Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian dengan judul TEKNOLOGI PANGAN. Buku ini merupakan hasil kerjasama antara penulis dengan Direktur Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Ditjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Buku Teknologi Pangan membahas tentang: pengetahuan bahan hasil pertanian, dasar-dasar proses pengolahan atau pengawetan, pasca panen, sanitasi, pengemasan, penanganan limbah, kimia pangan, bioteknologi dan analisis usaha.

Buku ini ditulis dengan tujuan dapat digunakan sebagai salah satu sumber bacaan atau referensi untuk meningkatkan wawasan di bidang teknologi pangan. Buku ini ditulis dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional Bidang Teknologi Hasil Pertanian yang telah diterbitkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Direktur Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Ditjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan kesempatan untuk berpartisipasi dalam penulisan buku Teknologi Pangan.
2. Kepala PPPTK Pertanian Cianjur yang telah memberikan ijin dan kesempatan untuk menulis buku Teknologi Pangan.
3. Prof. Dr. Tarkus Suganda selaku editor yang telah memberikan masukan guna meningkatkan kesempurnaan buku ajar.
4. Dr. Ari Widodo dan Endang Prabandari selaku penilai yang telah memberikan masukan dalam penyempurnaan kelayakan kontekstual (isi dan penyajian).
5. Anna Widanarti dan Sugianto sebagai penilai yang telah memberikan masukan untuk penyempurnaan kelayakan bahasa.
6. Purwanto dan Heroe selaku penilai yang telah memberikan masukan untuk penyempurnaan kegrafikaan.
7. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dorongan dan

masukannya, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap penulisan dan penyempurnaan buku ini.

Penulis mengharapkan masukan, saran dan koreksi dari para pembaca demi sempurnanya buku ini. Semoga buku Teknologi Pangan ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya. Amin.

Penulis

DISKRIPSI

Buku Teknologi Pangan ini membahas tentang pengetahuan bahan hasil pertanian, dasar-dasar proses pengolahan atau pengawetan, pasca panen, sanitasi, pengemasan, penanganan limbah, kimia pangan, bioteknologi dan analisis usaha.

Dalam pengetahuan bahan hasil pertanian, dijelaskan mengenai: pengetahuan bahan untuk buah-buahan, sayuran, daging, komoditas hasil perikanan, telur, susu dan komoditas curai.

Dasar-dasar proses pengolahan atau pengawetan, membahas: penggunaan/pengawetan suhu tinggi, penggunaan/pengawetan suhu rendah, pengecilan ukuran, pengeringan, penggulaan, fermentasi, bahan tambahan makanan, pencampuran, pengasapan dan pengasaman.

Penanganan Pasapanen produk nabati dan hewani, membahas tentang: metabolisme bahan pangan, klimakterik dan kelayuan, sifat hasil pertanian, penanganan pascapanen produk nabati, dan penanganan pascapanen produk.

Sanitasi membahas: definisi, bakteri indikator sanitasi, *Escherichia coli* dan coliform, sumber-sumber kontaminan pangan, jenis-jenis saniter, sanitasi pekerja, sanitasi bangunan/ruang dan fasilitas, sanitasi lingkungan, penanggulangan kontaminasi,

keamanan pangan, serta keselamatan dan kesehatan kerja.

Pengemasan dan penyimpanan hasil pertanian pangan dan produknya, membahas: sejarah pengemasan, fungsi dan peranan kemasan, klasifikasi pengemasan, jenis-jenis bahan pengemas, pembotolan (*bottling*), pengalengan dan peraturan-peraturan dalam kemasan.

Limbah, membahas tentang: pengelolaan limbah hasil pertanian pangan, limbah industri pertanian, penanganan limbah cair, teknologi pengomposan, limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Kimia Pangan, membahas mengenai: karbohidrat, protein, lemak dan minyak, enzim, vitamin, mineral, komponen bioaktif dan pewarna sintetis.

Bioteknologi industri pangan, membahas tentang: fisiologi sel mikroba, fermentasi metabolit primer, fermentasi metabolit sekunder, teknologi fermentasi, *genetically modified organism* (GMO) dalam pangan, dan bioteknologi asam laktat.

Analisis kelayakan usaha, membahas tentang: usaha agroindustri tempe, pinjaman modal, skala usaha, biaya produksi, perhitungan pendapatan, hasil penjualan dan BEP (Break Even Point).

Daftar Isi

Kata Pengantar	i	4.2	Klimakterik dan Kelayuan	130
Deskripsi	iii	4.3	Sifat Hasil Pertanian ...	135
Daftar Isi	iv	4.4	Penanganan Pasca Panen Produk Nabati ...	139
I. Pendahuluan	1	4.5	Penanganan Pasca Panen Produk Hewani ..	168
II. Hasil Pertanian Tanaman Pangan	5	V. Sanitasi		194
2.1 Pendahuluan	5	5.1	Definisi Sanitasi	194
2.2 Buah-buahan	5	5.2	Bakteri Indikator Sanitasi, Eschericia coli dan Coliform	196
2.3 Sayuran	12	5.3	Sumber-sumber Kontaminasi Pangan ...	198
2.4 Daging	17	5.4	Jenis-jenis sanitaizer ...	206
2.5 Komoditas Hasil Perikanan	29	5.5	Sanitasi Pekerja	209
2.6 Telur	38	5.6	Sanitasi Bangunan/ Ruang dan Fasilitas	211
2.7 Susu	43	5.7	Sanitasi Lingkungan	212
III. Dasar-dasar Proses Pengolahan/ Pengawetan	55	5.8	Penanggulangan Kontaminasi	213
3.1 Pendahuluan	55	5.9	Keamanan Pangan	214
3.2 Penggunaan/pengawetan Suhu Tinggi	58	5.10	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	223
3.3 Pengawetan/penggunaan Suhu Rendah	65	VI. Pengemasan dan Penyimpanan Hasil Pertanian Pangan dan Produknya		229
3.4 Pengecilan Ukuran	70	6.1	Sejarah Pengemasan ...	229
3.5 Pengeringan	75	6.2	Fungsi dan Peranan Kemasan	231
3.6 Penggaraman	82	6.3	Klasifikasi Pengemasan	232
3.7 Penggulaan	86	6.4	Jenis-jenis Bahan Pengemas	234
3.8 Fermentasi	91	6.5	Pembotolan (<i>Bottling</i>) ...	254
3.9 Bahan Tambahan Makanan	97	6.6	Pengalengan	261
3.10 Pencampuran	103	6.7	Teknik Penutupan Wadah	263
3.11 Ekstraksi	106	6.8	<i>Labelling</i> (Pemberian Label)	264
3.12 Pengasapan	108			
3.13 Pengasama	113			
IV. Penanganan Pasca Panen Produk Nabati dan Hewani	126			
4.1 Metabolisme Bahan Pangan	127			

I. Pendahuluan

Pangan menjadi kebutuhan primer manusia yang tidak mengenal batasan, baik waktu, ruang maupun tingkatan sosial. Sejak manusia hidup pangan selalu menjadi kebutuhan mendasar manusia yang tidak bisa ditawar. Demikian juga dengan strata kehidupan manusia dari kalangan atas, menengah atau bawah tidak ada yang tidak membutuhkan pangan. Yang membedakan hanya permasalahan selera dan kebiasaan makan. Dengan kata lain pembicaraan tentang pangan tidak mengenal istilah *out of date* (usang) atau akan selalu *up to date* (dibutuhkan), mengingat berkaitan dengan kebutuhan pokok dan kesehatan manusia. Dengan demikian mempelajari ilmu yang berkaitan dengan pangan akan selalu menarik, bermanfaat dan sangat dibutuhkan baik bagi individu yang bersangkutan maupun bagi masyarakat luas.

Secara umum, bahan hasil pertanian setelah dipanen atau ditangkap atau disembelih akan mudah mengalami kerusakan sehingga terjadi penurunan mutu. Kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat berupa kerusakan fisis, mekanis, biologis, dan khemis sehingga dapat berpengaruh terhadap mutu bahan atau produk dan keamanan pangan. Untuk menjaga kualitas bahan pangan dan produknya maka bahan pangan tersebut perlu dilakukan

penanganan dan pengolahan dari mulai pemanenan atau penangkapan atau penyembelihan sampai menjadi produk yang baik. Dengan demikian pengetahuan tentang sifat bahan hasil pertanian, dasar-dasar proses pengolahan pengemasan produk sampai pemasaran perlu dipahami dengan baik.

Demi kebutuhan pengembangan di bidang pangan, mutlak diperlukan sentuhan teknologi beriringan dengan perkembangan di bidang-bidang lainnya.

Teknologi pangan merupakan teknologi yang digunakan dalam proses pengolahan pangan, mulai dari penanganan pascapanen, mengolah atau mentransformasi, mengemas, mengendalikan proses pengolahan, dan menangani bahan baku (*raw material*), produk dan limbahnya. Untuk mempelajari teknologi pangan seseorang hendaknya memahami tentang :

- Kimia Pangan, yaitu pengetahuan tentang komposisi bahan pangan, struktur dan sifat bahan pangan, termasuk pula pengetahuan tentang Kimia Organik dan Biokimia.
- Mikrobiologi pangan, yaitu pengetahuan tentang hubungan antara tempat tumbuh mikroorganisme dalam bahan pangan, faktor-faktor yang

mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan, kerusakan-kerusakan mikrobiologi pada bahan pangan, kesehatan masyarakat dan sanitasi.

- Teknologi Pengolahan Pangan (*Food Processing*), yang mencakup karakteristik bahan baku (*raw material*), proses pemanenan dan pascapanen, penerimaan bahan baku, pengawetan bahan pangan, faktor-faktor yang berpengaruh pada tingkat penerimaan konsumen, pengemasan, penanganan limbah, dan sanitasi.

Sebagaimana diketahui, pangan merupakan kebutuhan primer/utama untuk melangsungkan hidup bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Tanpa pangan ataupun kekurangan pangan maka kita akan mati. Menurut Potter (1986), hampir dua juta orang kekurangan pangan dan hampir 10.000 orang/hari meninggal dunia karena kekurangan pangan atau kekurangan protein (*defisiensi protein*) atau kekurangan jenis mineral tertentu (*specific nutrients deficiency*). Akibat kekurangan nutrisi yang sangat mencolok (*ekstrim*), kekurangan protein pada anak-anak dapat menyebabkan *kwashiorkor*, dan bila kekurangan protein terjadi dalam jangka waktu lama maka akan berlanjut menjadi *marasmus*.

Untuk menghindari kekurangan protein dapat diatasi dengan memberikan susu formula (seperti susu bubuk), namun diperlukan

biaya yang mahal. Cara lain adalah dengan memberikan tepung ikan yang berasal dari jenis ikan yang murah dan mudah diperoleh.

Dengan mempelajari Teknologi Pangan maka dapat dihasilkan produk pangan yang memiliki kualitas baik, nutrisi relatif tidak banyak berubah dan dapat diterima oleh konsumen. Sebagai contoh produk pangan yang diolah dengan teknologi yaitu tempe, tauco, miso dan natto. Produk-produk tersebut merupakan hasil fermentasi kedele dengan bantuan mikroba sehingga kualitas nutrisinya jauh lebih baik dibandingkan dengan bahan bakunya (kedele). Contoh lain hasil fermentasi susu adalah kefir, yoghurt, keju, dan dadih. Produk olahan pangan yang diolah tanpa fermentasi, misalnya: manisan buah, keripik, bakso, *nugget*, mie, roti, *pastry*, *cookies*, saus dan lain-lain. Sebelum melakukan proses pengolahan bahan pangan menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi, maka perlu dipahami lebih dahulu sifat atau karakteristik dari bahan yang akan diolah. Bahan-bahan yang dimaksud dapat berupa: buah-buahan, sayuran, sereal, *seafood* atau ikan air tawar, susu, daging, telur, atau hasil ternak lainnya dan bahan-bahan pangan lainnya. Pengetahuan bahan menjadi penting mengingat bahan tersebut di atas mudah mengalami kerusakan. Sebagai contoh; buah dan sayuran cepat rusak karena setelah dipanen bahan-bahan tadi masih mengalami respirasi atau pernafasan menghasilkan H₂O atau uap air dan CO₂. Akibatnya

bahan menjadi layu karena kekurangan air di dalam bahan, sedangkan uap air yang dihasilkan menyebabkan kelembaban pada bagian permukaan menjadi tinggi. Kelembaban yang meningkat akan menyebabkan beberapa mikroba tumbuh dan lama kelamaan buah atau sayuran menjadi busuk. Susu segar memiliki kandungan/kadar protein, kadar air yang tinggi, kadar lemak juga relatif tinggi serta mengandung beberapa vitamin dan mineral. Karena kandungan nutrisi susu segar yang begitu lengkap, maka susu tersebut sangat disukai oleh bakteri pembusuk. Akibatnya susu segar yang dibiarkan terbuka pada suhu kamar akan mengalami kerusakan oleh bakteri pembusuk. Hal yang sama juga terjadi pada daging segar, hasil perikanan seperti: ikan, udang, cumi dll. Dengan mengetahui sifat bahan, maka upaya menghambat kerusakan bahan sebelum diolah lebih lanjut dapat dilakukan dengan tepat. Disamping itu dengan mengetahui sifat bahan maka dapat diperkirakan alternatif jenis produk olahannya.

Disamping pemahaman tentang sifat bahan, perlu juga dipahami dasar-dasar proses pengolahan dan cara produksi yang baik atau *Good Manufacturing Practice* (GMP). Dasar proses meliputi: pengecilan ukuran, ekstraksi, pengeringan, pendinginan dan pembekuan (pengawetan dengan suhu rendah), pengawetan dengan suhu tinggi, pencampuran, fermentasi, penggaraman, penggulaan, dan penggunaan

bahan tambahan makanan (BTM). Dengan memahami dasar-dasar proses maka kegagalan dalam proses pengolahan dapat diantisipasi. Sebagai contoh pengawetan dengan suhu tinggi pada sterilisasi komersial untuk produk yang dikalengkan (misal kornet atau sarden), jika suhu dan lama pemanasan tidak mencukupi untuk membunuh bakteri *Clostridium botulinum*, maka pada saat konsumen mengkonsumsi kornet/sarden tersebut akan mengalami keracunan dan akibat yang fatal bisa menimbulkan kematian. Contoh kejadian akibat keracunan bakteri *Clostridium botulinum* pernah terjadi pada tahun 1963 untuk produk ikan asap dan pada tahun 1971 pada produk sup dalam kaleng.

Contoh lain terjadinya kejadian luar biasa tahun 2006 di California, dimana banyak konsumen menderita sakit perut bahkan ada yang meninggal dunia karena mengkonsumsi bayam. Mereka mengkonsumsi bayam mentah untuk salad. Setelah ditelusur (*trace ability*), ternyata bayam mentah tadi mengandung bakteri *E. coli* O157:H7. Bakteri ini merupakan bakteri penyebab sakit perut. Bakteri tersebut berasal dari lahan budidaya bayam, yang dipupuk dengan kotoran sapi yang mengandung bakteri *E. coli* O157:H7. Dari contoh tersebut, tampak bahwa penanganan *raw material* maupun proses pengolahan akan mempengaruhi keamanan suatu produk.

Akhir-akhir ini di Indonesia juga marak dengan penyalahgunaan BTM. Sebagai contoh: ditengarai bahwa tahu mengandung formalin, bakso mengandung formalin dan boraks, pewarna pada produk minuman dan makanan menggunakan pewarna tekstil. Formalin, boraks dan pewarna tekstil tidak diijinkan digunakan dalam produk makanan dan minuman, karena bahan-bahan tersebut dapat terakumulasi (tertimbun/terkumpul) dalam tubuh sehingga memicu terjadinya kanker. Oleh karena ini penggunaan BTM harus sesuai dengan jenis dan konsentrasi yang diijinkan.

Pengemasan dan penyimpanan produk makanan juga menjadi sesuatu hal yang penting. Meskipun penanganan sudah bagus, proses pengolahan sesuai prosedur sehingga diperoleh produk dengan kualitas bagus, namun bila tidak dikemas dan tidak disimpan dengan baik maka produk tersebut akan cepat mengalami kerusakan.

Limbah hasil pengolahan makanan adakalanya dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat, contohnya *nata de coco* yang dibuat dari air kelapa, oncom dan tempe gembus dibuat dari ampas tahu, tetes tebu untuk bahan baku bumbu masak dan lain-lain. Limbah hasil pengolahan juga dapat mencemari lingkungan bila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu pengetahuan dan praktik penanganan limbah diperlukan dalam teknologi pangan.

II. HASIL PERTANIAN TANAMAN PANGAN

2.1. Pendahuluan

Hasil pertanian khususnya pangan sangat dibutuhkan oleh manusia untuk kebutuhan hidupnya. Secara umum hasil pertanian tersebut dikelompokkan ke dalam kelompok besar yang biasanya didasarkan atas kesamaan sifat dan kegunaan seperti kelompok bahan nabati dan kelompok bahan hewani. Bahan nabati merupakan bahan yang diperoleh dan berasal dari tumbuhan misalnya padi, jagung, buah-buahan, sayuran, rempah-rempah, sedangkan bahan hewani diperoleh dari hewan, bagian-bagian dari hewan atau yang diproduksi oleh hewan tersebut, misalnya: daging, susu, telur, ikan.

Berdasarkan tempat kehidupannya, komoditas-komoditas tersebut di atas dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok yaitu darat dan perairan. Sebagian besar komoditas yang disebutkan di atas hidup di daratan. Beberapa komoditas yang hidup di perairan cukup banyak yang dapat dimanfaatkan sebagai komoditas pangan seperti berbagai jenis ikan dan rumput laut. Pada dasarnya masih banyak komoditas hasil perairan lainnya yang dapat dieksplorasi untuk dimanfaatkan dalam bidang pangan seperti algae, terumbu karang dan sebagainya.

Tren perkembangan bidang pangan maju sangat pesat. Saat ini sudah banyak dijumpai bahan pangan yang dikenal sebagai pangan fungsional, bahan pangan prebiotik, probiotik, simbiotik, dan bahan pangan hasil rekayasa genetik (*Genetically modified Food*). Jenis-jenis pangan tersebut mempunyai karakteristik tertentu dan mempunyai kegunaan yang tertentu pula. Regulasi terhadap bahan-bahan pangan tersebut pun diatur untuk menjamin keamanan pangan bagi konsumen.

Berbagai jenis bahan hasil pertanian pangan mempunyai karakteristik yang sangat beragam. Karakteristik-karakteristik tersebut seperti sifat fisis, morfologis, fisiologis, dan berbagai %yawaan penting yang terkandung didalamnya dan sifat-sifat alami lainnya sangat penting dipahami untuk digunakan sebagai pedoman atau pertimbangan pada proses penanganan dan pengolahan lebih lanjut. Dengan mengetahui karakteristik bahan pangan diharapkan proses penanganan dan pengolahan lebih lanjut lebih tepat dan sesuai.

2.2. Buah-buahan

Indonesia merupakan negara tropis yang dianugerahi oleh Allah SWT bermacam-macam jenis buah-

buah-buahan seperti mangga, nanas, pisang, durian, salak dan sebagainya. Buah-buahan sangat penting sebagai sumber vitamin dan serat kasar. Vitamin sangat penting bagi kesehatan tubuh, demikian juga dengan serat kasar yang sangat bermanfaat untuk melancarkan pencernaan

2.2.1. Pengertian Buah

Buah secara umum adalah bagian dari tanaman yang merupakan tempat biji. Buah juga dapat diartikan sebagai bagian tanaman yang merupakan hasil perkawinan putik dengan benang sari. Dalam konsumsi sehari-hari, buah sering diartikan sebagai "pencuci mulut" (*dessert*), mengingat kebiasaan masyarakat mengkonsumsi buah setelah selesai makan.

Seringkali terdapat kerancuan dalam mengklasifikasikan antara buah dan sayuran yang secara fisik berbentuk seperti buah misalnya tomat, ketimun, gambas, labu, terong, cabe, nangka muda, dan keluwih. Secara prinsip keduanya termasuk kedalam tanaman hortikultura. Perbedaan yang jelas antara tanaman buah-buahan dengan tanaman sayuran terletak pada umur tanamannya. Tanaman buah-buahan pada umumnya mempunyai umur yang relatif panjang bila dibandingkan dengan umur tanaman sayuran. Biasanya tanaman buah-buahan mempunyai umur lebih dari satu tahun, bahkan beberapa jenis buah-buahan ada yang berumur sampai puluhan tahun.

2.2.2. Jenis-jenis Buah

Jenis buah-buahan yang dapat kita jumpai di negeri kita meliputi rambutan, duku, durian, pisang, papaya, nangka, semangka, jeruk, manggis, mangga, sirsak, cempedak, nanas, jambu, sawo, apel, anggur, jambu biji, dan sebagainya. Contoh dan bentuk buah-buahan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1.

Jika kita perhatikan jenis buah-buahan, meskipun dari satu jenis buah misalnya mangga, terdapat jenis-jenis mangga yang masing-masing mempunyai karakteristik khas misalnya mangga harum manis, indramayu, manalagi, gadung, kweni, golek dan sebagainya.

Karakteristik atau sifat khas dari masing-masing mangga tersebut berbeda. Mangga harum manis misalnya, penampakan luar atau bentuk buah secara umum lonjong dengan ukuran sedang sampai besar, warna kulit buah hijau dan pada bagian pangkalnya sedikit kekuningan. Jika sudah masak mempunyai aroma yang harum (wangi), rasanya sangat manis, daging buahnya berwarna oranye kekuningan. Untuk tujuan pengolahan misalnya untuk manisan mangga dan sari buah mangga, dibutuhkan karakteristik buah mangga yang berbeda. Manisan mangga membutuhkan mangga mentah sampai mengkal. Buah mangga yang sudah masak tidak cocok untuk jenis pengolahan ini. Sebaliknya untuk sari buah dibutuhkan mangga dengan

kematangan penuh sehingga menghasilkan aroma dan cita rasa yang optimal.

Contoh lain lagi misalnya pisang. Terdapat berbagai jenis pisang yaitu ambon, raja, tanduk, kapas, sereh, emas, kepok, pisang nangka, muli dan sebagainya. Pisang ambon jenisnya juga bermacam-macam, ada ambon lumut dan ambon putih. Pisang

kepok mempunyai jenis kepok putih dan kepok kuning. Seperti halnya mangga, masing-masing jenis pisang tersebut juga mempunyai karakteristik yang berbeda pula. Pisang ambon lumut mempunyai bentuk panjang sedikit lebih ramping dibanding ambon putih. Warna kulit buah hijau sedangkan ambon putih seringkali berwarna kekuningan.



Gambar 2.1. Contoh berbagai jenis buah-buahan (www.ipitek.net.id)

Buah dengan segala jenisnya tersebut menambah khasanah kekayaan buah-buahan di Indonesia. Saat ini juga bermunculan jenis-jenis buah yang sebelumnya sulit dijumpai di negeri kita, misalnya buah naga. Buah naga mempunyai bentuk yang unik menyerupai kepala ular naga, daging buahnya ada noktah-nohtah kehitaman. Buah ini berasa manis sedang. Beberapa masyarakat meyakini buah ini berkhasiat untuk kesehatan. Sampai saat ini pemanfaatan jenis buah ini baru terbatas sebagai buah meja, belum

diolah menjadi produk. Profil buah naga dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.2. Profil buah naga (*Dragon fruit, asianleng.blogspot.com*)

Kekayaan akan jenis-jenis buah sudah sepatutnya kita syukuri, dan menjadi kewajiban kita bersama untuk memelihara dan menjaga kelestariannya.

2.2.3. Pengelompokan Buah

Berdasarkan Musim Berbuah

Beberapa jenis tanaman buah-buahan dapat menghasilkan buah sepanjang tahun walaupun pada waktu ketika ada masa berbuah banyak dan masa berbuah sedikit. Jenis tanaman tersebut digolongkan sebagai tanaman tidak musiman, contohnya pisang, nenas, pepaya, jambu air, jambu biji, markisa, dan sebagainya. Tanaman buah lainnya merupakan tanaman berbuah musiman karena tanaman tersebut pada suatu saat berbuah banyak tetapi pada saat yang lain tidak berbuah sama sekali misalnya mangga, rambutan, duku, durian, jeruk, jambu bol dan sebagainya.

Berdasarkan Iklim Tempat Tumbuh

Berdasarkan iklim tempat tumbuhnya, buah-buahan dapat digolongkan dalam dua golongan:

- a. Buah-buahan iklim panas atau tropis
- b. Buah-buahan iklim sedang atau sub-tropis

Buah-buahan iklim panas atau tropis yaitu buah-buahan yang tumbuh di daerah yang mempunyai

suhu udara sekitar 25°C atau lebih, sedangkan buah-buahan iklim sub-tropis adalah buah-buahan yang tumbuh di daerah yang mempunyai suhu udara maksimum 22°C.

Buah-buahan yang tumbuh di daerah panas atau tropis contohnya nenas, pisang, pepaya, adpokat, mangga, rambutan, durian dan sebagainya, sedangkan yang tumbuh di daerah iklim sedang dan sub-tropis contohnya: anggur, apel, jeruk, arbei dan sebagainya.

2.2.4. Komposisi Buah-buahan

Komponen buah-buahan yang sangat penting dalam menyumbangkan gizi dalam menu makanan kita terutama adalah vitamin. Vitamin yang terkandung dalam berbagai jenis buah juga berbeda, baik jenis maupun jumlahnya. Selain vitamin, buah-buahan juga mengandung komponen gizi lainnya seperti protein, lemak, karbohidrat, dan air. Secara umum kandungan protein dan lemak pada buah-buahan relatif rendah, kecuali buah-buahan tertentu misalnya adpokat yang mempunyai kadar lemak cukup tinggi, sedangkan kandungan airnya cukup tinggi sehingga komponen air ini yang terutama memberikan efek segar pada saat dikonsumsi.

Komposisi berbagai jenis gizi tersebut untuk setiap macam buah-buahan berbeda-beda dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu perbedaan varietas, keadaan iklim tempat tumbuh, pemeliharaan

tanaman, cara pemanenan, tingkat kematangan waktu panen, kondisi selama pemeraman serta kondisi penyimpanan. Komposisi berbagai jenis buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi berbagai jenis buah-buahan

Nama buah	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Adpokat	84,3	0,55	3,97	4,70
Apel	84,1	0,26	0,35	13,11
Arbei	89,9	0,77	0,48	7,97
Jambu air	87,0	0,54	0,18	10,62
Jambu bol	84,5	0,40	0,20	9,51
Jeruk keprok	87,3	0,57	0,20	7,74
Mangga golek	82,2	0,33	0,13	10,86
Nenas	85,3	0,21	0,11	7,26
Pepaya	86,7	0,38	-	9,15
Pisang ambon	72,0	0,90	0,15	19,35
Pisang raja	65,8	0,84	0,14	22,26

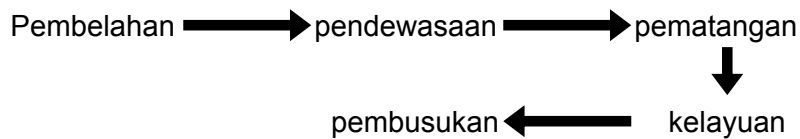
Sumber : Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1967)

2.2.5. Fisiologi Buah

Fisiologi buah-buahan sangat penting diketahui untuk tujuan penanganan dan pengolahan. Fisiologi buah-buahan berkaitan dengan aspek-aspek: proses pertumbuhan dan respirasi seperti pematangan, kelayuan (*senescence*), klimaterik, dan peran etilen pada proses pematangan buah.

Proses pertumbuhan dan respirasi

Tahap-tahap proses pertumbuhan buah pada umumnya meliputi: pembelahan sel, pendewasaan sel (*maturation*), pematangan (*ripening*), kelayuan (*senescence*) dan pembusukan (*deterioration*)



Proses pembelahan sel berlangsung segera setelah terjadi pembuahan kemudian diikuti dengan pembesaran atau pengembangan sel mencapai

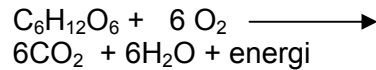
volume maksimum. Perbedaan buah yang tua (*mature*) dan yang matang (*ripe*) adalah buah yang tua keadaan sel-sel buah telah dewasa, sedang buah yang matang

warna, cita rasa, dan kekerasannya telah berkembang sampai tingkat maksimum. Buah yang tua (*mature*) biasa disebut dengan ranum.

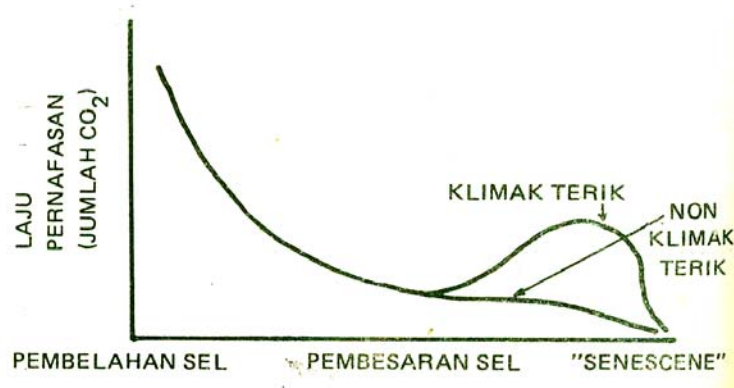
Respirasi

Respirasi merupakan proses utama dan penting yang terjadi pada hampir semua makhluk hidup, seperti halnya buah. Proses respirasi pada buah sangat bermanfaat untuk melangsungkan proses kehidupannya. Proses respirasi ini tidak hanya terjadi pada waktu buah masih berada di pohon, akan tetapi setelah dipanen buah-buahan juga masih melangsungkan proses respirasi.

Respirasi adalah proses biologis. Dalam proses ini oksigen diserap untuk digunakan pada proses pembakaran yang menghasilkan energi dan diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran dalam bentuk CO₂ dan air. Contoh reaksi yang terjadi pada proses respirasi sebagai berikut:



Pada gambar berikut tersaji kurva hubungan antara proses pertumbuhan buah dengan jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama respirasi.



Gambar 2.3. Skema (kurva) hubungan antara proses pertumbuhan dengan jumlah CO₂ yang dikeluarkan (Syarief H., dkk., 1977)

Pada gambar tersebut terlihat bahwa jumlah CO₂ yang dikeluarkan akan terus menurun, kemudian pada saat mendekati "senescence" produksi CO₂ kembali meningkat, dan selanjutnya menurun lagi. Buah-buahan yang melakukan respirasi semacam itu disebut buah klimaterik, sedangkan buah-buahan yang jumlah CO₂ yang dihasilkannya terus menurun

secara perlahan sampai pada saat *senescence* disebut buah nonklimaterik.

Klimaterik dan Nonklimaterik

Klimaterik dapat diartikan sebagai keadaan buah yang stimulasi menuju kematangannya terjadi secara "auto" (*auto stimulation*). Proses tersebut juga disertai

dengan adanya peningkatan proses respirasi. Klimaterik juga merupakan suatu periode mendadak yang unik bagi buah-buahan tertentu. Selama proses ini terjadi serangkaian perubahan biologis yang diawali dengan pembentukan etilen, yaitu suatu senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang pada suhu ruang berbentuk gas.

Buah-buahan yang tergolong ke dalam buah-buahan klimaterik adalah :pisang, mangga, pepaya, adpokat, tomat, sawo, apel dan sebagainya. Sebaliknya buah-buahan yang tidak mempunyai pola seperti buah klimaterik diklasifikasikan sebagai buah nonklimaterik. Contoh buah-buahan yang tergolong ke dalam kelompok buah nonklimaterik ialah semangka, jeruk, nenas, anggur, ketimun dan sebagainya. Profil buah yang tergolong ke dalam buah klimaterik dan non klimaterik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.4. Profil buah klimaterik (marketing.sragenkab.go.id)



Gambar 2.5. Profil buah non klimaterik (www.freefoto.com)

Pematangan

Proses pematangan buah sangat menarik untuk dipelajari. Perubahan yang secara umum mudah diamati adalah berubahnya warna kulit yang tadinya hijau menjadi kuning, buah yang tadinya bercita rasa asam menjadi manis, tekstur yang tadinya keras menjadi empuk (lunak), serta timbulnya aroma khas karena terbentuknya senyawa-senyawa volatil atau senyawa-senyawa yang mudah menguap.

Proses pematangan diartikan sebagai suatu fase akhir dari proses penguraian substrat dan merupakan suatu proses yang dibutuhkan oleh bahan untuk mensintesis enzim-enzim yang spesifik yang di antaranya digunakan dalam proses kelayuan.

Kelayuan (*senescence*)

Secara alami, setelah buah mengalami pematangan segera akan menuju ke proses berikutnya yaitu kelayuan. Akan tetapi seringkali proses kelayuan ini tanpa diawali dengan proses pematangan, kejadian ini terjadi pada buah-buahan yang mengalami kerusakan, misalnya terjadinya memar, luka dan sebagainya.

Terjadinya kelayuan pada buah ini mudah diamati yaitu ditandai dengan kulit buah menjadi berkerut sebagai akibat berkurangnya kadar air di dalam buah.

Peranan etilen pada proses pematangan buah-buahan

Etilen dapat dihasilkan oleh jaringan tanaman hidup pada waktu-waktu tertentu. Etilen juga merupakan suatu gas yang dalam kehidupan tanaman dapat digolongkan sebagai hormon yang aktif dalam proses pematangan. Disebut hormon karena memenuhi kriteria sebagai hormon tanaman yaitu bersifat mobil (mudah bergerak) dalam jaringan tanaman dan merupakan senyawa organik.

Etilen dapat menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan penting dalam proses pertumbuhan dan pematangan hasil-hasil pertanian. Senyawa ini disamping dapat memulai proses klimaterik, juga dapat mempercepat terjadinya klimaterik.

2.3. Sayuran

Sayuran merupakan kelompok komoditas pangan yang pada umumnya sangat banyak dikonsumsi oleh masyarakat, baik sebagai sayuran mentah (lalapan) ataupun dengan cara dimasak terlebih dahulu. Mengonsumsi sayuran memberi sumbangan terutama vitamin A dan C, serta serat yang sangat penting bagi tubuh.

Sayuran diklasifikasikan sebagai tanaman hortikultura. Umur panen sayuran pada umumnya relatif pendek (kurang dari satu tahun) dan secara umum bukan merupakan tanaman musiman, artinya hampir semua jenis sayuran dapat dijumpai sepanjang

tahun, tidak mengenal musim. Karakteristik ini sedikit berbeda dengan beberapa jenis buah-buahan seperti mangga, durian dan sebagainya yang hanya dijumpai pada musim-musim tertentu satu kali dalam satu tahun.

Jenis-jenis sayuran yang sering dengan mudah dijumpai, baik di pasar-pasar tradisional maupun di pasar swalayan meliputi: wortel, tomat, sawi hijau dan putih, kangkung, buncis, bayam, seledri, daun bawang, labu siam, selada, terong, kentang dan sebagainya.

2.3.1. Pengelompokan Sayuran

Sayuran dapat dikelompokkan kedalam dua hal yaitu berdasarkan (1) bagian dari tanaman dan (2) berdasarkan iklim tempat tumbuh.

Berdasarkan bagian dari tanaman

Berbagai-bagian dari tanaman misalnya akar, umbi, batang, daun, buah, bunga, biji dan sebagainya dapat dimanfaatkan sebagai sayuran konsumsi, antara lain wortel, kentang, yang diambil dari bagian umbinya, kangkung, bayam, selada, sawi yang diambil dari bagian daun, asparagus, rebung dari bagian batang yang masih muda, tomat, cabe, labu siam, terong dari bagian buahnya, kacang merah, kacang hijau dari bagian buah bijinya. Pengelompokan sayuran berdasarkan bagian dari tanaman tersaji pada tabel berikut.

Tabel 2.2. Pengelompokan sayuran berdasarkan bagian dari tanaman

Pengelompokan	Contoh
Sayuran daun	Kangkung Bayam Sawi hijau Selada Daun katuk Daun pepaya Daun singkong
Sayuran buah Polong-polongan Biji-bijian Buah-buahan Buah-buahan berbiji banyak Buah-buahan dari tanaman merambat	Buncis, kacang, merah, kacang panjang Jagung Sukun, nangka muda, keluwih Tomat, cabe, terong Gambas, labu, paria, mentimun, kecipir
Sayuran Umbi-umbian Akar (<i>root</i>) Umbi akar (<i>tuber</i>) Umbi bunga (<i>bulb</i>)	Ubi jalar Kentang, bit Bawang merah, bawang putih
Sayuran Batang (muda)	Asaparagus, rebung
Sayuran bunga	Bunga kol (<i>cauliflower</i>), bunga turi, "honje", brokoli
Sayuran tangkai daun (<i>petiole=stalk</i>)	Seledri, daun bawang
Sayuran kecambah (<i>germ</i>)	Taoge kacang hijau, taoge kedele
Jamur	Jamur merang, jamur tiram, jamur kuping, jamur barat

Profil sayuran-sayuran tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Profil sayur-sayuran (*linnaeus.nrm.se*)

Berdasar Iklim tempat tumbuh

Pengelompokan ini didasarkan pada iklim dimana sayuran dapat tumbuh dengan baik yaitu:

- a. Sayuran yang tumbuh di daerah iklim panas atau tropis, yaitu daerah yang mempunyai suhu udara sekitar 25°C atau lebih. Contoh dari sayuran ini : daun pepaya, patai, jengkol, cabe, terong, kangkung, buncis, daun salam, sereh, ubi jalar, kunyit, jahe, daun singkong,
- b. Sayuran yang tumbuh di daerah iklim sedang dan sub tropis yaitu daerah yang mempunyai suhu udara maksimum 22°C .

Contoh dari sayuran ini : wortel, kobis (kol), brokoli, kentang, seledri, jamur, bakung, selada dan sebagainya.

Pengelompokan sayuran saat ini berkembang dengan munculnya istilah sayuran organik. Sayuran organik merupakan sayuran hasil budidaya secara organik artinya bahan-bahan yang digunakan untuk sarana pertumbuhan seperti pupuk, pengendali hama dan lain-lain menggunakan bahan alami. Jenis sayuran ini akhir-akhir ini sangat diminati konsumen mengingat semakin tingginya kesadaran akan konsumsi sayuran yang terhindar dari bahan-bahan kimia sintesis seperti pestisida sintesis, dan pupuk kimia.

Disamping sayuran organik, saat ini juga marak beredar kelompok sayuran yang dikenal sebagai sayuran transgenik. Misalnya kentang transgenik, kedelai transgenik dan sebagainya. Tanaman jenis ini merupakan produk rekayasa genetik yang secara umum dikenal sebagai GMO (*Genetically Modified Organism*). GMO adalah organisme (dalam hal ini lebih ditekankan kepada tanaman dan hewan) yang telah mengalami modifikasi genome (rangkain gen dalam khromosome) sebagai akibat ditransformasikannya satu atau lebih gen asing yang berasal dari organisme lain (dari species yang sama sampai divisio yang berbeda). Gen yang ditransformasikan diharapkan dapat mengeluarkan atau mengekspresikan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.

2.3.2. Kandungan Gizi Sayuran

Kandungan gizi setiap sayuran berbeda-beda dan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu perbedaan varietas, keadaan cuaca tempat tumbuh, pemeliharaan tanaman, cara pemanenan, tingkat kematangan saat pemanenan, dan kondisi penyimpanan.

Kandungan Air

Pada umumnya sayur-sayuran mempunyai kadar air yang tinggi yaitu sekitar 70-95%, sehingga apabila tidak disimpan pada kondisi dingin, kondisi ini memicu terjadinya kerusakan yang berupa kelayuan secara cepat akibat menguapnya sebagian air yang terkandung sayuran melalui proses respirasi. Dengan demikian untuk mempertahankan kesegaran sayuran, biasanya pedagang di pasar tradisional seringkali memercikan air ke sayuran yang diperjualbelikan untuk mencegah layu. Sedangkan di pasar-pasar swalayan (supermarket) penyimpanan sayuran sudah ditempatkan pada rak-rak yang kondisi suhunya terjaga disesuaikan dengan kondisi penyimpanan sayuran, sehingga sayuran lebih tahan kesegarannya.

Karbohidrat

Secara umum karbohidrat di dalam sayur-sayuran sebagian besar terdapat dalam bentuk selulosa yang tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia. Dengan kondisi ini sayuran dimanfaatkan sebagai komoditas yang baik untuk

melancarkan pencernaan oleh selulosa yang dikandungnya. Selain dalam bentuk selulosa, karbohidrat dalam sayuran juga terdapat dalam bentuk pati dan gula. Contoh sayuran dengan kadar pati tinggi yaitu jagung, kentang, buncis dan biji-bijian lainnya. Sedangkan contoh sayuran yang berkadar gula tinggi adalah jagung manis.

Kandungan pati pada sayuran bervariasi tergantung pada umur sayuran tersebut. Pada jenis sayuran yang sama pemanenan pada usia sayuran masih muda biasanya kandungan patinya lebih rendah dibandingkan pemanenan lebih tua. Seringkali selama penyimpanan pati yang terkandung dalam sayuran akan berubah menjadi gula. Perubahan menjadi gula biasanya dalam bentuk glukosa, fruktosa dan sukrosa. Sukrosa merupakan disakarida, maka oleh

adanya enzim invertase gula ini dapat dihidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa dan fruktosa hasil pemecahan dari sukrosa oleh adanya enzim invertase disebut gula invert. Proporsi glukosa dan fruktosa hasil pemecahan mempunyai perbandingan 1:1.

Jika pati dalam sayuran selama penyimpanan akan berubah menjadi gula, sebaliknya sayuran yang berkadar gula tinggi seperti dicontohkan di atas yaitu jagung manis, selama penyimpanan pada suhu kamar gula tersebut dapat berubah menjadi pati. Sehingga seringkali jagung manis setelah beberapa hari penyimpanan sudah tidak berasa manis lagi.

Kandungan gizi beberapa jenis sayuran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3. Kandungan gizi beberapa jenis sayuran

Jenis Sayuran	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Bayam	86,9	3,5	0,5	6,5
Cabe Merah segar	90,9	1,0	0,3	7,3
Daun Pepaya	75,4	8,0	2,0	11,9
Daun Ketela pohon	77,2	6,8	1,2	13,0
Jagung muda	63,5	4,1	1,3	30,3
Jamur kuping segar	93,7	3,8	0,6	0,9
Taoge kacang hijau	92,4	2,9	0,2	4,1
Taoge kacang kedelai	81,0	9,0	2,6	6,4

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1972)

Vitamin dan Mineral

Secara umum sayur-sayuran sangat baik sebagai sumber vitamin dan mineral bagi menu makanan kita, mengingat sebagian besar sayur-sayuran kaya akan vitamin, terutama vitamin A dan C. Sayuran yang banyak mengandung vitamin A contohnya wortel, sedangkan sayuran yang banyak mengandung vitamin C misalnya tomat. Jenis vitamin lain yang dikandung sayuran adalah vitamin B₁ (thiamin) dan mineral

seperti kalsium (Ca) dan besi (Fe). Kandungan vitamin dan mineral beberapa sayuran dapat dilihat pada tabel berikut.

Vitamin mempunyai karakteristik tidak stabil atau mudah mengalami perubahan. Vitamin C misalnya mudah teroksidasi atau mudah rusak oleh pengaruh cahaya dan suhu tinggi. Perubahan vitamin C dalam bentuk %tase kehilangan vitamin C oleh pengaruh suhu dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kandungan vitamin dan mineral beberapa jenis sayuran

Macam sayuran	Kalsium (mg)	Besi (mg)	Vit A (S.I)	Vit B ₁ (mg)	Vit C (mg)
Bayam	267	3,9	6090	0,08	80
Daun katuk	204	2,7	10370	0,10	239
Daun kelor	440	7,0	11300	0,21	220
Daun ketela pohon	165	2,0	11000	0,12	275
Daun pepaya	353	0,8	18250	0,15	140
Sawi	220	2,9	6460	0,09	102
Tomat (matang)	5	0,5	1500	0,06	40
Wortel	39	0,8	12000	0,06	6

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1972)

Tabel 2.5. Kehilangan vitamin C dalam sayuran pada penyimpanan

Jenis sayuran	Kondisi penyimpanan		
	Hari	Suhu (°C)	Kehilangan (%)
Asparagus	1/7	1/2	5/50
Brokoli	1/4	7/7	20/35
Buncis	1/4	7/7	10/20
Bayam	2/3	0/1	5/5

*) Harris, Von Loesecke (1960) dalam Tien dkk (1992)

Vitamin C (asam askorbat) biasanya berada dalam bentuk tereduksi dan teroksidasi sebagai asam dehidroaskorbat secara bersama-sama. Dalam kondisi basa dan pH netral, asam dehidroaskorbat mengalami hidrolisa membentuk asam diketogulonat. Bentuk asam diketogulonat tidak mempunyai aktivitas sebagai vitamin C, dan bahan akan berwarna coklat akibat reaksi Maillard.

2.4. Daging

Daging dapat dideskripsikan sebagai sekumpulan otot yang melekat pada kerangka. Daging juga dapat didefinisikan sebagai otot tubuh hewan atau manusia termasuk tendon pengikatnya (Syarif dan Dradjat, 1977). Bagian-bagian lain dari tubuh hewan seperti hati, ginjal, otak, dan jaringan-jaringan otot lainnya yang dapat dimakan masih tergolong dalam pengertian daging. Beberapa jenis hewan yang secara umum dikenal sebagai penghasil daging konsumsi meliputi : sapi, kerbau, kambing, domba, unggas, dan babi. Hewan-hewan lainnya seperti kelinci, kuda, kalkun dan lain-lain juga sering dimanfaatkan untuk diambil dagingnya.

2.4.1 Nilai Gizi Daging

Daging secara umum sangat baik sebagai sumber asam amino esensial, dan mineral-mineral tertentu. Vitamin dan asam-asam lemak esensial tertentu juga terkandung dalam daging. Pada bagian-bagian tertentu dari daging seperti hati dikenal sebagai sumber vitamin-vitamin A, B₁, dan asam nikotinat. Kandungan asam-asam amino di dalam daging segar (*fresh meat*) dapat dilihat pada tabel II.7.

Pada tabel tersebut terlihat bahwa komposisi asam amino esensial seperti leusin, lisin, dan valin daging sapi lebih tinggi dibanding daging babi atau domba. Sedangkan kandungan threoninnya lebih rendah. Perbedaan-perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti letak posisi daging, umur daging dari hewan pada saat disembelih, lingkungan tempat hewan dibudidayakan, genetik, spesies, pakan, stress dan faktor keturunan (*breed*). Juga dilaporkan bahwa kandungan arginin, valin, metionin, isoleusin, dan phenilalanin meningkat (relatif terhadap konsentrasi asam amino) sejalan dengan bertambahnya umur hewan (Gruhn, 1965, dalam Lawrie, 1991).

Tabel 2.6. Konsentrasi asam amino dalam daging segar pada berbagai jenis hewan

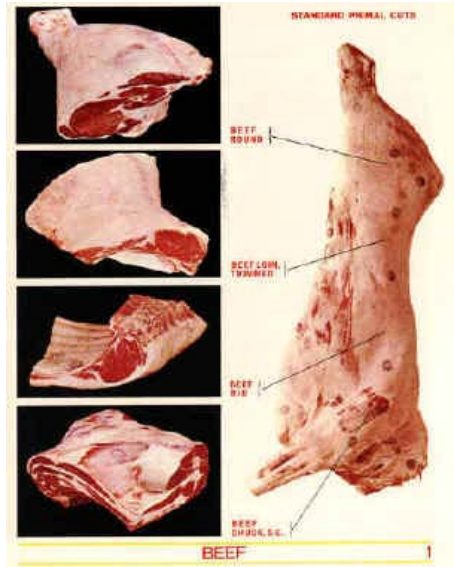
Asam amino	Kategori	Daging sapi	Domba
Isoleusin	Esensial	5,1	4,8
Leusin	Esensial	8,4	7,4
Lysin	Esensial	8,4	7,6
Metionin	Esensial	2,3	2,3
Cystin	Esensial	1,4	1,3
Phenylalanin	Esensial	4,0	3,9
Threonin	Esensial	4,0	4,9
Triptophan	Esensial	1,1	1,3
Valin	Esensial	5,7	5,0
Arginin	Esensial untuk infant	6,6	6,9
Histidin	Esensial untuk infant	2,9	2,7
Alanin	Non esensial	6,4	6,3
Asam aspartat	Non esensial	8,8	8,5
Asam glutamat	Non esensial	14,4	14,4
Glisin	Non esensial	7,1	6,7
Prolin	Non esensial	5,4	4,8
Serin	Non esensial	3,8	3,9
Tirosin	Non esensial	3,2	3,2

Sumber : Lawrie (1991)

Komponen asam-asam amino esensial yang terkandung dalam daging sangat penting dalam menentukan mutu dari nilai gizi protein. Mutu protein sangat dipengaruhi atau sangat ditentukan oleh perbandingan asam-asam amino yang terkandung di dalam protein tersebut. Suatu protein dikatakan bermutu tinggi apabila menyediakan asam-asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia.

2.4.2. Sifat Fisik-Morfologik Daging

Sifat morfologik daging berkaitan dengan aspek-aspek bentuk, ukuran, warna, sifat permukaan, dan susunan. Bentuk daging sekaligus dapat dikaitkan dengan bentuk karkas dan ukurannya. Bentuk karkas sapi misalnya sangat berbeda dari sisi bentuk dan ukurannya jika dibandingkan dengan karkas daging ayam. Tampilan bentuk dan ukuran karkas sapi dan ayam dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7a Karkas sapi



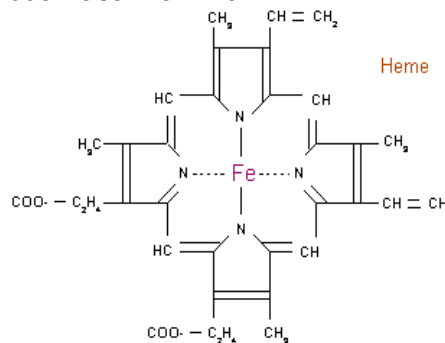
Gambar 2.7b. Karkas Ayam

Sifat fisik-morfologik lain seperti warna daging juga dapat dikaitkan dengan sifat bentuk dan ukuran, untuk membedakan suatu komoditas. Warna daging sapi secara umum dapat dibedakan dengan warna daging ayam. Warna daging sapi berwarna merah, sedangkan warna daging ayam secara umum berwarna putih.

Warna daging dipengaruhi oleh kandungan mioglobin. Mioglobin merupakan pigmen yang menentukan warna daging segar. Kandungan mioglobin yang tinggi menyebabkan warna daging lebih merah dibandingkan dengan daging yang mempunyai kandungan mioglobin rendah.

Kadar mioglobin pada daging berbeda-beda dipengaruhi oleh spesies, umur, kelamin, dan aktifitas fisik. Daging dari ternak yang lebih muda lebih cerah

dibandingkan warna daging ternak yang lebih tua. Daging dari ternak jantan lebih gelap dibandingkan daging ternak betina. Struktur kimia mioglobin dapat dilihat pada Gambar berikut. Struktur mioglobin terdiri atas sebuah gugusan heme dari sebuah molekul protein globin. Heme dalam mioglobin disebut feroprotoporfirin, karena terdiri atas sebuah porfirin yang mengandung satu atom besi (Fe). Protein globin merupakan sebuah molekul polipeptida yang terdiri atas 150 buah asam amino.

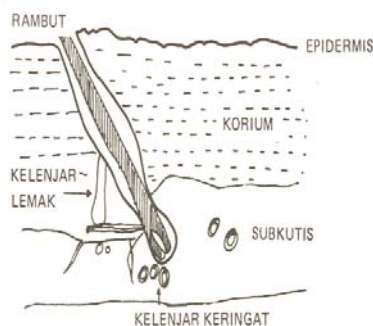


Gambar 2.8. Struktur kimia mioglobin (Lawrie R.A. 1991)

Susunan daging berkaitan dengan struktur daging. Struktur daging hewan secara umum terdiri atas komponen: kulit, serat otot daging, tenunan pengikat, tenunan lemak, pembuluh-pembuluh darah, syaraf, tulang dan tulang rawan.

Kulit

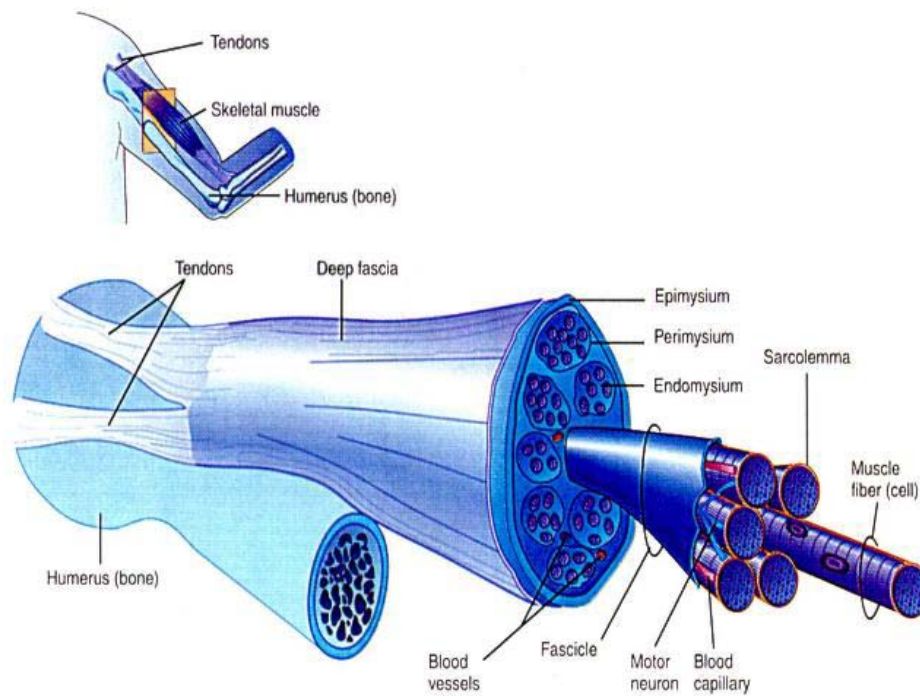
Kulit merupakan lapisan terluar dari struktur daging. Struktur utama kulit terdiri atas 3 lapisan utama, yaitu berturut-turut dari luar adalah epidermis pada permukaan, korium dan subkutis. Lapisan epidermis adalah lapisan tipis sebelah luar dari kulit yang berongga-rongga untuk tumbuhnya rambut. Korium adalah lapisan kedua dari kulit yang terbentuk dari anyaman-anyaman serat kolagen dan elastin. Subkutis terdiri dari tenunan serta kolagen dan elastin yang lebih longgar dan di dalamnya terdapat endapan-endapan lemak. Ukuran, sifat dan banyaknya lemak terdapat dalam lapisan subkutis menentukan ketegangan dan kelembekan kulit (Hidayat dan Adiati, 1977). Struktur dari kulit dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.9. Struktur kulit hewan (Syarief H. 1977)

Serat Otot Daging

Daging dibentuk oleh 2 bagian utama yaitu serat-serat otot berbentuk rambut dan tenunan pengikat. Serat-serat otot daging diikat kuat oleh tenunan pengikat dan menghubungkannya dengan tulang. Bentuk serat-serat otot daging dengan tenunan pengikatnya dapat dilukiskan seperti pada gambar 2.10.

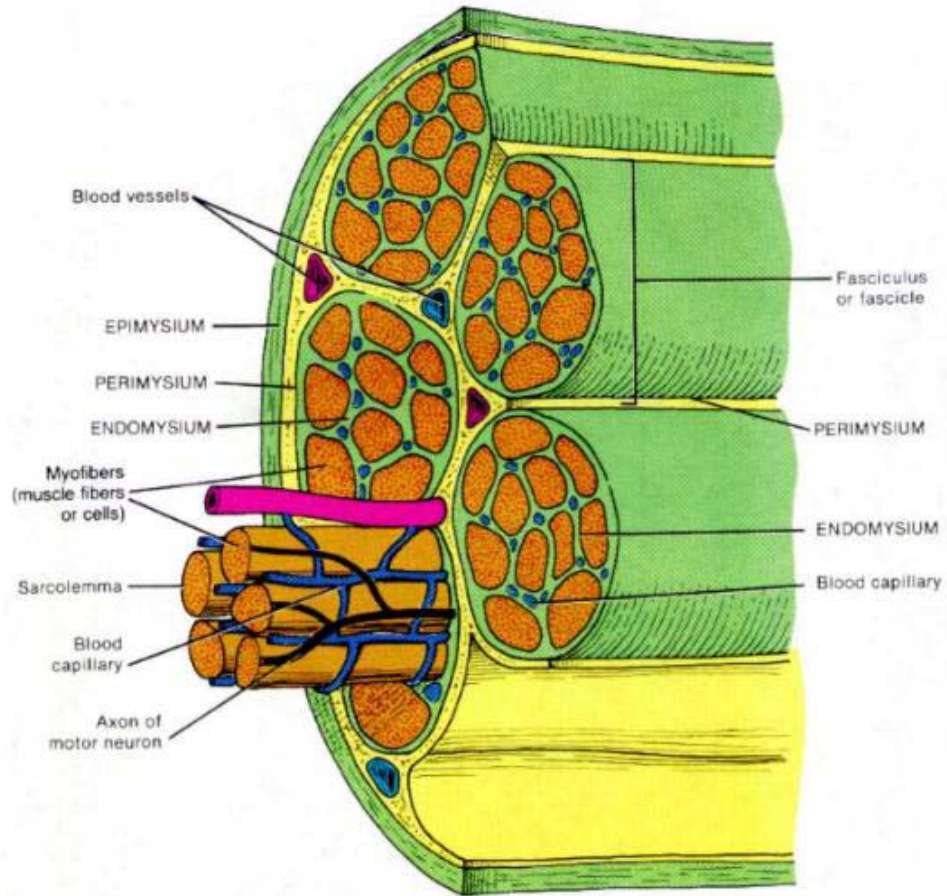


Gambar 2.10. Penampang otot

Otot daging yang terdapat pada hewan ada 3 macam, yaitu otot daging bergaris melintang, otot daging halus, dan otot jantung yang mempunyai bentuk khas.

Otot daging melintang terdiri atas sel-sel yang berbentuk silinder yang disebut serat-serat otot. Setiap sel mengandung beberapa inti sel yang terletak dekat dengan bagian luarnya. Serat-serat sel diikat seluruhnya oleh tenunan pengikat yang terdiri atas endomisium, perimisium, dan epimisium. Endomisium adalah tenunan pengikat yang mengikat setiap serat-serat otot daging. Perimisium adalah tenunan pengikat yang mengikat gabungan atau bundel beberapa serat otot. Epimisium adalah tenunan pengikat yang

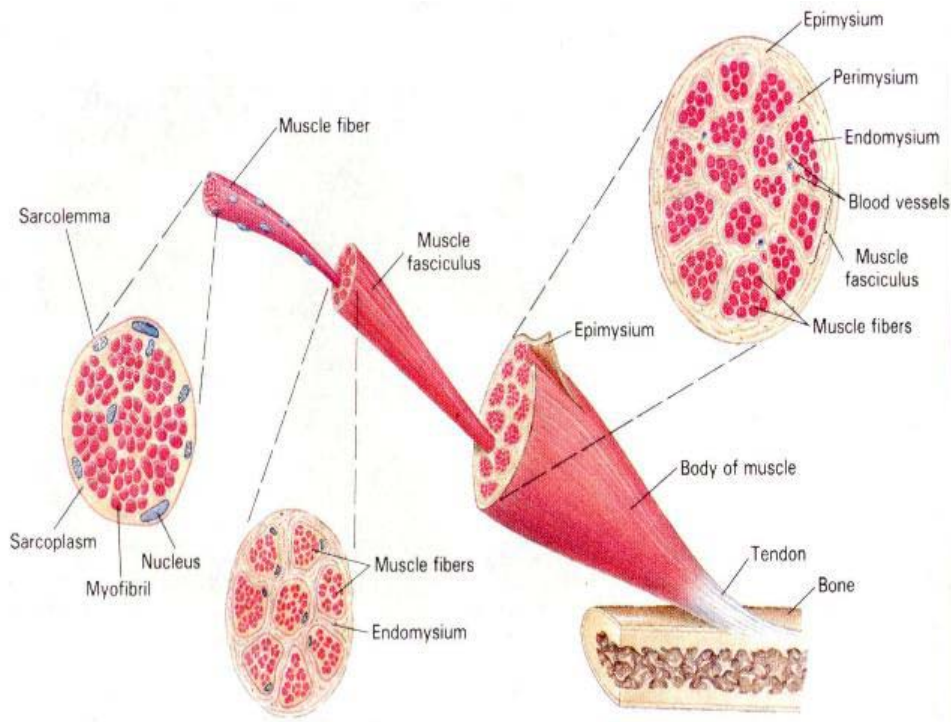
menyelimuti seluruh bundel serat-serat otot membentuk otot daging. Ilustrasi lain dari penampang otot daging tersaji pada gambar berikut.



Gambar 2.11. Penampang otot daging (*faculty.etsu.edu*)

Bagian-bagian dari serat otot daging secara detail dapat dilihat dibawah mikroskop. Serat-serat otot daging terlihat berupa kumpulan serat-serat kecil panjang dengan garis tengah antara 2-3 mikron yang tersusun sejajar. Serat-serat tersebut dinamakan miofibril. Diseluruh bagian serat-serat miofibril terdapat kandungan bahan yang disebut sarkoplasma. Seluruh serat-serat miofibril dibungkus oleh selaput tipis yang disebut sarkolema. Setiap kelompok serat miofibril yang terbungkus

sarkolema, satu sama lain diikat dengan tenunan pengikat endomisium. Penampang serat-serat otot daging dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.12. Penampang serat otot daging (*en.wikibooks.org*)

Sel-sel otot daging mengandung campuran kompleks dari protein, lemak, karbohidrat, garam-garam dan gugusan lainnya. Protein yang terdapat dalam serat-serat otot daging terdiri atas aktin dan miosin.

Komponen karbohidrat dalam daging terdapat dalam bentuk glikogen.

Tenunan Pengikat

Tenunan pengikat terdiri atas beberapa sel yang agak besar membentuk serat-serat. Tenunan pengikat bermacam-macam bentuknya, dari mulai yang tipis dan lunak sampai yang tebal dan kenyal seperti tendon dan ikat sendi atau ligamen. Tendon adalah

tenunan pengikat yang menghubungkan otot daging dengan struktur lainnya, misalnya tulang.

Karkas

Istilah karkas dibedakan dari daging. Daging adalah bagian yang sudah tidak mengandung tulang, sedangkan karkas adalah daging yang belum dipisahkan dari tulang atau kerangkanya. Karkas juga diartikan sebagai hewan setelah mengalami pemotongan, pengkulitan, dibersihkan dari jerohan, dan kaki-kaki bagian bawah juga telah mengalami pemotongan (Syarief H., dan Dradjat A., 1977). Karkas biasanya juga sudah dipisahkan dari kepala. Menurut FAO/WHO (1974) dalam

Muchtadi dan Sugiyono, (1992) pengertian karkas lebih diperjelas lagi yaitu bagian tubuh hewan yang telah disembelih, utuh, atau dibelah sepanjang tulang belakang, yang hanya kepala, kaki, kulit, organ bagian dalam (jeroan), dan ekor yang dipisahkan.

Menurut Muchtadi dan Sugiyono, (1992) ada lima tahap yang harus dilalui untuk memperoleh karkas. Tahap-tahap itu meliputi inspeksi ante mortem, penyembelihan, penuntasan darah, *dressing*, dan inspeksi pascamortem.

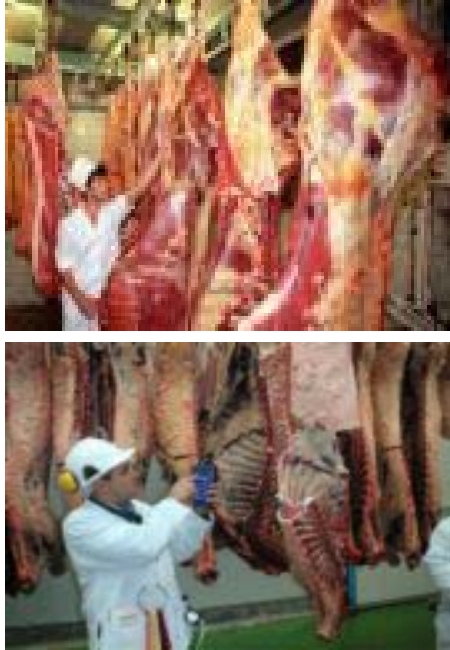
Inspeksi ante mortem adalah pemeriksaan penyakit dan kondisi abnormal ternak sebelum disembelih. Kondisi fisik ternak sebelum disembelih harus bebas dari sakit dan luka, bergizi baik, tidak lapar, tidak stress, cukup istirahat, serta kulit bersih dan kering.

Tahap berikutnya baru bisa dilaksanakan apabila hasil dari kegiatan inspeksi ante mortem memenuhi kriteria yang dipersyaratkan. Setelah memenuhi persyaratan, hewan kemudian dilakukan penyembelihan. Penyembelihan dilakukan dengan memotong pembuluh darah, jalan napas, serta jalan makanan. Penyembelihan yang baik dengan mengkondisikan hewan dalam keadaan tenang dan dilakukan secepat mungkin. Biasanya penyembelihan dilakukan di rumah pemotongan hewan (*abbatoir*) Untuk melakukan penyembelihan secara cepat dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan misalnya pisau yang cukup tajam.

Faktor-faktor lain yang harus diperhatikan adalah sanitasi tempat atau lingkungan tempat penyembelihan. Tempat penyembelihan harus dalam keadaan bersih. Kondisi tempat atau lingkungan penyembelihan yang terjaga kebersihannya, sangat menguntungkan untuk mengurangi kontaminasi mikroba.

Tahap berikutnya adalah penuntasan darah. Darah dari rangkaian proses penyembelihan harus semaksimal mungkin dikeluarkan dari daging, karena darah dapat memicu timbulnya kontaminasi mikroba. Cara penuntasan darah biasanya dilakukan dengan menggantung hewan yang disembelih sehingga memudahkan darah menetes ke bawah. Penggantungan setelah tahap pematangan juga memudahkan tahap berikutnya (*dressing*). Ilustrasi penggantungan hewan setelah penyembelihan dapat dilihat pada gambar berikut.





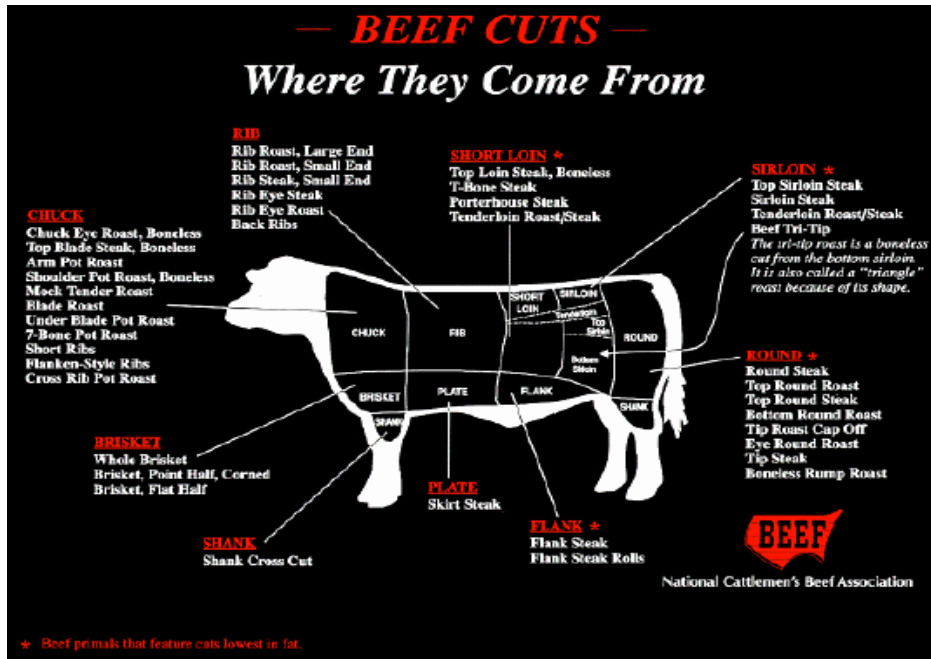
Gambar 2.13. Penggantungan hewan setelah proses penyembelihan

Tahap berikutnya adalah *dressing*. *Dressing* adalah pemisahan bagian kepala, kulit dan jeroan dari tubuh ternak. Kemudian daging berikut tulang dari karkas dilakukan pemotongan dengan tujuan diperoleh potongan-potongan dengan ukuran yang mudah ditangani.

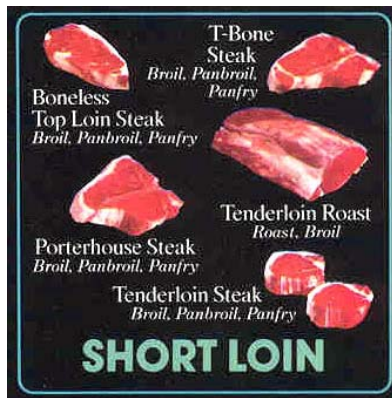
Karkas biasanya dibelah menjadi dua sepanjang garis tengah tulang punggung. Kemudian belahan-belahan tersebut dipotong lebih lanjut masing-masing menjadi dua potongan bagian depan (*fore quarters*) dan dua potongan belakang yang disebut *hind quarters*.

Empat potongan daging *quarters* tersebut kemudian masing-masing dipotong lebih lanjut menjadi *whole cuts* atau *prime cuts*. *Fore quarters*

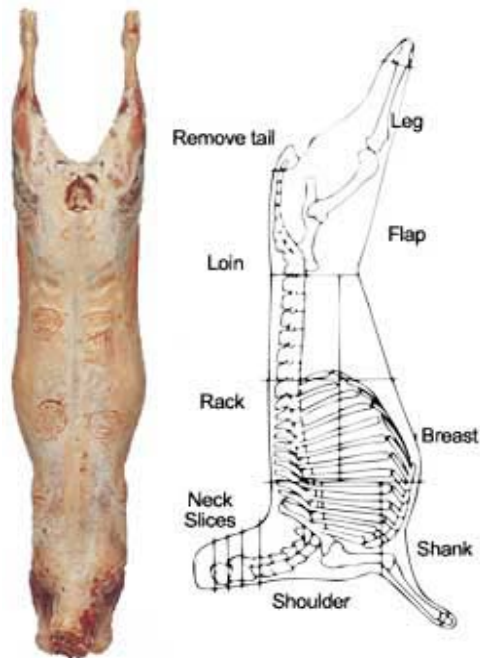
dibagi menjadi 4 bagian yaitu bagian atas disebut *chuck*, dan *rib*, sedangkan bagian bawah *brisket* dan *shot plat*. Bagian belakang *hind quarters* dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian pinggang disebut *short loin* dan *sirloin*. Bagian perut disebut *flank* dan bagian paha disebut *round* yang didalamnya terdapat *rump*. Penampang karkas daging sapi dan daging kambing dengan bagian-bagian potongan daging dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.14. Penampang karkas sapi dengan potongan bagian-bagian daging



Gambar 2. 15. Contoh potongan-potongan bagian short loin dari daging



Gambar 2.16. Penampang karkas kambing dengan potongan bagian-bagian daging

Pembagian potongan dan pemberian nama karkas seringkali berbeda-beda untuk setiap jenis hewan seperti terlihat pada gambar di atas. Misal pada karkas kambing pada bagian leher dibawah potongan kepala ada bagian yang diberi nama *neak*. Sedangkan pada karkas sapi ada bagian yang dekat dengan bagian leher diberi nama *chuck*. Masing-masing potongan daging pada karkas tersebut bermakna karena terkait dengan mutu. Disamping itu masing-masing potongan mempunyai ciri khas untuk digunakan dalam pengolahan. Potongan-potongan dan pemberian nama pada karkas tersebut lajim dilakukan di Amerika dan Eropa. Untuk Indonesia sendiri seringkali mempunyai nama yang berbeda.

2.4.3. Sifat Fisiologi Daging

Sifat fisiologi daging sangat menarik untuk dipelajari. Terjadinya fenomena-fenomena seperti variasi perubahan tekstur pascapenyembelihan dan pematangan perlu dikaji lebih mendalam.

Jika dilakukan pentahapan proses yang didasarkan pada urutan proses yang terjadi pascapenyembelihan, proses awal yang terjadi pada daging dikenal dengan istilah pre rigor, kemudian diikuti rigor mortis kemudian diakhiri dengan post rigor atau pasca rigor.

Hewan setelah disembelih, proses awal yang terjadi pada daging adalah pre rigor. Setelah hewan mati, metabolisme yang terjadi tidak lagi sebagai metabolisme aerobik tapi menjadi metabolisme anaerobik karena tidak terjadi lagi sirkulasi darah ke jaringan otot. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya asam laktat yang semakin lama semakin menumpuk. Akibatnya pH jaringan otot menjadi turun. Penurunan pH terjadi perlahan-lahan dari keadaan normal (7,2-7,4) hingga mencapai pH akhir sekitar 3,5-5,5. Sementara itu jumlah ATP dalam jaringan daging masih relatif konstan sehingga pada tahap ini tekstur daging lentur dan lunak. Jika ditinjau dari kelarutan protein daging pada larutan garam, daging pada fase prerigor ini mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan daging pada fase postrigor. Daging pada fase prerigor. Hal ini disebabkan pada fase ini hampir 50% protein-protein daging yang larut dalam larutan garam, dapat diekstraksi keluar dari jaringan (Forrest *et al*, 1975). Karakteristik ini sangat baik apabila daging pada fase ini digunakan untuk pembuatan produk-produk yang membutuhkan sistem emulsi pada tahap proses pembuatannya. Mengingat pada sistem emulsi dibutuhkan kualitas dan jumlah protein yang baik untuk berperan sebagai emulsifier.

Tahap selanjutnya yang dikenal sebagai tahap rigor mortis. Pada tahap ini, terjadi perubahan tekstur pada daging. Jaringan otot menjadi keras, kaku, dan tidak

mudah digerakkan. Rigor mortis juga sering disebut sebagai kejang bangkai. Kondisi daging pada fase ini perlu diketahui kaitannya dengan proses pengolahan. Daging pada fase ini jika dilakukan pengolahan akan menghasilkan daging olahan yang keras dan alot. Kekerasan daging selama rigor mortis disebabkan terjadinya perubahan struktur serat-serat protein. Protein dalam daging yaitu protein aktin dan miosin mengalami *cross-linking*. Kekakuan yang terjadi juga dipicu terhentinya respirasi sehingga terjadi perubahan dalam struktur jaringan otot hewan, serta menurunnya jumlah adenosin triphosphat (ATP) dan kreatin phosphat sebagai penghasil energi (Muchtadi dan Sugiyono, 1992). Jika penurunan konsentrasi ATP dalam jaringan daging mencapai 1 mikro mol/gram dan pH mencapai 5,9 maka kondisi tersebut sudah dapat menyebabkan penurunan kelenturan otot. Pada tingkat ATP dibawah 1 mikro mol/gram, energi yang dihasilkan tidak mampu mempertahankan fungsi retikulum sarkoplasma sebagai pompa kalsium, yaitu menjaga konsentrasi ion Ca di sekitar miofilamen serendah mungkin.

Akibatnya, terjadi pembebasan ion-ion Ca yang kemudian berikatan dengan protein troponin. Kondisi ini menyebabkan terjadinya ikatan elektrostatik antara filamen aktin dan miosin (aktomiosin). Proses ini ditandai dengan terjadinya pengerutan atau kontraksi serabut otot yang tidak dapat balik (*irreversible*). Penurunan kelenturan otot terus berlangsung

seiring dengan semakin sedikitnya jumlah ATP. Bila konsentrasi ATP lebih kecil dari 0,1 mikro mol/gram, terjadi proses rigor mortis sempurna. Daging menjadi keras dan kaku. Keadaan rigor mortis yang menyebabkan karakteristik daging alot dan keras memerlukan waktu yang cukup lama sampai kemudian menjadi empuk kembali.

Melunaknya kembali tekstur daging menandakan dimulainya fase post rigor atau pascarigor. Melunaknya kembali tekstur daging bukan diakibatkan oleh pemecahan ikatan aktin dan miosin, akan tetapi akibat penurunan pH. Pada kondisi pH yang rendah (turun) enzim katepsin akan aktif mendesintegrasi garis-garis gelap Z pada miofilamen, menghilangkan daya adhesi antara serabut-serabut otot. Enzim katepsin yang bersifat proteolitik, juga melonggarkan struktur protein serat otot.

Mutu daging dikaitkan dengan aspek konsumsi (*the eating quality of meat*) dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi:

- a. Warna
- b. *Water holding capacity* dan *Juiciness*
- c. Tekstur dan keempukan
- d. *Odor dan Taste*

2.5. Komoditas Hasil Perikanan

2.5.1. Pengertian Komoditas Hasil Perikanan

Komoditas hasil perikanan secara umum adalah semua sumber perikanan yang diperoleh dari perairan darat maupun laut yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan manusia maupun keperluan lainnya (Djojoseptono dkk., 1982). Merujuk dari pengertian tersebut, yang termasuk ke dalam hasil perikanan tidak terbatas hanya ikan dengan segala jenisnya, akan tetapi semua hasil perikanan seperti udang, kepiting, kerang, tripang, cumi-cumi, rumput laut dan hasil perikanan lainnya dikelompokkan ke dalam komoditas ini.

Hasil-hasil perikanan secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Ikan , contoh : tuna, bawal, kembung, lemuru
- Udang, contoh : udang barong, udang jerbung, udang galah
- Kerang-kerangan, contoh : kerang, remis, bukur, simping
- Rumput laut, contoh ; Echeumas, laminaria

2.5.2. Pengelompokan Ikan

Khususnya ikan dengan segala jenisnya, dapat dikelompokkan berdasarkan tempat hidup atau habitatnya yaitu: a). Ikan laut b). Ikan darat dan c) Ikan migrasi.

Ikan laut adalah ikan yang hidup dan berkembang biak di laut yang airnya berasa asin. Apabila ikan laut ini diangkat dan dimasukkan ke dalam air tawar, maka ikan tersebut akan mati. Berdasarkan kedalaman laut dimana ikan dapat hidup dan berkembang biak, maka ikan laut dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu ikan yang dapat berkembang biak di lapisan epktotik dan dispatik. Lapisan epktotik adalah laut dengan kedalaman air dari permukaan sampai 80 meter, sedangkan dispatik mempunyai kedalaman 80 meter sampai 200 meter yang disebut daerah *Pelagium*. Ikan yang hidup di lapisan pelagium dinamakan ikan pelagis, Contoh ikan hering dan tuna. Golongan kedua adalah ikan yang dapat hidup dan berkembang biak pada kedalaman air dari 200 meter sampai dasar laut atau disebut dengan lapisan *Bethylium*, contoh ikan kod .

Ikan darat adalah ikan yang hidup dan berkembang biak di air tawar, misalnya di sungai, danau, kolam atau rawa. Contohnya adalah ikan mas, mujair, gurame, tawes, lele, nila dan sebagainya. Seperti halnya ikan laut, apabila ikan darat dipindahkan ke laut, maka golongan ikan darat ini akan mengalami kematian juga.

Ikan migrasi adalah golongan ikan yang hidup di laut tetapi bertelur di sungai-sungai, contoh ikan salem.

Beberapa jenis ikan perlu mendapatkan perhatian karena racun yang dikandungnya. Racun

tersebut biasanya terdapat di bagian kepala atau isi perutnya, jarang dijumpai racun ikan terkandung di bagian daging. Jenis ikan beracun tentu saja tidak dapat dikonsumsi oleh manusia. Beberapa jenis ikan yang tergolong beracun adalah:

- a. Ikan buntek (*Globe Fish*)
- b. Beberapa jenis *Mullet* (sebangsa belanak)
- c. *Baracuda* (alu-alu)
- d. *Sturgen Fishes*
- e. *Puffers*
- f. *Ilisha* dan anggota-anggota dari *Tetradontidae* seperti *Trigger Fish*, *Sevell Fish* dan *Ocean sun fish*

2.5.3. Morfologi Ikan

Tinjauan morfologi erat kaitannya dengan bentuk, ukuran, dan warna. Bentuk beberapa jenis ikan bermacam-macam, ada yang berbentuk pipih, peluru torpedo, panah, bahkan ada yang bentuknya menyerupai ular. Ikan yang mempunyai bentuk pipih contoh ikan tambak, sedangkan yang berbentuk peluru torpedo adalah ikan tuna, salem, kod, dan hering. Ikan berbentuk parang contoh ikan panah, dan yang bentuknya menyerupai ular adalah ikan belut. Contoh bentuk-bentuk ikan dapat dilihat pada gambar 2.15.

Ukuran dari komoditas ikan sangat beragam dikaitkan dengan kebiasaan atau selera pada saat dikonsumsi. Jenis ikan yang sama seringkali dipasarkan dengan

berbagai ukuran menyesuaikan keinginan dan selera konsumen. Ikan mas misalnya, ada yang dijual dengan ukuran kecil untuk tujuan digoreng, sedangkan untuk pepes dibutuhkan ikan mas dengan ukuran sedang sampai besar. Jenis ikan teri biasanya dihendaki ukuran ikan yang sangat kecil. Ukuran juga dapat digunakan untuk mengelompokkan ikan berdasarkan mutunya (*grading*), contoh udang. Udang dengan ukuran besar harganya juga lebih mahal dibandingkan dengan udang dengan ukuran sedang maupun kecil.



Gambar 2.17. Bentuk-bentuk ikan (Hidayat dkk, 1977)

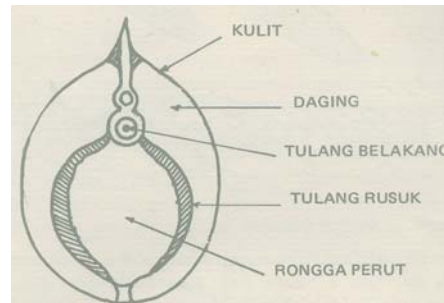
Sifat morfologi yang berkaitan dengan warna ikan sangat menarik untuk dipelajari. Berbagai jenis ikan dengan beraneka warna menjadi kekayaan alam perairan Indonesia yang sudah sepatutnya disyukuri. Warna ikan bermacam-macam mulai dari hitam, abu-abu, kuning, merah, jingga, biru, hijau dan sebagainya. Beberapa ikan berwarna polos hanya mengandung satu warna, sedangkan yang lainnya ada yang berwarna belang-belang terdiri dari beberapa warna. Warna ikan pada umumnya selain berfungsi untuk mempercantik diri, juga berfungsi sebagai pertahanan diri untuk menyamar atau bersembunyi dari serangan musuh.

Sel yang menjadi sumber warna pada ikan disebut kromatofora atau iridosit. Kromatofora menimbulkan warna-warni pada kulit ikan seperti merah, kuning, hitam dan sebagainya. Iridosit (disebut juga sel cermin) dapat menimbulkan sifat pemantulan cahaya yang besar sehingga kulit ikan kelihatan berkilau.

2.5.4. Struktur Ikan

Struktur ikan dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu : kepala, badan, dan ekor. Pada masing-masing bagian utama tersebut didukung oleh struktur yang juga sangat penting. Pada bagian kepala terdapat insang. Bagian badan ikan melekat kulit, otot daging, dan perut. Bagian perut terdapat bermacam-macam sirip yang terdiri dari sirip dada, sirip perut, sirip anus, dan sirip punggung. Bagian ekor terdapat sirip ekor.

Rangka tubuh ikan ditopang oleh tulang-tulang dan tulang rawan yang membujur dari depan ke belakang. Bagian utama rangka adalah tulang belakang yang terdiri dari berpuluh-puluh tulang belakang. Tulang rusuk ikan yang tumbuh pada bagian depan tulang belakang berfungsi untuk menjaga bagian isi perut. Pada beberapa jenis ikan, tulang rusuk ini sangat panjang, tetapi pada beberapa jenis lainnya sangat pendek. Penampang melintang bagian tulang belakang, tulang rusuk, daging dan rongga perut dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Penampang melintang badan ikan (Hidayat dkk, 1977)

2.5.5. Hasil perikanan bernilai ekonomis penting

Beberapa jenis ikan dikelompokkan ke dalam ikan-ikan yang mempunyai nilai ekonomis penting. Beberapa pertimbangan yang digunakan antara lain:

- Nilai dari kandungan gizi
- Nilai jual

Nilai dari kandungan gizi

Beberapa jenis ikan mempunyai kandungan gizi yang tinggi. Kandungan gizi dimaksud adalah : protein, vitamin, karbohidrat, mineral, minyak dan lain-lain.

Ikan-ikan dengan karakteristik kandungan gizi tinggi memberikan nilai ekonomis yang penting dalam perdagangan. Selain sebagai bahan mentah, produk-produk yang dihasilkan mempunyai prospek yang tinggi, misalnya ikan dengan kandungan minyak/lemak tinggi dapat diekstrak komponen gizinya tersebut untuk diperdagangkan menjadi produk dengan nilai jual yang tinggi. Contoh produk yang cukup familier dari hasil ekstraksi bagian tubuh ikan adalah minyak hati ikan Kod. Produk ini banyak dikonsumsi oleh anak-anak, untuk meningkatkan pertumbuhan dan kembangannya.

Nilai jual

Pertimbangan ini berkaitan dengan nilai tukar sebagai bahan atau sebagai produk akhir yang didapat dari hasil penjualan.

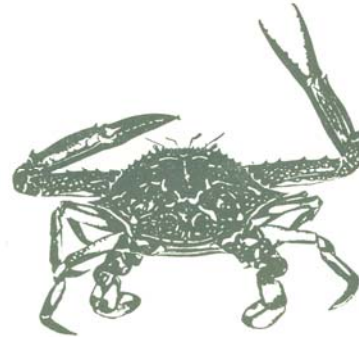
Pertimbangan terhadap nilai jual seringkali berlaku untuk ikan-ikan jenis tertentu yang secara alami tidak mengandung nilai gizi yang tinggi, dengan pertimbangan memiliki potensi yang cukup tinggi dan menguntungkan apabila diperjual-belikan. Contoh jenis-jenis ikan air tawar yang mempunyai karakteristik ini adalah ikan mas, gurame, ikan teri, mujair, sepat dan lain-lainnya. Sedangkan

dari jenis ikan laut antara lain: tuna, tenggiri, kakap, bawal, lemuru, cucut, pari, kembung.

Beberapa contoh ikan yang mempunyai nilai ekonomi penting tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



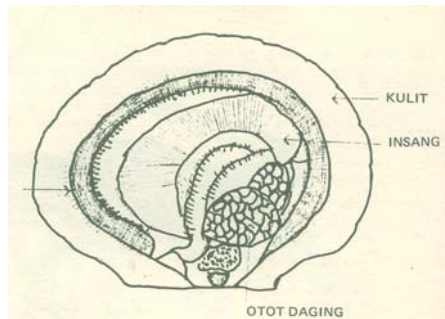
Gambar 2.19. Udang (Hidayat dkk, 1977)



Gambar 2.20. Kepiting (Syarief dkk, 1977)



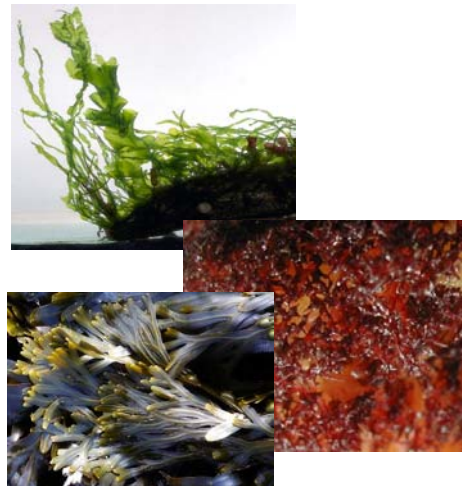
Gambar 2.21. Cumi-cumi (Syarief, dkk, 1977)



Gambar 2.22 Kerang (Hidayat dkk, 1977)

Rumput laut (sea weeds)

Rumput laut merupakan salah satu komoditi hasil laut yang penting. Disamping banyak kegunaannya, rumput laut juga sebagai penghasil devisa negara dengan nilai ekspor yang terus meningkat setiap tahunnya. Kegunaan rumput laut sangat luas, yaitu : sebagai bahan dasar dalam industri kembang gula, kosmetik, es krim, media cita rasa, kue, saus, pengalengan ikan/daging, obat-obatan, manisan, dodol dan sebagainya. Potensi ini juga didukung besarnya potensi wilayah perairan di Indonesia dan dukungan kebijakan pemerintah melalui Dirjen Perikanan dan Kelautan yang menggalakkan program bantuan bagi petani dalam hal teknik budidaya, pengolahan, pemasaran, dan kerjasama dengan pihak-pihak swasta.



Gambar 2.23. Beberapa contoh rumput laut (www.healing.harvest.ie)

Rumput laut dalam ilmu pengetahuan dikenal sebagai *Algae*. Jenis-jenis rumput bernilai ekonomi penting adalah *Acanthopeltia*, *Gracilaria*, *Gelidella*, *Gelidium*, *Pteroccladia* (penghasil agar-agar), *Chondrus*, *Eucluma*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Iriclaea*, *Phyllophora* (penghasil karagenan), *Furcellaria*, *Ascophyllum*, *durvillea*, *Ecklonia*, *Turbinaria* .

2.5.6. Kemunduran Mutu dan Proses Pembusukan Ikan

Komoditas pangan secara umum mempunyai sifat mudah mengalami kerusakan (*perisable*). Demikian juga dengan ikan, ikan secara alami mengandung komponen gizi seperti lemak, protein , karbohidrat dan air yang sangat disukai oleh mikroba perusak sehingga ikan sangat mudah mengalami kerusakan bila disimpan pada suhu kamar.

Proses Kemunduran Mutu

Secara umum ikan diperdagangkan dalam keadaan sudah mati dan seringkali dalam keadaan masih hidup. Pada kondisi hidup tentu saja ikan dapat diperdagangkan dalam jangka waktu yang lama. Sebaliknya dalam kondisi mati ikan akan segera mengalami kemunduran mutu.

Segera setelah ikan mati, maka akan terjadi perubahan-perubahan yang mengarah kepada terjadinya pembusukan. Perubahan-perubahan tersebut terutama disebabkan adanya aktivitas enzim, kimiawi dan bakteri.

Enzim yang terkandung dalam tubuh ikan akan merombak bagian-bagian tubuh ikan dan mengakibatkan perubahan rasa (*flavor*), bau (*odor*), rupa (*appearance*) dan tekstur (*texture*). Aktivitas kimiawi adalah terjadinya oksidasi lemak daging oleh oksigen. Oksigen yang terkandung dalam udara mengoksidasi lemak daging ikan dan menimbulkan bau tengik (*rancid*).

Perubahan yang diakibatkan oleh bakteri dipicu oleh terjadinya kerusakan komponen-komponen dalam tubuh ikan oleh aktivitas enzim dan aktivitas kimia. Aktivitas kimia menghasilkan komponen yang lebih sederhana. Kondisi ini lebih disukai bakteri sehingga memicu pertumbuhan bakteri pada tubuh ikan.

Dalam kenyataannya proses kemunduran mutu berlangsung sangat kompleks. Satu dengan lainnya saling kait mengait, dan bekerja secara simultan.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan secara cepat, maka harus selalu dihindarkan terjadinya ketiga aktivitas secara bersamaan

Perubahan-perubahan Ikan Setelah Ikan Mati

▪ *Hyperaemia*

Hyperaemia merupakan proses terlepasnya lendir dari kelenjar-kelenjar yang ada di dalam kulit. Proses selanjutnya membentuk lapisan bening yang tebal di sekeliling tubuh ikan. Pelepasan lendir dari kelenjar lendir, akibat dari reaksi khas suatu organisme. Lendir tersebut terdiri dari gluko protein dan merupakan substrat yang baik bagi pertumbuhan bakteri.

▪ *Rigor Mortis*

Seperti terjadi pada daging sapi dan daging hewan lainnya, fase ini ditandai oleh mengejangnya tubuh ikan setelah mati. Kekejangan ini disebabkan alat-alat yang terdapat dalam tubuh ikan yang berkontraksi akibat adanya reaksi kimia yang dipengaruhi atau dikendalikan oleh enzim. Dalam keadaan seperti ini, ikan masih dikatakan sebagai segar.

▪ **Autolysis**

Fase ini terjadi setelah terjadinya fase rigor mortis. Pada fase ini ditandai ikan menjadi lemas kembali. Lembeknya daging ikan disebabkan aktivitas enzim yang semakin meningkat sehingga terjadi pemecahan daging ikan yang selanjutnya menghasilkan substansi yang baik bagi pertumbuhan bakteri.

▪ **Bacterial decomposition (dekomposisi oleh bakteri)**

Pada fase ini bakteri terdapat dalam jumlah yang banyak sekali, sebagai akibat fase sebelumnya. Aksi bakteri ini mula-mula hampir bersamaan dengan autolysis, dan kemudian berjalan sejajar.

Bakteri menyebabkan ikan lebih rusak lagi, bila dibandingkan dengan autolisis.

Bakteri adalah jasad renik yang sangat kecil sekali, hanya dapat dilihat dengan mikroskop yang sangat kuat dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Jenis-jenis bakteri tersebut adalah: *Pseudomonas*, *Proteus*, *Achromobacter*, *Terratia*, dan *Elostridium*.

Selama ikan masih dalam keadaan segar, bakteri-bakteri tersebut tidak mengganggu. Akan tetapi jika ikan mati, suhu badan ikan menjadi naik, mengakibatkan bakteri-bakteri tersebut segera menyerang. Segera terjadi pengrusakan jaringan-jaringan tubuh ikan, sehingga lama

kelamaan akan terjadi perubahan komposisi daging. Mengakibatkan ikan menjadi busuk. Bagian-bagian tubuh ikan yang sering menjadi target serangan bakteri adalah :

- Seluruh permukaan tubuh
- Isi perut
- Insang

Beberapa hal yang menyebabkan ikan mudah diserang oleh bakteri adalah sebagai berikut:

- Ikan segar dan kerang-kerangan mengandung lebih banyak cairan dan sedikit lemak, jika dibanding dengan jenis daging lainnya. Akibatnya bakteri lebih mudah berkembang biak.
- Struktur daging ikan dan kerang-kerangan tidak begitu sempurna susunannya, dibandingkan jenis daging lainnya. Kondisi ini memudahkan terjadinya penguraian bakteri.
- Sesudah terjadi peristiwa rigor, ikan segar dan kerang-kerangan mudah bersifat alkaline/basa. Kondisi ini memberikan lingkungan yang sesuai bagi bakteri untuk berkembang biak.

Kemunduran mutu ikan oleh pengaruh fisik

Kemunduran mutu ikan juga dapat terjadi oleh pengaruh fisik. Misal kerusakan oleh alat tangkap waktu ikan berada di dek, di atas kapal dan selama ikan disimpan dipalka. Kerusakan yang dialami ikan secara fisik ini disebabkan karena penanganan yang kurang baik. Sehingga menyebabkan luka-luka

pada badan ikan dan ikan menjadi lembek. Hal-hal ini dapat disebabkan karena:

- Ikan berada dalam jaring terlalu lama, misal dalam jaring trawl, penarikan trawl terlalu lama. Kondisi ini dapat menyebabkan kepala atau ekor menjadi luka atau patah.
- Pemakian ganco atau sekop terlalu kasar, sehingga melukai badan ikan dan ikan dapat mengalami pendarahan.
- Penyimpanan dalam palka terlalu lama.
- Penanganan yang ceroboh sewaktu penyiangan, mengambil ikan dari jaring, sewaktu memasukkan ikan dalam palka, dan membongkar ikan dari palka.
- Daging ikan juga akan lebih cepat menjadi lembek, bila kena sinar matahari.

2.5.7. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Penurunan Mutu Ikan.

Cara Penangkapan

Ikan yang ditangkap dengan alat *trawl*, *pole*, *line*, dan sebagainya akan lebih baik keadaannya bila dibandingkan dengan yang ditangkap menggunakan *ill-net* dan *long-line*. Hal ini dikarenakan pada alat-alat yang pertama, ikan yang tertangkap segera ditarik di atas dek, sedangkan pada alat-alat yang kedua ikan yang tertangkap dan mati dibiarkan terendam agak lama di dalam air. Kondisi ini menyebabkan keadaan ikan sudah tidak segar sewaktu dinaikkan ke atas dek.

Reaksi Ikan Menghadapi Kematian

Ikan yang dalam hidupnya bergerak cepat, contoh tongkol, tenggiri, cucut, dan lain-lain, biasanya meronta keras bila terkena alat tangkap. Akibatnya banyak kehilangan tenaga, cepat mati, rigor mortis cepat terjadi dan cepat pula berakhir. Kondisi ini menyebabkan ikan cepat membusuk. Berbeda dengan ikan bawal, ikan jenis ini tidak banyak memberi reaksi terhadap alat tangkap, bahkan kadang-kadang ia masih hidup ketika dinaikkan ke atas dek. Jadi masih mempunyai banyak simpanan tenaga. Akibatnya ikan lama memasuki rigor mortis dan lama pula dalam kondisi ini. Hal ini menyebabkan pembusukan berlangsung lambat.

Jenis dan Ukuran Ikan

Kecepatan pembusukan berbeda pada tiap jenis ikan, karena perbedaan komposisi kimia ikan. Ikan-ikan yang kecil membusuk lebih cepat dari pada ikan yang lebih besar.

Keadaan Fisik Sebelum Mati.

Ikan dengan kondisi fisik lemah, misal ikan yang sakit, lapar atau habis bertelur lebih cepat membusuk.

Keadaan Cuaca

Keadaan udara yang panas berawan atau hujan, laut yang banyak bergelombang, mempercepat pembusukan.

2.5.8. Ciri-ciri Ikan Segar

Penilaian kesegaran mutu ikan dapat dilakukan dengan cara :

1. Penilaian secara organoleptik
2. Penilaian secara objektif.
 - a. Penilaian secara laboratories (secara fisis, mikrobiologis).
 - b. Penggunaan alat pengukur kesegaran (*freshness tester*).

Penilaian mutu secara organoleptik yaitu cara pengujian mutu yang dilakukan hanya mempergunakan panca-indra. Cara ini sangat sederhana dan cepat dikerjakan, tetapi tingkat ketelitiannya tergantung dari kepekaan penguji.

Di laboratorium dapat dilakukan pengamatan dengan cara lebih seksama tetapi ini memerlukan waktu dan biaya cukup besar. Ciri-ciri ikan segar dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Persyaratan mutu sebagai bahan mentah/baku

Sebagai bahan makanan dipersyaratkan, bahwa bahan mentah yang nantinya akan dimakan oleh manusia harus mempunyai mutu, kesegaran dan kemurnian yang baik.

Berdasarkan tingkat kesegaran ikan, dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) golongan mutu bahan mentah yaitu :

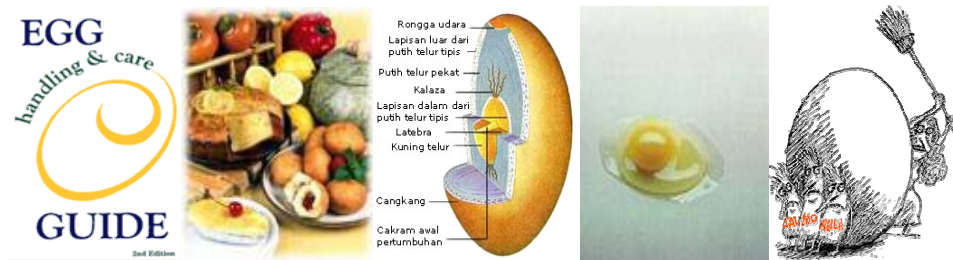
- Ikan dengan mutu terbaik (paling segar) , pada umumnya dijual dan dimasak dalam keadaan segar.
- Ikan dengan mutu sedang, pada umumnya diolah sebagai bentuk produk akhir yang siap untuk dijual.
- Ikan dengan mutu paling bawah (*BS- below standar*), pada umumnya diolah juga sebagai bentuk akhir yang sederhana (terasi, tepung ikan dan sebagainya).

Tabel 2.7. Ciri-ciri ikan segar dan ikan busuk.

No	Yang diamati	Ikan segar	Ikan busuk
1.	Mata	Cerah, bening, cembung, menonjol.	Pudar, berkerut tenggelam, cekung
2.	Insang	Merah, berbau segar tertutup, lendir bening.	Coklat/kelabu berbau asam, tertutup lendir keruh.
3.	Warna	Terang, lendir bening	Pudar, lendir kabur
4.	Bau	Segar seperti bau air laut	Asam busuk
5.	Daging	Kenyal, bila ditekan bekasnya segera kembali	Warna merah, terutama di sekitar tulang punggung
6.	Sisik	Menempel kuat pada kulit	Mudah lepas
7.	Dinding perut	Elastis	Menggelembung /pecah/isi perut keluar.
8.	Ikan utuh	Tenggalam dalam air	Terapung.

Sumber : Djojosestono dkk (1982).

2.6. TELUR



Telur termasuk makanan paling populer, hal ini dikarenakan telur bergizi tinggi, telur dapat diolah menjadi berbagai masakan. Merupakan salah satu sumber protein hewani, telur mengandung hampir semua zat makanan yang diperlukan oleh tubuh dengan rasa yang enak, mudah dicerna, harga relatif murah dibandingkan sumber hewani lainnya sehingga banyak disukai oleh masyarakat.

Di Indonesia, telur ayam dikelompokkan menjadi dua yaitu, telur ayam negeri dan telur ayam kampung. Telur ayam kampung memiliki ukuran lebih kecil, tetapi warna kuningnya lebih cerah. Masyarakat lebih menyukai telur ayam kampung dibandingkan telur ayam negeri, baik sebagai masakan maupun bahan kue.

Pada telur seringkali mengandung bakteri *Salmonella*, terutama pada bagian putih telur. Selama telur dalam kondisi utuh, bakteri ini tidak dapat berkembang. Karena nutrisi pada putih telur tidak mencukupi. Akan tetapi ketika membran dari putih telur mulai melemah, maka bakteri *Salmonella* dapat menembus membran kuning telur.

Kandungan nutrisi pada kuning telur tinggi, sehingga *Salmonella* mampu memperbanyak diri. Pada suhu penyimpanan telur yang relatif hangat maka *Salmonella* akan lebih cepat berkembang.

Pada telur retak, telur yang disimpan lama, telur dalam kondisi kotor (banyak kotoran ayam), maka telur tersebut akan lebih mudah tercemar oleh bakteri *Salmonella*. Telur yang terkontaminasi oleh bakteri patogen beresiko menyebabkan penyakit. Di Amerika diperkirakan kemungkinan jumlah telur yang terkontaminasi oleh *Salmonella* hanya 0,005% (1 dari 20.000 telur), namun demikian meskipun peluang terkontaminasi kecil, pemerintah Amerika menganjurkan untuk memasak telur dengan baik untuk memastikan keamanan konsumen. Proses pemasakan yang benar dapat membunuh bakteri *Salmonella*.

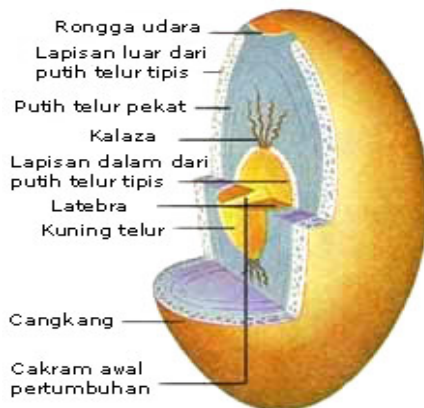
Telur yang disimpan pada suhu 30°C selama 6 jam, apabila *Salmonella* mampu menembus membran kuning telur, maka jumlah *Salmonella* pada telur tersebut dapat mencapai lebih dari 200.000.

Mengingat bakteri *Salmonella* dapat berada pada telur yang masih segar dan dapat menyebabkan penyakit yang serius pada manusia maka perlu adanya penanganan dan sistem transportasi telur yang baik dan benar.

2.6.1. Morfologi Bagian-bagian Telur

Bentuk telur bermacam-macam mulai dari hampir bulat sampai lonjong. Perbedaan bentuk ini umumnya disebabkan karena berbagai faktor, terutama yang berhubungan dengan induknya. Faktor-faktor tersebut adalah sifat turun-temurun (genetis), umur ayam pada saat bertelur dan sifat-sifat fisiologis di dalam tubuh induknya.

Bagian-bagian dari telur dapat dilihat pada gambar 2.22 berikut ini. Kualitas dari telur sangat menentukan kesegaran telur, dan keamanan pangan, karena pada telur yang rusak ada kemungkinan sudah tercemar oleh bakteri *Salmonella*.



Gambar 2.24. Bagian-bagian telur

Kulit telur sekitar 95,1 % terdiri dari garam-garam anorganik, 3,3 % bahan organik terutama protein dan 1,6 % sisanya adalah air. Bahan-bahan anorganik yang membentuk kulit telur adalah kalsium (Ca), magnesium (Mg), fosfor (P), besi (Fe), dan belerang (S).

Protein yang membentuk kulit telur terdiri dari serat-serat yang menyerupai kolagen pada tulang rawan. Pada lapisan membran, proteinnya membentuk musin dan keratin.

Putih telur mengandung air, protein, karbohidrat dan mineral. Protein terdiri dari lima bentuk yang berbeda-beda, yaitu : ovalbumin, ovomukoid, ovomusin, ovokonalmubin dan ovoglobumin. Ovalbumin paling banyak terdapat pada bagian putih telur, yaitu sekitar 75 %. Karbohidrat terdapat dalam jumlah sedikit, terdapat dalam bentuk manosa dan galaktosa.

Bagian kuning telur mengandung komposisi bahan lebih lengkap daripada putih telur, yaitu air, protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Protein kuning telur terdiri dari dua macam yaitu ovovitelin dan ovolitelin dengan perbandingan antara 4:1. Ovovitelin merupakan protein yang mengandung fosfor, sedangkan ovolitelin sedikit mengandung fosfor tetapi banyak mengandung belerang.

Lemak pada telur umumnya terletak dalam bagian kuning telur,

yaitu kira-kira sebanyak 99 %. Lemak dalam kuning telur terdiri dari trigliserida, fosfolipid, sterol dan serebrosida. Kebanyakan asam-asam lemaknya terdiri dari asam palmitat, oleat dan linoleat. Karbohidrat pada kuning telur terdapat dalam bentuk glukosa, galaktosa, polisakarida dan glikogen.

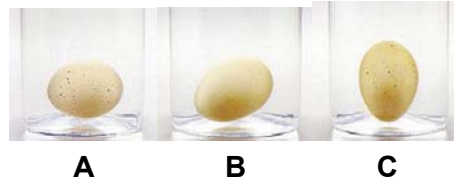
2.6.2. Kualitas Telur

Pada pembuatan kue, semakin segar telur yang digunakan maka pengembangan adonan makin baik. Karena itu pilih telur yang masih segar. Sulit untuk mengetahui usia telur di Supermarket atau di toko hanya dengan mengamati secara langsung. Karena warna kulit telur tidak menentukan kualitas telur.

Untuk mengetahui tingkat kesegaran telur, dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

- Sediakan gelas transparan dengan dasar gelas bergaris tengah agak lebar. Isilah gelas dengan air secukupnya. Masukkan telur ke dalamnya, amati posisi telur setelah sampai di dasar.
- Bila posisi telur terbaring sempurna di dasar gelas (tenggelam), maka menunjukkan bahwa usia telur sangat baru (gambar 2.24 A).
- Bila sebagian telur berdiri (melayang), menunjukkan telur sudah agak lama (diperkirakan umur satu minggu (gambar 2.24B).

- Bila telur berdiri tegak (mengapung), menunjukkan umur telur sudah lama (antara 2 - 3 minggu) seperti pada gambar 2.24C.



Gambar 2.25. Cara mendeteksi kesegaran telur (utuh)

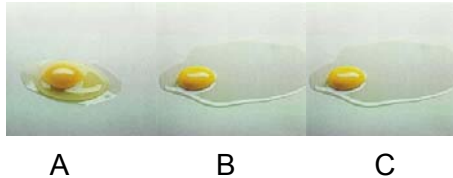
Selain dengan cara diatas, untuk mengetahui kesegaran telur dapat juga dilakukan dengan cara meneropong menggunakan sinar matahari atau lampu. Peneropongan ini juga dapat membedakan telur retak atau telur yang mengandung bahan lain di bagian dalam, seperti noda yang menyerupai darah. Teknik meneropong telur dengan menggunakan lampu dapat dilihat pada gambar 2.25. Untuk meneropong telur, maka bagian ujung telur yang lebih besar ditempelkan pada lampu, karena rongga udara telur terletak pada bagian tersebut. Pada saat meneropong telur akan terlihat bagian dari: rongga udara telur, putih telur dan kuning telurnya.



Gambar 2.26 : Teknik meneropong telur (Phillip J. Clauer, 1997).

Usia telur juga bisa dilihat bila kita memecahkan telur di atas piring, seperti pada gambar 2.26, kemudian amati:

- Telur yang masih baru, bila dipecahkan, bagian putihnya terlihat masih kental (gambar 2.26A).
- Telur dengan usia satu minggu, bagian putihnya lebih melebar (gambar 2.26B).
- Telur berusia 2 - 3 minggu bagian putihnya jauh lebih luas lagi, karena makin tua usia telur makin encer (gambar 2.26C).



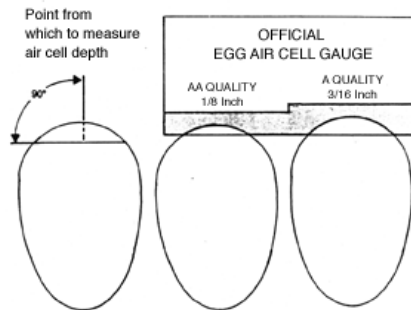
Gambar 2.27. Deteksi kesegaran telur dengan cara memecahkan telur

Untuk mengetahui kondisi telur retak atau tidak, dengan mengamati ada atau tidaknya garis putih pada permukaan kulit telur. Bila ada garis putih, maka menunjukkan bahwa telur tersebut retak.

Mutu telur selain ditentukan oleh tingkat kesegarannya, juga ditentukan berdasarkan pengelompokan berdasarkan ukuran telur (*grading*). Menurut USDA, grading telur juga bisa didasarkan pada kedalaman rongga udara telur. Makin kecil kedalaman rongga udara maka kualitas telur makin baik. Berikut ini adalah kualitas telur berdasarkan kedalaman rongga udara:

- Kualitas AA dengan kedalaman rongga udara 1/8 inch
- Kualitas A dengan kedalaman rongga udara 3/16 inch
- Kualitas B dengan kedalaman rongga udara lebih dari 3/16 inch

Pada gambar 2.27, menunjukkan cara mengukur kedalaman rongga udara pada telur. Makin dalam rongga udara yang terbentuk, menunjukkan bahwa umur telur makin lama. Hal ini dikarenakan adanya proses penguapan, sehingga makin lama umur telur maka penguapan makin banyak sehingga rongga udara makin dalam.



Gambar 2.28. Teknik pengukuran kedalaman telur (Phillip J. Clauer, 1997)

Umur simpan telur dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan kelembaban relatif selama telur berada di ruang penyimpanan. Hubungan antara suhu penyimpanan telur dengan kelembaban relatif pada tray telur dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8: Hubungan antara suhu ruang penyimpanan telur dengan kelembaban relative (RH) pada tray telur (Phillip J. Clauer, 1997)

No.	Suhu ruang penyimpanan	Telur (18,3 C) akan berkeringan jika RH pada ruang penyimpanan lebih dari....
1.	18.3°C (65°F)	83%
2.	21.1°C (70°F)	71%
3.	23.9°C (75°F)	60%
4.	26.7°C (80°F)	51%
5.	29.4°C (85°F)	43%
6.	32.2°C (90°F)	38%
7.	32.0°C (95°F)	32%
8.	37.8°C (100°F)	

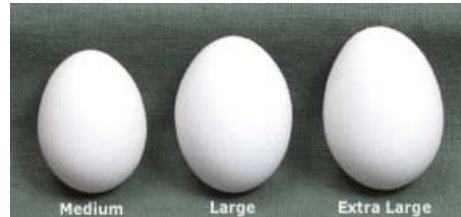
Beberapa negara menerapkan grading telur berdasarkan ukurannya. Ukuran telur yang umum adalah medium, besar (*large*), dan sangat besar (*extra large*), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.28. Beberapa faktor yang mempengaruhi grading telur, yaitu :

- Umur ayam
- Bibit ayam
- Berat ayam
- Nutrisi dari ransum ayam
- Kondisi lingkungan

Standar yang digunakan untuk mengklasifikasikan ukuran telur

oleh USDA merupakan berat bersih dari telur ayam (dalam ons/lusin) sebagai berikut:

- 1 lusin telur ukuran medium = 21 ons
- 1 lusin telur ukuran besar = 24 ons
- 1 lusin telur ukuran *extra large* = 27 ons



Gambar 2.29. Ukuran telur medium, besar (*large*) dan *extra large* (<http://www.hormel.com/templates/knowledge/knowledge.asp?catitemid=2&id=181>)

Beberapa contoh hasil grading telur yang sudah dikemas dapat dilihat pada gambar 2.30.



Gambar 2.30. Telur hasil grading dalam kemasan karton

2.7. Susu

Susu merupakan komoditas pangan yang memiliki nilai gizi yang tinggi. Susu merupakan sumber nutrisi protein, lemak, vitamin, mineral yang sangat bermanfaat bagi tubuh. Dalam pola menu makan, susu dikenal sebagai penyempurna diet seperti dikenal pada istilah empat sehat lima sempurna, dimana faktor kelima sebagai penyempurna adalah susu.

Secara umum susu merupakan hasil sekresi kelenjar susu dari hewan menyusui atau manusia untuk makanan anaknya.

2.7.1 Jenis- jenis susu

Meskipun susu pada umumnya dapat dihasilkan oleh semua hewan menyusui, namun yang dikonsumsi manusia di Indonesia khususnya adalah susu sapi dan kambing. Selain susu-susu tersebut, susu dari hewan lain juga kadang-kadang dimanfaatkan untuk dikonsumsi manusia, di antaranya susu kerbau, susu domba, dan susu unta. Saat ini juga marak munculnya susu kuda atau susu kuda liar. Susu jenis ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk tujuan pengobatan. Disamping susu yang berasal dari hewan, ada juga susu nabati seperti susu kedelai dan susu kacang hijau.

Identifikasi terhadap jenis-jenis susu tersebut seringkali didasarkan pada aroma dari susu. Susu kambing biasanya memberikan aroma *prengus* (anyir). Sedangkan aroma susu kedelai mengandung sedikit aroma langu dari kedelai atau dikenal sebagai *beany flavor*.

2.7.2. Karakteristik Umum Susu

Secara umum masyarakat mengenal susu sebagai komoditas pangan berbentuk cair dan berwarna putih kekuningan. Susu juga dapat diartikan sebagai cairan berbentuk koloid agak kental berwarna putih sampai kekuningan, tergantung dari jenis hewan, pakan/ransum dan jumlah lemaknya. Profil susu dapat dilihat pada gambar 2.30.



Gambar 2.31. Susu

Dalam jumlah besar susu kelihatannya berwarna putih atau kekuningan (*opaque*), tetapi dalam suatu lapisan tipis kelihatan transparan. Susu yang telah dipisahkan lemaknya, atau berkadar lemak rendah, kelihatan

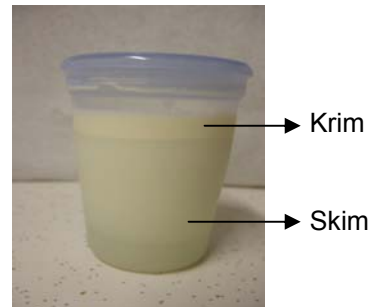
berwarna kebiru-biruan. Warna putih susu merupakan refleksi cahaya dari globula lemak, kalsium kaseinat dan koloid fosfat. Warna kekuningan yang sering nampak pada susu disebabkan oleh pigmen karoten yang berasal dari pakan hijauan.

Susu rasanya sedikit manis bagi kebanyakan orang, baunya agak harum atau bau khas susu. Jika terkena udara mengalir atau dipanaskan kadang-kadang baunya hilang. Di bawah mikroskop susu terlihat seperti cairan yang mengandung butiran-butiran. Butiran-butiran tersebut terdiri dari lemak. Butiran-butiran lemak dalam susu memiliki garis tengah berbeda-beda mulai dari 0,1-22 μ (mikron) (Hidayat dkk, 1977).

Krim dan Skim

Komponen utama susu terdiri dari dua lapisan yang dapat dipisahkan berdasar berat jenisnya. Komponen tersebut adalah kepala susu atau krim (*cream*) dan skim. Krim adalah bagian yang lebih ringan dari skim, terdapat di bagian atas susu. Bagian krim akan kelihatan jika susu yang baru diperah dibiarkan kira-kira 20-30 menit, maka bagian krim tersebut akan mengapung pada permukaan. Jumlah krim dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran lemak dalam susu. Volume krim kira-kira 12-20 % dari volume susu. Sebagian besar bahan yang terdapat di dalam krim adalah lemak. Skim adalah bagian yang

terdapat di bagian bawah krim. Komponen utama skim terdiri dari air dan protein .



Gambar 2.32. Pemisahan krim dan skim (www.breastfeedingsymbol.org)

Bagian krim dan skim susu dapat dipisahkan dengan alat pemisah krim yang lebih dikenal dengan nama *cream separator*. Pemisahan dilakukan dengan sistim pemutaran dengan menggunakan prinsip sentrifugasi. Oleh karena berat jenis (B_j) skim lebih besar dibanding krim, maka skim terletak di bagian bawah.



Gambar 2.33. Cream separator (www.cheesemaking.com)

Jika susu telah dipisahkan antara krim dengan skimnya, maka komposisi masing-masing bagian akan jauh berbeda. Krim banyak mengandung lemak, sedangkan skim lebih banyak mengandung protein. Krim dapat diolah menjadi mentega, sedangkan skim digunakan untuk hasil-hasil pengolahan susu lainnya.

Sistem emulsi, berat jenis dan titik beku susu

Susu merupakan suatu sistem emulsi yaitu emulsi lemak dalam air (O/W : *oil in water*). Air merupakan medium dispersi dari komponen-komponen lainnya. Komponen-komponen yang terdapat dalam susu sangat kompleks, mulai dari yang bersifat dispersi kasar dengan ukuran partikel $> 0,1 \mu$, dispersi koloid dengan ukuran partikel antara $0,001-0,1 \mu$.

Komponen-komponen yang terkandung di dalam susu meliputi: protein, lemak, gula, mineral, dan air. Komponen-komponen ini menyumbangkan peran yang besar pada berat jenis susu. Adanya komponen-komponen tersebut menyebabkan berat jenis susu lebih besar daripada air. Berat jenis susu umumnya berkisar antara $1,027-1,035 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Berat jenis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya jumlah kandungan bahan yang terdapat di dalamnya.

Titik beku susu lebih rendah dari air. Air membeku pada suhu 0°C ,

sedangkan susu membeku pada suhu rendah yaitu sekitar $-0,55$ sampai $-0,61^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan karena adanya bahan-bahan yang larut dalam susu, misalnya laktosa dan mineral-mineral. Lemak dan protein berpengaruh kecil terhadap titik beku susu. Oleh karena bahan-bahan yang larut seperti laktosa dan mineral tersebut kadarnya kecil, maka titik beku susu hampir konstan. Kenyataan ini dapat digunakan sebagai indikator adanya pemalsuan susu dengan cara ditambah air. Hasil penelitian menunjukkan penambahan air 1% v/v (satuan volume per volume), akan menaikkan titik beku kira-kira $0,0055 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.7.3. Komposisi susu

Susu mengandung komponen-komponen: air, lemak, protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Air menempati porsi terbesar yang terkandung dalam susu. Perbedaan komposisi rata-rata beberapa macam susu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.9. Komposisi rata-rata beberapa macam susu

Komposisi	Macam susu		
	Sapi	Kerbau	Kambing
Air, %	88,3	73,8	85,9
Protein, %	3,2	6,3	4,3
Lemak, %	3,5	12,0	2,3
Karbohidrat, %	4,3	7,1	6,6
Kalsium, mg/100g	143,0	216,0	98,0
Fosfor, mg/100g	60,0	101,0	78,0
Besi, mg/100g	1,7	0,2	2,7
Vit. A, SI	130,0	80,0	125,0
Vit. B1, mg/100g	0,03	0,04	0,06
Vit C, mg/100g	1,0	1,0	1,0

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan R.I. (1972) dalam Hidayat dkk, 1977)

Lemak susu adalah komponen yang paling penting dalam susu. Lemak susu berbentuk butiran, tersebar dalam susu sebagai emulasi lemak dalam medium air. Jumlah butiran lemak yang terdapat dalam susu kira-kira 2,5 sampai 5 milyar setiap mililiter, dengan ukuran butiran berkisar antara 0,1-22 μ . Perbedaan ukuran butiran lemak ini umumnya disebabkan karena pengaruh jenis dan tahap pembentukan susu. Sebagai contoh susu yang berasal dari sapi jenis Jersey dan Guernsey mengandung butiran-butiran lemak lebih besar daripada jenis Ayrshire dan Holstein.

Lemak susu mempunyai berat jenis sekitar 0,93. Oleh karena itu akan terapung di atas permukaan susu. Hasil pemisahan krim mengandung lemak antara 18-25 %. Lemak susu

tidak larut dalam air, tetapi dapat menyerap air sampai kira-kira 0,2 %. Lemak susu mudah sekali menyerap bau. Oleh karena itu adanya sifat tersebut, maka susu atau krim tidak diperbolehkan disimpan di tempat yang dekat dengan sumber bau-bauan. Sebagai contoh susu yang disimpan di dekat ikan akan berbau anyir seperti ikan.

Lemak susu mengandung beberapa macam asam lemak. Sebagian besar asam-asam lemak tersebut yaitu sekitar 82,7 % terdiri dari asam-asam lemak yang tidak menguap (*non-volatile*). Asam-asam lemak yang dimaksud adalah asam palmitat, stearat, oleat, laurat dan miristat. Kelompok asam lemak ini penting, khususnya dalam menentukan mutu mentega dilihat dari tingkat kekerasannya.

Asam-asam lemak lainnya sebanyak kira-kira 17 % merupakan asam-asam lemak *volatile* (mudah menuap), seperti asam butirrat, kaprilat, kaproat, dan kaprat. Golongan asam-asam lemak ini penting terutama untuk memberikan rasa dan bau yang khas pada krim atau mentega. Sebagaimana contoh asam butirrat memberikan rasa khas pada krim, tetapi juga bertanggung jawab terhadap ketengikan yang terjadi pada susu dan hasil-hasil susu.

Ada tiga macam protein yang penting dalam susu, yaitu kasein, laktalbumin dan laktoglobulin. Kasein kira-kira 80 % dari protein susu, laktalbumin 18 % dan laktoglobulin terdapat dalam jumlah kecil, yakni kira-kira 0,05-0,07%. Pada umumnya kandungan protein susu berhubungan langsung dengan lemak. Hubungan tersebut tampak pada persamaan berikut :

$$\% \text{ protein} = 2,78 + 0,42 (\% \text{ lemak} - 2,78)$$

Protein terbesar dalam susu sebagai dispersi koloid. Namun demikian laktalbumin mungkin merupakan larutan murni.

Kasein dalam susu berbentuk butiran-butiran berwarna putih kekuning-kuningan. Dalam keadaan murni, kasein tidak mempunyai rasa dan bau, warnanya putih salju. Warna putih inilah yang menyebabkan susu juga berwarna putih. Di dalam susu, kasein ditemukan bergabung dengan kalsium dan dikenal

sebagai kalsium kaseinat. Dengan alat "*cream separator*" sebagian besar kandungan kasein akan terbawa ke bagian skim.

Melalui sentrifusi, kasein dapat dipisahkan. Di bawah mikroskop elektron kasein berbentuk butiran dengan garis tengah antara 30-300 m μ . Selain dengan cara sentrifusi kasein juga dapat dipisahkan dengan cara lain, yaitu dengan cara mengasamkan susu skim pada pH 4,6-4,7 maka kasein akan mengendap. Cara kedua untuk mengendapkan kasein dengan pemberian renet. Renet adalah enzim renin yang diperoleh dari dinding usus anak sapi. Cara kedua ini biasanya dilakukan untuk mengendapkan protein susu di dalam pembuatan keju.

Protein yang masih tertinggal dalam larutan setelah kasein diendapkan disebut "whey protein" atau protein serum susu. Di dalam protein serum susu ini terdapat laktalbumin yang larut dan laktoglobulin yang tidak larut. Laktalbumin dan laktoglobulin masing-masing adalah protein albumin dan globulin. Albumin adalah protein yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan-larutan garam encer.

Protein susu mengandung 10 jenis asam amino esensial yaitu arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, treonin, triptofan, valin dan fenilalanin. Di samping itu juga mengandung asam-asam amino lainnya yaitu glisin, prolin, sistin, asam aspartat, asam glutamat, serin dan tirosin.

Karbohidrat yang terdapat pada susu terbesar adalah laktosa dengan rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$. Di samping laktosa terdapat juga karbohidrat lain dalam jumlah sangat kecil. Di antaranya glukosa dan galaktosa masing-masing sebanyak 7,5 dan 2 mg/100 ml. Kandungan laktosa dalam susu sapi umumnya tetap yaitu antara 4-5 %. Laktosa adalah dalam bentuk disakarida yang terdiri dari molekul glukosa dan galaktosa. Laktosa berbeda dengan gula pasir (sukrosa) terutama dalam hal tingkat kemanisan, kelarutan dan keaktifannya dalam reaksi kimia. Gula pasir umumnya lebih manis kira-kira 6 kali dari laktosa. Kelarutan laktosa dalam air lebih rendah daripada gula pasir.

Sifat kurang larut laktosa perlu diperhatikan terutama dalam pembuatan es krim dan susu kental manis. Konsentrasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan timbulnya endapan-endapan kristal laktosa pada bahan tersebut di atas.

Di samping komponen utama yaitu air, protein, lemak dan gula, susu juga mengandung komponen-komponen lain yang umumnya terdapat dalam jumlah kecil. Komponen-komponen tersebut adalah mineral, vitamin, pigmen dan enzim. Didalam susu sapi terdapat mineral-mineral utama yaitu kalsium 15,9 %, fosfor 11,2 %, kalium 21,8 %, natrium 6,7 %, magnesium 1,6 %, besi 0,1 %, ehlor 14,5 % dan belerang 1,3 %.

Selain itu ada beberapa mineral lagi yang terdapat dalam jumlah sangat kecil yaitu barium, boron, tembaga, latium, rubidium, strontium, titanium, seng, silikon, alumunium, mangan dan yodium.

Susu mengandung vitamin-vitamin A, D, E, K, C, riboflavin (B_2), tiamin (B_1), niasin, asam pantotenat, piridoksin (B_6), biotin, inositol, cholin dan asam folat.

Didalam susu terdapat dua macam pigmen, yaitu yang satu larut dalam air dan yang lain larut dalam lemak. Pigmen yang larut dalam air adalah ribolfavin yang sebelumnya disebut laktoflavin. Pigmen ini memberikan warna hijau kekuningan, terdapat pada serum susu. Umumnya pigmen ini tidak hanya terdapat pada susu sapi, tetapi juga pada hewan menyusui lainnya. Pigmen yang larut dalam lemak adalah karoten. Karoten memberikan warna kuning pada susu. Tidak semua hewan menyusui, warna susunya kuning, misalnya susu kambing dan susu unta berwarna putih. Pigmen yang terdapat pada susu umumnya berasal dari makanan sapi yang mengandung karoten.

Enzim terdapat secara normal pada susu. Beberapa enzim yang terdapat pada susu adalah katalase, reduktase, laktase, galaktase, amilase, fosfatase dan peroksidase.

2.7.4 Perubahan Sifat Susu

Susu adalah bahan yang mudah sekali rusak, terutama karena adanya enzim yang secara normal terdapat dalam susu dan juga karena mikroba yang terdapat di dalamnya. Mikroba dapat berasal dari dalam tubuh hewan yang sakit, atau karena kontaminasi dari luar.

Susu bila dibiarkan begitu saja di udara terbuka, akan menimbulkan berbagai kerusakan. Kerusakan yang terjadi ditandai dengan timbulnya bau asam karena serangan mikroba terhadap gula. Kerusakan yang lain ditandai dengan susu menjadi kental atau pecah atau menggumpal akibat asam yang dihasilkan oleh bakteri, akibatnya protein akan mengendap. Untuk mencegah kerusakan, maka susu harus disimpan di dalam lemari pendingin (*refrigerator*). Sebelum disimpan maka susu dipasteurisasi. Tujuan pasteurisasi untuk mematikan bakteri patogen dan pembusuk.

Susu yang dipanaskan akan mengalami perubahan sifat, seperti perubahan pada citarasa, bau, kekentalan dan kadar lemaknya. Rasa masak dan bau gula terbakar akan terasa pada susu setelah dipanaskan. Susu yang dipanaskan pada suhu pasteurisasi, kekentalannya akan berkurang, tetapi susu yang dipanaskan pada suhu tinggi, kekentalannya bertambah.

2.7.5 Komoditas Curai

2.7.5.1 Pengertian Komoditas Curai

Komoditas curai adalah komoditas hasil pertanian atau produk olahannya yang mempunyai sifat mudah berpindah atau mudah mengalir. Contoh komoditas yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah biji-bijian (serealia), kacang-kacangan, tepung atau bubuk, serta komoditas hasil pertanian yang berbentuk cair. Beberapa komoditas yang termasuk ke dalam kelompok biji-bijian meliputi: padi, jagung, gandum, sorgum dan lain-lainnya. Kelompok kacang-kacangan: kacang tanah, kedele, kacang koro, benguk dan lain-lainnya. Contoh komoditas pangan berbentuk cair : nira, sedangkan komoditas berbentuk tepung biasanya merupakan hasil olahan setengah jadi.

Beberapa kelompok komoditas curai mempunyai arti penting berkaitan dengan status ketahanan pangan di Indonesia. Untuk saat ini ketahanan pangan mengandalkan pada ketersediaan beras bagi masyarakat. Namun demikian pada dasarnya komoditas lain dapat mendukung tangguhnya kondisi ketahanan pangan di Indonesia, sehingga kasus-kasus rawan pangan yang banyak melanda daerah-daerah tertentu di Indonesia dapat dihindari. Jagung dan kelompok umbi-umbian misalnya, dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan pangan pokok. Penggunaan komoditas non

beras sebagai bahan pangan pokok sebenarnya sudah cukup lama menjadi tradisi konsumsi bagi masyarakat di daerah-daerah tertentu di Indonesia. Jagung misalnya, komoditas ini sudah cukup lama dikonsumsi sebagai bahan makanan pokok bagi masyarakat Madura dan sekitarnya. Demikian juga dengan masyarakat Gorontalo gencar melakukan gerakan konsumsi jagung yang menjadi andalan komoditas di daerah tersebut. Beberapa contoh komoditas curai akan dideskripsikan sebagai berikut.

2.7.5.2 Padi (*Oryza sativa*)

Padi merupakan komoditas hasil pertanian yang diperoleh dari tanaman padi (*Oryza sativa*). Padi setelah melalui beberapa proses penanganan dan pengolahan menghasilkan nasi yang merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia.

Di Indonesia terdapat berbagai jenis padi dengan karakteristik fisik yang berbeda. Jenis padi tersebut seperti: padi bulu, padi gundil, dan padi cere. Jenis padi bulu ditandai dengan butir gabahnya berbulu dan berekor, padi gundil jika gabahnya berekor pendek, sedangkan padi cere jika gabahnya tidak berbulu atau berekor. Sifat lain berkaitan dengan kemudahan rontok, juga berbeda dari jenis-jenis padi tersebut. Padi jenis cere misalnya, gabahnya mempunyai sifat mudah sekali rontok. Sebaliknya gabah dari jenis padi bulu tidak mudah rontok.

Perbedaan karakteristik fisik jenis padi tersebut pada umumnya memberikan kualitas rasa nasi yang berbeda. Padi bulu jika dimasak relatif menghasilkan rasa nasi yang paling enak (*Jawa: pulen*), sehingga jenis padi ini harganya pun juga relatif paling tinggi. Padi gundil menghasilkan rasa nasi sedang, harganya pun juga relatif sedang. Sedangkan jenis padi cere menghasilkan nasi yang relatif kurang enak. Jenis padi ini harganya juga paling murah. Kualitas nasi yang dihasilkan berkaitan dengan ratio fraksi amilosa dan amilopektin yang terkandung di dalam pati padi. Secara umum semakin tinggi fraksi amilopektin, akan menghasilkan kualitas nasi yang semakin enak (*pulen*). Jenis-jenis beras yang banyak dikenal masyarakat cukup banyak antara lain: pandan wangi, rojo lele, IR dan sebagainya.

Kondisi saat ini dimana banyak masyarakat miskin sulit memenuhi kebutuhan hidupnya, pemerintah mempunyai kebijakan pengadaan beras miskin (*raskin*). Beras miskin diperuntukkan bagi masyarakat yang tidak mampu dengan harga jual sangat murah.

Bentuk dan ukuran butir gabah berbeda-beda untuk tiap varietas padi. Butir beras berwarna putih kelam, kecoklat-coklatan, merah bahkan ada yang kehitaman terutama pada beras ketan. Istilah umum yang dikenal di masyarakat ada yang memberi istilah beras merah, beras ketan putih, beras ketan hitam dan sebagainya.

Perbedaan antara beras dengan beras ketan secara fisik adalah kelengketannya. Beras ketan mempunyai karakteristik lebih lengket dibanding beras biasa. Sifat lengket tersebut dipengaruhi oleh ratio fraksi amilopektin yang tinggi dibanding beras biasa.

Proses Pemanenan dan Pasca Panen Padi

Umur tanaman padi untuk bisa dipanen memiliki kisaran bervariasi. Ada yang berumur 110-120 hari sudah bisa dipanen, ada pula yang berumur cukup panjang sampai 5-6 bulan baru bisa dipanen. Padi yang berumur panjang biasanya merupakan jenis padi yang menghasilkan nasi lebih pulen. Contoh padi jenis ini misalnya pandan wangi yang biasanya ditanaman daerah Cianjur.

Pemanenan padi saat ini biasanya menggunakan sabit untuk mempermudah dan mempercepat waktu. Jaman dulu pemanenan menggunakan alat yang disebut ani-ani. Alat ini memotong tangkai padi dan biasanya membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dengan sabit.

Hasil panen padi biasanya tidak seluruhnya berisi, ada butir padi yang disebut gabah hampa karena tidak berisi atau berisi sebagian. Kadar air padi yang baru saja dipanen sekitar 28 %. Jika sudah mengalami pengeringan menjadi sekitar 14 %. Pengeringan padi dapat memanfaatkan sinar matahari atau menggunakan bantuan alat pengering. Setelah

mencapai kadar air yang diinginkan gabah kemudian digiling untuk mendapatkan beras. Seringkali dibutuhkan proses penyosohan untuk meningkatkan warna putih gabah. Resiko beras hasil penyosohan, kandungan vitamin B dapat menurun. Kita ketahui lapisan yang menyelimuti beras (*bekatul*: jawa) kaya akan kandungan vitamin B. Saat ini produk bekatul banyak diperjual belikan sebagai produk yang dikenal kaya akan vitamin B. Sisa penggilingan padi yang berupa gabah, akhir-akhir ini banyak dimanfaatkan untuk campuran media tanam tanaman hias.

Struktur Beras

Butir beras terdiri dari beberapa lapis. Lapisan terluar disebut perikarp, kemudian tegmen, lapisan aleuron dan bagian dalam dikenal sebagai endosperm. Ketiga lapisan pertama beratnya sekitar 5 persen dari berat butir beras. Lapisan aleuron banyak mengandung protein. Lapisan perikarp terdiri dari beberapa lapisan jaringan sel, yaitu epikarp, mesokarp, dan lapisan melintang. Lapisan perikarp terutama mengandung selulosa, hemiselulosa, dan protein. Tegmen terdiri dari 2 lapisan, yaitu spermoderm dan perisperm. Bagian ini terutama mengandung lemak.

Lembaga terletak di bagian pangkal butir beras dan beratnya sekitar 2-3 persen dari berat butirnya. Lembaga terdiri dari bakal akar atau radikel, bakal daun atau plumul dan tudung skutelum dan

epiblas. Lembaga terutama banyak mengandung lemak dan protein. Bagian endosperm merupakan 90-94 persen dari berat butir beras, berwarna putih dan terutama terdiri dari zat pati.

Butir beras yang belum disosoh disebut beras pecah kulit dan jika disosoh akan kehilangan bagian lembaga dan sebagian besar lapisan-lapisan luar. Beras sosoh disebut juga beras putih. Komposisi kimia beras pecah kulit dan beras putih tersaji pada tabel berikut.

Tabel 2.10 Komposisi beras pecah kulit dan beras putih

Komposisi	Beras pecah kulit	Beras putih
Protein	7 - 12	6 - 10
Lemak	1 - 4	0.2 - 1.0
Serat	0.2 - 2.0	0.1 - 1.0
Abu	1.0 - 2.0	0.4 - 1.5
Pati	75 - 85	84 - 94

Sumber : Syarif, 1977

2.7.5.3 Jagung (*Zea mays*)

Jagung merupakan komoditas hasil pertanian penting karena dikenal sebagai makanan pokok kedua setelah beras. Beberapa penduduk di Indonesia sudah lama mengkonsumsi jagung sebagai makanan pokok seperti masyarakat Madura misalnya. Beberapa penduduk yang lain seringkali mengkonsumsi beras dicampur dengan jagung. Tanaman jagung dapat ditanam di tanah marginal. Tidak membutuhkan tanah yang

mempunyai tingkat kesuburan yang tinggi.

Jagung dapat digolongkan atas 5 jenis yaitu:

- Jagung keras atau "flint", jika butir jagungnya keras dan rata bagian ujungnya.
- Jagung lekuk atau "dent", jika butir jagungnya keras tapi bagian ujung permukaannya berlekuk
- Jagung manis, biasanya butirnya agak lemah dan berlekuk serta manis rasanya
- Jagung tepung, yaitu jagung yang khusus untuk menghasilkan tepung.
- Jagung berondong atau "popcorn", butirnya kecil-kecil tetapi akan pecah dan mekar waktu digoreng.

Warna butir jagung bermacam-macam pula ada yang putih, kuning, jingga, kemerah-merahan dan bahkan ada yang kebiru-biruan, ungu dan hitam.

Jenis tanaman jagung tertentu seringkali ada yang dimanfaatkan atau dipanen pada kondisi masih sangat muda, masyarakat mengenalnya sebagai *baby corn*. Jenis ini sebenarnya tidak bisa diklasifikasikan ke dalam kelompok komoditas curai, lebih sesuai sebagai komoditas sayuran, karena biasa diolah menjadi jenis masakan.

Struktur Butir Jagung

Butir jagung terdiri dari kulit luar, endosperma, dan lembaga. Kulit luar merupakan lapisan pelindung

yang kuat, terdiri dari lapisan perikarp, testa dan pelindung lembaga. Lapisan kulit luar sekitar 5-6 % dari berat butir jagung.

Endosperm besarnya 80-84% dari berat butir, terdiri dari lapisan aleuron dan endosperma. Lapisan aleuron banyak mengandung protein dan lemak, sedangkan bagian endosperma terutama terdiri dari pati. Lembaga terletak di bagian pangkal butir dan beratnya 9-12% dari berat butir.

Komposisi Jagung

Jagung mempunyai komposisi kimia yang bervariasi. Variasi komposisi ini dipengaruhi antara lain oleh perbedaan varietas, iklim tempat tumbuh, kesuburan tanah, perawatan dan cara pengolahan. Komposisi kimia jagung dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.11. Komposisi kimia jagung

Komponen	Kandungan
Karbohidrat	73(%)
Protein	10(%)
Lemak	5(%)
Abu	1,3(%)
Vitamin B1	5 mg/100g
Riboflavin B2	1,2 mg/100g

Sumber: Syarief, 1977

Secara umum komposisi kimia jagung yang dominan adalah karbohidrat (73%). Komponen karbohidrat yang utama adalah sebagian besar berupa pati, dan

sebagian kecil berupa gula serta serat. Pati terutama terdapat pada bagian endosperma, gula terdapat di bagian lembaga, sedangkan serat pada bagian kulit.

Kandungan protein menempati urutan kedua setelah karbohidrat. Sebagian besar protein terdapat di lapisan aleuron dan selebihnya ada di bagian lembaga.

Kandungan lemak jagung sebagian besar (50%) tersusun oleh asam lemak tidak jenuh yaitu berupa asam linoleat. Lemak jagung 80%-nya terdapat di bagian lembaga dan sebagian kecil terdapat di lapisan luar endosperm.

Jagung sedikit mengandung kalsium, sedikit banyak mengandung fosfor dan zat besi. Vitamin pada jagung terutama terletak pada bagian lembaga dan lapisan luar endosperma. Kandungan vitamin pada jagung terutama berupa vitamin B1 dan B2. Kandungan vitamin-vitamin ini pada jagung lebih tinggi dibandingkan dengan pada beras. Kandungan vitamin B1 dan B2 pada beras berturut-turut sekitar 0,8 mg/100g dan kurang dari 0,5 mg/100g.

2.7.5.4 Gandum (*Triticum sp*)

Tanaman gandum sebenarnya kurang cocok ditanam di Indonesia, mengingat tanaman ini antara lain menghendaki suhu lingkungan pertumbuhannya sekitar 16°C. Sementara Indonesia termasuk beriklim tropis, meskipun beberapa daerah sudah

melakukan uji coba penanaman gandum dengan pengaturan kondisi suhu pertumbuhannya.

Tanaman gandum menghasilkan tepung terigu. Tepung terigu yang beredar di pasaran dikenal bermacam-macam didasarkan pada kandungan proteinnya. *Hard flour* merupakan tepung terigu dengan kandungan protein tinggi (sekitar 14%), *medium flour* mempunyai kandungan protein sedang (sekitar 12%), sedangkan *soft flour* merupakan tepung terigu dengan kandungan protein rendah (sekitar 10%). Penggunaan dari jenis-jenis tepung terigu tersebut berbeda, *hard flour* lebih cocok untuk membuat roti, sedangkan *medium* dan *soft flour* lebih cocok untuk membuat mie dan makanan lain. Seringkali penggunaan untuk membuat olahan makanan, dilakukan pencampuran untuk mendapatkan karakteristik hasil olahan yang diinginkan.

6. Sayuran mempunyai karakteristik yang membedakannya dengan buah-buahan. Jelaskan !
7. Jelaskan pengelompokan sayuran!
8. Jelaskan kandungan gizi yang terdapat dalam sayuran !
9. Jelaskan pengertian daging !
10. Jelaskan pengertian karkas !
11. Jelaskan lima tahap yang dilalui untuk memperoleh karkas!
12. Sebutkan empat bagian potongan karkas daging sapi yang anda ketahui !
13. Jelaskan sifat fisiologis daging setelah penyembelihan !

SARAN

Untuk meningkatkan wawasan dan pemahaman mengenai pengetahuan bahan hasil pertanian, maka sebaiknya anda juga membaca referensi lainnya yang sejenis.

Soal Latihan

1. Jelaskan pengertian buah yang anda ketahui !
2. Jelaskan dasar klasifikasi komoditas buah-buahan dan sayuran !
3. Apa yang anda ketahui tentang buah klimaterik dan non klimaterik ?
4. Buah-buahan mempunyai sifat fisiologis yang khas. Jelaskan !
5. Jelaskan perubahan-perubahan yang terjadi pada buah-buahan !

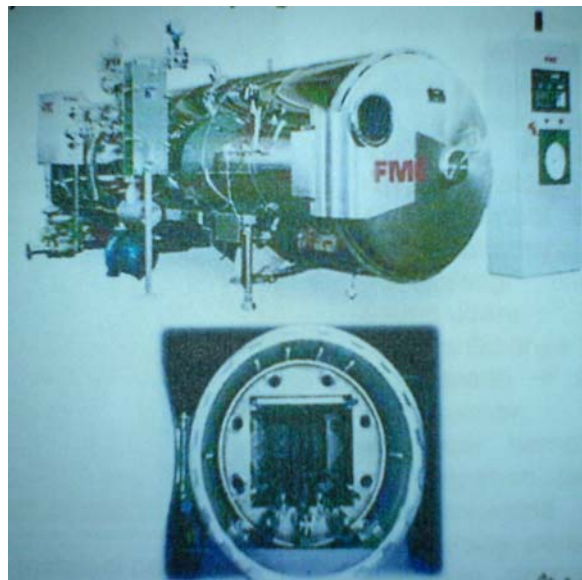
III. DASAR-DASAR PROSES PENGOLAHAN/PENGAWETAN

3.1. Pendahuluan

Pengolahan dan pengawetan pangan merupakan dua proses yang sulit dipisahkan. Dalam praktik sehari-hari, sering kali keduanya memiliki tujuan yang terkesan mirip, walaupun masing-masing sebenarnya memiliki tujuan utama yang berbeda. Contoh kasus, ketika kita akan mengawetkan daging yang cepat rusak bila disimpan pada suhu kamar dengan cara dibuat menjadi dendeng, maka secara otomatis kita pun telah melakukan pengolahan daging menjadi bentuk yang berbeda dengan bahan

bakunya. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa kita telah melakukan upaya pengawetan daging dengan mengolahnya menjadi bentuk lain dengan cara pengeringan dan pemberian bumbu-bumbu.

Tujuan utama pengolahan pangan adalah membuat produk baru (bisa bersifat mengawetkan). Contohnya adalah pembuatan dendeng atau abon dari ikan yang tujuannya adalah membuat produk baru, tetapi sekaligus menjadikan daging ikan lebih awet. Contoh alat-alat pengolahan pangan modern tampak seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.1. *Batch retort.*

Batch retort merupakan alat yang digunakan dalam proses pengalengan makanan di pabrik-pabrik makanan berskala industri besar. Ke dalam *retort* tersebut dimasukkan dan disusun sedemikian rupa kaleng-kaleng yang berisi makanan/minuman, yang selanjutnya dilakukan pemanasan untuk mensterilkan makanan kaleng tersebut.



Gambar 3.2 *Butter churning*



Gambar 3.3. Alat modern untuk pembuatan mentega.



Gambar 3.4 Instalasi peralatan pada pabrik bir

Secara alamiah di dalam bahan makanan banyak ditemukan mikroorganisme pembusuk yang dapat memperpendek masa simpan bahan makanan tersebut. Di samping itu, dapat juga ditemukan mikroorganisme patogen yang berbahaya bagi manusia karena penanganan yang tidak higienis.

Tujuan utama pengawetan pangan adalah memperpanjang masa simpan. Pengawetan tidak dapat meningkatkan mutu, artinya bahan yang sudah terlanjur busuk, tidak akan menjadi segar kembali. Hanya dari bahan bermutu tinggi pula (dengan tetap mengingat proses pengolahannya, bagus atau tidak). Masing-masing cara pengawetan hanya efektif selama mekanisme pengawetannya masih bekerja.

Ada banyak cara untuk mengawetkan makanan, yakni:

1. Menyimpan makanan pada suhu rendah (pada lemari es atau lemari beku) → dapat mengurangi kerusakan makanan dan memperlambat proses pelayuan. Suhu dingin juga membatasi tumbuhnya bakteri yang merugikan.
2. Penyimpanan dengan atmosfer terkendali (dengan kadar karbondioksida 1%-3%) → dapat memperlambat respirasi serta pembusukannya dengan mengurangi tingkat oksigen dalam udara.
3. Mensterilkan dengan pemanasan → akan menunda pembusukan.

4. Kemasan hampa udara atau penyimpanan dengan sejumlah karbondioksida dapat mengurangi persentuhan bahan makanan dengan oksigen → mengurangi kecepatan pelayuan dan pertumbuhan bakteri. Biasanya memiliki rasa dan aroma yang tahan lama.
5. Pengeringan
6. Penggaraman dan penggulaan → garam dan gula dapat digunakan untuk menyerap kandungan air dalam makanan. Semakin rendah kandungan air dalam makanan maka akan semakin sulit bagi bakteri untuk hidup di dalamnya.
7. Pengalengan adalah upaya pensterilan pada suhu kira-kira 120°C, kemudian dikemas hampa udara untuk menghindarkan pencemaran. Makanan relatif mudah dikalengkan dan memudahkan pengangkutan dan penggunaannya → menjadi populer.

Hal-hal teknis yang perlu diperhatikan:

1. Sebelum diolah, bahan makanan 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 diluar

semalaman agar menjadi dingin sebelum dimasukkan ke dalam lemari pendingin.

2. Khusus untuk produk daging dan ayam yang telah dimasak, jika pemasakannya kurang baik maka memungkinkan bakteri jenis *Clostridium perfringens* masih hidup.
3. Bahan-bahan pangan yang harus disimpan dalam keadaan panas (misalnya di restoran yang disajikan selalu panas), harus diperhatikan agar suhu penyimpanan di atas 60°C karena bakteri *Clostridium* dapat tumbuh pada suhu 55°C. Bahan-bahan yang dibekukan harus segera dimasak setelah dicairkan (*thawing*) dan jangan dibiarkan dalam keadaan cair untuk jangka waktu yang lama.

Penanganan pasca pengolahan/pengawetan pangan antara lain:

1. Harus ditangani dengan baik dan tepat agar tujuan yang diharapkan tercapai.
2. Contoh penanganan pascapengolahan/pengawetan:
 - a. pengemasan yang baik (hermetis dan inert, sesuai dengan karakteristik produk).
 - b. penyimpanan pada suhu yang sesuai.



Penggunaan/pengawetan dengan suhu tinggi sering diistilahkan dengan proses termal, yaitu proses pengawetan pangan yang menggunakan panas untuk menonaktifkan bakteri. Contoh aplikasi dari proses termal adalah pengalengan. Konsep ini dapat juga digunakan untuk mengevaluasi penurunan nilai gizi produk ketika dipanaskan.

Proses termal merupakan salah satu metode terpenting yang digunakan dalam pengolahan makanan karena:

1. memiliki efek yang diinginkan pada kualitas makanan (kebanyakan makanan dikonsumsi dalam bentuk yang dimasak);
2. memiliki efek pengawetan pada makanan melalui destruksi enzim dan aktivitas mikroorganisme, serangga, dan parasit;
3. destruksi atau penghancuran komponen-komponen anti nutrisi, sebagai contoh tripsin inhibitor pada kacang-kacangan;
4. perbaikan ketersediaan beberapa zat gizi, contohnya daya cerna protein yang semakin baik, gelatinisasi pati, dan pelepasan niasin yang terikat;
5. kontrol kondisi pengolahan yang relatif sederhana.

Secara umum dapat dikatakan bahwa pemanasan dengan temperatur yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama dapat menghasilkan destruksi mikroorganisme dan enzim yang lebih besar. Proses pemanasan pada temperatur tinggi waktu singkat (HTST= *high temperature short time*) memiliki perpanjangan waktu simpan yang sama dengan proses pemanasan pada temperatur lebih rendah dan waktu yang lebih lama (LTLT = *low temperature long time*), tetapi memiliki retensi (penahanan) sifat-sifat sensori (seperti rasa, warna, aroma, tekstur) dan nilai-nilai gizi yang lebih baik. Jadi, proses HTST lebih menguntungkan dibandingkan LTLT.

3.2.1. Bentuk-Bentuk Proses Termal

Berdasarkan bentuk panas yang digunakan, proses termal ini secara garis besar dibedakan atas empat, yakni:

1. proses termal dengan menggunakan uap (*steam*) atau air sebagai media pembawa panas yang dibutuhkan, meliputi: blansir (*blanching*), pasteurisasi, sterilisasi, evaporasi, dan ekstrusi;
2. proses termal dengan menggunakan udara panas, yakni: dehidrasi (pengerinan) dan pemanggangan;
3. proses termal dengan menggunakan minyak panas, yaitu penggorengan (*frying*);

4. proses termal dengan menggunakan energi iradiasi, yaitu pemanasan dengan gelombang mikro (*microwave*) dan radiasi inframerah.

Blansir

Blansir adalah pemanasan pendahuluan yang biasanya dilakukan sebelum proses pembekuan, pengeringan, dan pengalengan, serta ditujukan terutama untuk menonaktifkan enzim yang ada dalam makanan seperti buah-buahan dan sayuran. Tujuan lainnya adalah untuk menghilangkan gas dari bahan pangan, menaikkan suhu bahan pangan, membersihkan bahan pangan, melunakkan/melemaskan bahan pangan sehingga mudah dalam pengepakan di dalam kaleng.

Media panas yang digunakan untuk blansir adalah air panas, uap panas, atau udara panas pada suhu sekitar 90 °C selama 3 – 5 menit. Untuk mendapatkan warna sayuran yang tetap segar sangat baik digunakan kombinasi panas dan pendingin yang sangat cepat.

Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan perlakuan panas di bawah titik didih air atau di bawah suhu sterilisasi yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen tetapi tidak membunuh mikroorganisme pembusuk dan nonpatogen. Pasteurisasi dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Low Temperature Long Time: suhu 63 °C selama 30 menit.
2. High Temperature Short Time: suhu 72 °C selama 15 detik.

Pasteurisasi biasanya disertai dengan cara pengawetan lain, misalnya setelah dipasteurisasi makanan disimpan pada suhu dingin. Dengan demikian daya simpan makanan tersebut akan lebih lama. Sebagai contoh, susu pasteurisasi yang disimpan dalam lemari es selama 1 minggu atau lebih tidak terjadi perubahan cita rasa yang nyata, tetapi jika susu tersebut disimpan pada suhu kamar maka akan menjadi busuk dalam 1 atau 2 hari.

Sterilisasi

Istilah sterilisasi berarti membebaskan bahan dari semua mikroba. Sterilisasi biasanya dilakukan pada suhu yang tinggi misalnya 121 °C selama 15 menit. Waktu yang diperlukan untuk sterilisasi tergantung dari besarnya kaleng yang digunakan dan kecepatan perambatan panas dari makanan tersebut. Selama proses sterilisasi dapat terjadi beberapa perubahan terhadap makanan yang dapat menurunkan mu-tunya. Oleh sebab itu, jumlah panas yang diberikan harus dihitung sedemikian rupa sehingga tidak merusak mutu makanan.

Untuk bahan makanan di dalam kaleng atau botol biasanya dilakukan sterilisasi komersial, yang ditujukan untuk membunuh mikroba patogen, mikroba penghasil toksin, dan pembusuk, sedangkan mikroba non-patogen atau sporanya masih mungkin ditemukan tetapi dalam fase dorman yang tidak dapat berkembang setelah pemanasan.

Panas yang diberikan sekitar 121°C selama 30–60 menit, tergantung bahan yang akan disterilkan. Makanan-makanan kaleng yang steril secara komersial biasanya tahan sampai setengah tahun lebih.

Sterilisasi dikenal dengan istilah UHT (*Ultra High Temperature*) yaitu sterilisasi pada suhu 150°C selama beberapa detik.

Menentukan Suhu Pemanasan

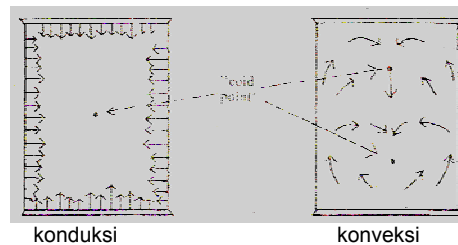
Perambatan panas dapat berjalan secara konduksi, konveksi, atau radiasi. Dalam pengalengan makanan, perambatan panas biasanya berjalan secara konveksi dan konduksi. Sifat perambatan panas ini perlu diperhatikan untuk menentukan jumlah panas optimum yang harus diberikan pada makanan kaleng.

Yang dimaksud dengan konduksi adalah perambatan panas dengan cara mengalirkan panas dari satu partikel ke partikel lainnya tanpa adanya pergerakan atau sirkulasi dari partikel itu. Sebagai contoh adalah pada makanan-makanan yang berbentuk padat seperti *corned beef*.

Konveksi adalah perambatan panas dengan cara mengalirkan panas dengan pergerakan atau sirkulasi. Perambatan panas jenis ini terjadi pada makanan-makanan berbentuk cair, seperti sari buah-buahan.

Kombinasi perambatan panas secara konduksi dan konveksi terjadi pada makanan yang mengandung bahan padat dan cair seperti manisan buah-buahan dalam kaleng yang diberi sirup.

Di dalam makanan kaleng dikenal istilah "*cold point*", yakni titik atau tempat yang paling lambat menerima panas. *Cold point* untuk bahan-bahan yang merambatkan panas secara konduksi terdapat di tengah atau di pusat bahan tersebut. Adapun *cold point* untuk bahan-bahan yang merambatkan panasnya secara konveksi terletak di bawah atau di atas pusat yakni kira-kira seperempat bagian atas atau bawah sumbu (Gambar 8).



Sumber: dari beberapa pustaka

Gambar 3.5. Perambatan panas secara konduksi dan konveksi

Perambatan panas secara konveksi jauh lebih cepat dibandingkan perambatan panas secara konduksi. Jadi, semakin padat bahan pangan, maka perambatan panas akan semakin lambat.

3.2.2. Pengalengan Bahan Makanan

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan panas untuk pengalengan bahan makanan adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan bahan mentah (*raw material*).
Faktor pertama yang sangat perlu mendapat perhatian khusus adalah bahan mentah. Bahan makanan yang akan diolah harus dipilih yang berkualitas baik. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kemungkinan-kemungkinan penurunan mutu yang tidak diinginkan.
2. Persiapan sebelum pengolahan termasuk pencucian atau pembuangan bagian-bagian yang tidak diperlukan. Pencucian bertujuan untuk menghilangkan sebagian besar mikroorganisme yang ada di permukaan/bagian yang berhubungan langsung dengan udara. Selain itu dilakukan pula penghilangan pada bagian-bagian yang tidak diperlukan, misalnya pada sayur, bagian batang atau daun yang tua dibuang. Pada proses persiapan ini, terkadang dilakukan perendaman dengan bahan tertentu, sebagai contoh perendaman ikan dalam larutan garam encer atau pemblansiran sayur-sayuran.
3. Pengolahan dan pengemasan.
Pada tahap ini perlu diperhatikan sifat dari bahan makanan yang akan diawetkan, apakah berasam rendah atau tinggi.

Berdasarkan derajat keasamannya, bahan pangan yang akan diolah dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan, yaitu:

1. Bahan pangan alkalis
Golongan bahan pangan alkalis memiliki pH > 7,0 seperti telur tua, soda, *crackers*, dan bubur jagung.
2. Bahan pangan asam rendah
Bahan pangan yang dikonsumsi manusia banyak termasuk golongan ini, dengan kisaran pH antara 5,0-6,8. Yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah daging, ikan, unggas, produk susu, dan sayur. Bahan pangan asam rendah membutuhkan panas yang relatif lebih tinggi karena dapat ditumbuhi oleh bakteri mesofil, misalnya *Clostridium botulinum* yang merupakan bakteri penghasil toksin botulin yang dapat berakibat fatal dan organisme termofil pembentuk spora. Mikroorganisme jenis ini dapat dibunuh pada suhu mendekati titik didih air, tetapi spora yang dihasilkan lebih tahan panas sehingga panas yang diberikan harus melebihi titik didih air.
3. Bahan pangan asam
Bahan pangan asam memiliki pH antara 3,7 – 4,5. Termasuk golongan ini adalah buah-buahan seperti pir, jeruk, tomat, dan sayuran yang ditambahkan cuka sampai pH-nya mencapai kisaran tersebut. Mikroorganisme yang dapat membusukkan bahan makanan ini adalah bakteri, khamir, dan kapang. Golongan bakteri yang sering ditemukan bila pemanasan kurang adalah

bakteri asidurik misalnya *Bacillus thermoacidurans*, penyebab produk menjadi asam, yang dapat terjadi pada sari buah tomat.

4. Bahan pangan asam tinggi
Golongan ini ber-pH antara 2,3-3,7. Contoh: buah beri, produk acar, jam, jeli, dan marmalad. Mikroorganismenya yang dapat tumbuh adalah bakteri asidurik, khamir, dan kapang yang umumnya mempunyai resistensi rendah terhadap panas.

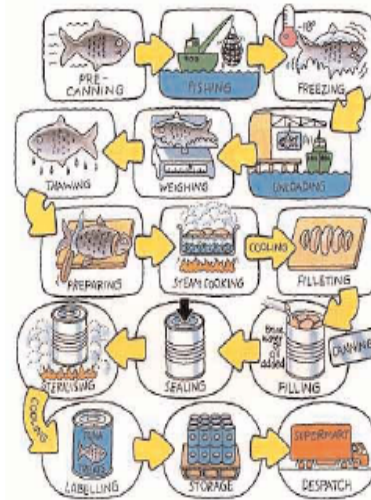
Dalam penggunaan panas ada dua faktor yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Jumlah panas yang diberikan harus cukup untuk mematikan mikroorganismenya pembusuk dan patogen.
2. Jumlah panas yang digunakan sedapat mungkin akan menyebabkan penurunan zat gizi dan cita rasa yang minimal.



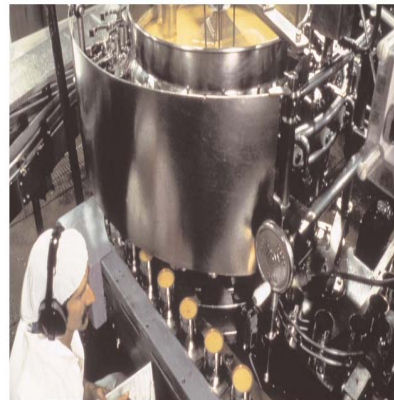
Sumber: dari beberapa situs internet

Gambar 3.6. Ilustrasi proses pengalengan buah



Sumber: dari beberapa situs internet

Gambar 3.7. Ilustrasi proses pengalengan ikan



Gambar 3.8. Proses pengisian makanan yang akan dikalengkan

Sumber: dari beberapa situs internet

Tujuan utama proses termal (proses panas) pada pengalengan adalah untuk merancang kondisi pemanasan sehingga menghasilkan makanan kaleng yang "steril komersial". Berbeda dengan *sterilisasi total*, dalam *sterilisasi komersial* masih terdapat beberapa mikroorganismenya yang masih dapat hidup setelah pemberian panas (*sterilisasi*). Namun, karena kondisi dalam kaleng selama penyimpanan

yang terjadi dalam praktek komersial sehari-hari, maka mikroorganisme tersebut tidak mampu tumbuh dan berkembang biak, sehingga tidak dapat membusukkan produk yang terdapat di dalam kaleng.

Pada saat ini ilmu dan teknologi pangan telah berkembang pesat sehingga dapat dilakukan perhitungan yang rumit dan teliti untuk menghasilkan “sterilisasi komersial” yang memungkinkan produk tetap awet tanpa harus banyak mengorbankan nilai gizi, cita rasa, dan tekstur. Prinsip dasar proses termal tersebut diambil dari ilmu termobakteriologi, dengan memanfaatkan kaidah perambatan dan penetrasi panas serta sifat daya tahan panas mikroorganisme khususnya yang berbentuk spora.

Pengalengan merupakan cara pengawetan bahan pangan dalam wadah yang tertutup rapat (hermetis) dan disterilkan dengan panas. Secara garis besar proses pengalengan bahan makanan dilakukan melalui tahap-tahap persiapan bahan mentah, blansir, pengisian bahan ke dalam kemasan, pengisian larutan media, penghampaan udara (*exhausting*), proses sterilisasi, pendinginan, dan penyimpanan.

Persiapan bahan dilakukan dengan pemilihan bahan-bahan yang akan dikalengkan, pencucian, pemotongan menjadi bagian-bagian tertentu dan persiapan bahan untuk pengolahan selanjutnya. Pencucian bertujuan

untuk memisahkan bahan dari benda asing yang tidak diinginkan, seperti kotoran, minyak, tanah, dan sebagainya, serta untuk mengurangi jumlah mikroorganisme awal yang sangat berguna dalam efektivitas proses sterilisasi.

Blansir dilakukan sebelum dilakukan pengisian bahan ke dalam kaleng, bertujuan untuk menghilangkan udara dalam jaringan buah atau sayur, mengurangi jumlah mikroorganisme, memudahkan pengisian ke dalam kaleng karena terjadinya pelunakan bahan dan menginaktifkan enzim.

Pengisian bahan ke dalam kemasan harus seragam dengan tujuan untuk mempertahankan keseragaman rongga udara (*head space*), memperoleh produk yang konsisten dan menjaga berat bahan secara tetap. Penghampaan udara ialah pengeluaran udara yang terdapat dalam kemasan untuk mengurangi tekanan di dalam kaleng selama proses pemanasan.

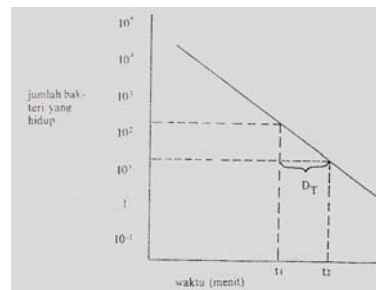
Proses sterilisasi merupakan metode yang banyak digunakan dalam proses pengawetan bahan pangan yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang ada didalamnya, sehingga dapat mencegah terjadinya pembusukan selama penyimpanan dan bahan pangan tersebut tidak membahayakan kesehatan konsumen. Seperti telah diuraikan di atas, proses sterilisasi yang dilakukan dalam pengalengan

adalah sterilisasi komersial yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme pembusuk/patogen dan spora.

Bahan pangan yang diproses dengan sterilisasi komersial kebanyakan dikemas pada kondisi anaerobik, sebab spora mikroorganisme anaerobik biasanya mempunyai ketahanan panas lebih rendah dibandingkan spora aerobik sehingga suhu dan waktu proses sterilisasi dapat lebih rendah. Selain itu, pencegahan rekontaminasi mikroorganisme anaerobik lebih mudah dan pada kondisi tersebut dapat dicegah terjadinya reaksi oksidasi yang dapat timbul selama proses pemanasan.

Bakteri yang paling tahan panas dan berbahaya bagi kesehatan manusia serta dapat ditemukan dalam makanan kaleng dalam kondisi anaerobik adalah *Clostridium botulinum*. Bakteri tersebut termasuk bakteri pembentuk spora yang dapat menghasilkan racun botulin yang mematikan. Bakteri lain yang juga menghasilkan spora serta dapat menyebabkan kebusukan bahan tetapi bersifat nonpatogen adalah PA 3679 (Putrefactive Anaerob) dan *Bacillus stearo-thermophilus* (FS 1518). Kedua bakteri ini memiliki daya panas lebih tinggi dibandingkan *C. botulinum* sehingga jika panas yang diberikan cukup untuk membunuh kedua bakteri tersebut, diharapkan *C. botulinum* dan bakteri-bakteri patogen lainnya akan mati.

Jumlah bakteri yang mati oleh panas dapat digambarkan sebagai kurva yang bersifat logaritmik (Gambar 12). Harga D_T adalah waktu dalam menit yang dibutuhkan untuk mem-bunuh 90 persen mikroba yang ada pada suhu tertentu (T °F). Nilai D_T menunjukkan jumlah populasi mikroba yang mati sebanyak 1 satuan log (1 *log cycle*). Nilai D_T juga menunjukkan daya tahan mikroba terhadap panas pada suhu tertentu (T °F). Jadi, makin tinggi harga D , maka mikroba tersebut makin tahan panas.



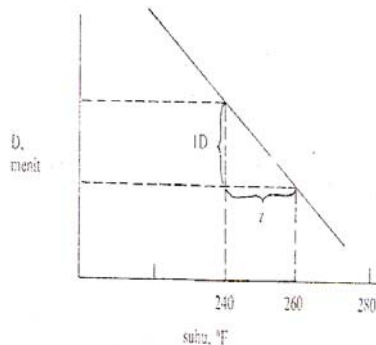
Sumber: dari beberapa pustaka

Gambar 3.9. Kurva kematian bakteri secara logaritmik pada suhu T °F

Arti dari kurva tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut: pada waktu t_1 jumlah mikroba misalnya 10^2 , maka pada waktu t_2 jumlah mikroba yang masih hidup sebanyak 10^1 . Jadi, jumlah mikroba yang mati adalah 90 atau sama dengan 90 persen dari jumlah mikroba pada t_1 .

Untuk menentukan kurva kematian mikroba dapat juga digunakan harga z , yakni jumlah kenaikan suhu (°F) yang dibutuhkan oleh mikroba untuk melalui harga D satu satuan log. Kurva tersebut adalah

"Thermal Death Time Curve" (kurva TDT) seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Sumber: dari beberapa pustaka

Gambar 3.10. Kurva TDT

Untuk sterilisasi bahan pangan berasam rendah (pH diatas 4,5) biasanya digunakan pemanasan selama 12 D (12 D *concept*) yang ditujukan terhadap spora *C. botulinum*. Hal ini berarti kemungkinan terjadinya kebusukan karena *C. botulinum* diperkecil sampai $1/10^{12}$, yakni setiap 10^{12} kaleng hanya 1 yang kemungkinan akan busuk oleh *C. botulinum*.

Adapun sterilisasi bahan pangan yang sangat asam (pH di bawah 4,0) biasanya digu-nakan pemanasan selama 5 D (suhu 250 °F) atau kadang-kadang cukup dengan pema-nasan pada suhu 212°F (100 °C) atau kurang selama beberapa menit.



3.3.1. Prinsip Dasar

Prinsip dasar pengawetan dengan menggunakan suhu rendah adalah (1) memperlambat kecepatan reaksi metabolisme dan (2) menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kebusukan dan kerusakan. Prinsip yang pertama dapat kita pahami karena setiap penurunan suhu sebesar 8°C maka kecepatan reaksi metabolisme berkurang setengahnya. Jadi, semakin rendah suhu penyimpanan maka bahan pangan akan semakin lama rusaknya, atau dengan kata lain bahan pangan akan semakin awet. Prinsip yang kedua akan efektif jika bahan pangan dibersihkan dulu sebelum didinginkan. Hal ini dimaksudkan bahan pangan yang akan disimpan sedapat mungkin terbebas dari kontaminan awal, terutama mikroorganisme dari golongan psikrofilik yang tahan suhu dingin.

Dapat disimpulkan bahwa menyimpan makanan pada suhu rendah (pada lemari es atau lemari beku) dapat mengurangi kerusakan makanan dan memperlambat proses pelayuan. Suhu dingin juga membatasi tumbuhnya bakteri yang merugikan.

Cara-cara pengawetan dengan suhu rendah secara garis besar

dikelompokkan menjadi dua, yakni: (1) pendinginan (*cooling*) dan (2) pembekuan (*freezing*). Perbedaan antara keduanya dapat dilihat dalam Tabel III.1 berikut ini.

Tabel 3.1. Perbedaan antara pendinginan dan pembekuan

	PENDINGINAN	PEMBEKUAN
Suhu penyimpanan	-2 – 10°C	-12 – (-24)°C
Daya awet	Beberapa hari-minggu	Beberapa bulan-tahun

Sumber: dari beberapa pustaka

3.3.2. Pendinginan

Penurunan suhu di bawah suhu minimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme dapat memperpanjang waktu generasi mikroorganisme dan mencegah atau menghambat perkembangbiakannya. Berdasarkan pada kisaran suhu pertumbuhan, mikroorganisme dibedakan atas 3 kelompok, yaitu termofilik (35-55°C), mesofilik (10-40°C), dan psikofilik (-5-15°C). Pendinginan mencegah pertumbuhan mikroorganisme termofilik dan mesofilik.

Sejumlah mikroorganisme psikofilik menyebabkan kebusukan makanan, tetapi tidak ada yang patogen (dapat menimbulkan penyakit). Oleh karena itu, pendinginan di bawah suhu 5-7°C menghambat kebusukan dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen. Pendinginan juga mengurangi kecepatan perubahan

enzimatik dan mikrobiologik serta menghambat respirasi bahan pangan segar. Faktor-faktor yang mengendalikan waktu simpan bahan pangan segar dalam penyimpanan dingin meliputi:

1. jenis dan varietas bahan pangan;
2. bagian dari bahan pangan (bagian pertumbuhan tercepat memiliki kecepatan metabolisme tertinggi dan waktu simpan terpendek). Sebagai contoh asparagus memiliki kecepatan respirasi relatif 40 dan waktu simpan pada suhu 2°C selama 0,2-0,5 minggu, sedangkan bawang putih kecepatan respirasi relatifnya 2 dan waktu simpannya pada suhu yang sama selama 25-50 minggu;
3. kondisi panen, contoh: adanya kontaminasi mikroorganisme, kerusakan mekanis (bahan pangan terkelupas, memar, dan sebagainya), dan tingkat kematangan;
4. suhu pendistribusian dan suhu penjualan;
5. kelembaban relatif pada ruang penyimpanan yang mempengaruhi kehilangan air (dehidrasi).

Adapun faktor-faktor yang menentukan penyimpanan dingin dari pangan olahan meliputi:

1. jenis makanan;
2. tingkat kerusakan mikroorganisme atau inaktivasi enzim yang diperoleh melalui proses;
3. kontrol higienis selama pengolahan dan penge-masan;
4. sifat-sifat barrier dari bahan pengemas;
5. suhu selama distribusi dan penjualan.

Peralatan untuk pendinginan dibedakan berdasarkan metode yang digunakan untuk memindahkan panas, yaitu: (1) refrigerator mekanik dan (2) sistem kriogenik. Kedua jenis alat pendingin tersebut dapat diterapkan untuk operasi pendinginan yang terputus-putus (*batch*) atau berkesinambungan (*continuous*).

3.3.3. Pembekuan

Yang dimaksud dengan pembekuan adalah suatu unit operasi di mana suhu makanan dikurangi di bawah titik pembekuan dan bagian air mengalami perubahan untuk membentuk kristal-kristal es. Dengan pembekuan makanan dapat awet yang dicapai melalui kombinasi dari suhu rendah, berkurangnya a_w , dan perlakuan pendahuluan melalui blansir. Perubahan gizi dan mutu organoleptik hanya sedikit apabila prosedur pembekuan dan penyimpanan diikuti.

Pengaruh Pembekuan pada Mikroorganisme

Pertumbuhan mikroorganisme dalam makanan pada suhu di bawah -12°C belum dapat diketahui dengan pasti. Jadi penyimpanan makanan beku pada suhu sekitar -18 dan di bawahnya akan mencegah kerusakan mikrobiologis dengan syarat tidak terjadi perubahan suhu yang besar.

Walaupun jumlah mikroorganisme biasanya menurun selama pembekuan dan penyimpanan beku (kecuali spora), makanan beku tidak steril dan sering cepat membusuk seperti produk yang tidak dibekukan. Pembekuan dan penyimpanan makanan beku mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kerusakan sel mikroorganisme. Jika sel yang rusak tersebut mendapat kesempatan untuk menyembuhkan dirinya, maka pertumbuhan yang cepat akan terjadi jika lingkungan sekitarnya memungkinkan.

Adapun alat yang dapat membekukan bahan pangan biasa disebut *freezer*. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju pembekuan adalah cara pembekuan (cepat atau lambat), suhu yang digunakan, sirkulasi udara (refrigerant), ukuran dan bentuk pembungkus, serta jenis komoditi.

Ada 3 cara pembekuan cepat, yaitu: (1) pencelupan bahan ke dalam refrigerant, contoh pembekuan ikan dalam larutan garam dan buah beri dalam sirup; (2) kontak tidak langsung dengan refrigerant; serta (3) *air-blast freezing* dengan udara dingin: $-17,8$ - $(-34,4)^{\circ}\text{C}$.

Metode pembekuan yang dipilih untuk setiap produk tergantung pada:

1. mutu produk dan tingkat pembekuan yang diinginkan;
2. tipe dan bentuk produk, pengemasan, dan lain-lain;
3. fleksibilitas yang dibutuhkan dalam operasi pembekuan;
4. biaya pembekuan untuk teknik alternatif.

Kelebihan pembekuan cepat dibandingkan pembekuan lambat adalah:

1. kristal es yang terbentuk kecil-kecil sehingga dapat memperkecil kerusakan mekanis apabila bahan dicairkan (*thawing*);
2. faktor pepadatan air lebih cepat;
3. pencegahan pertumbuhan mikroorganisme lebih cepat; serta
4. kegiatan enzim cepat menurun.

Walaupun secara umum dapat dikatakan bahwa pembekuan cepat lebih baik daripada pembekuan lambat, namun perlu diperhatikan kekhususan kondisi penyimpanan untuk setiap komoditi yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada Tabel 2 berikut ini dapat dilihat kekhususan-kekhususan tersebut.

Tabel 3.2. Kekhususan kondisi penyimpanan beberapa bahan pangan

JENIS BAHAN PANGAN	KONDISI PENYIMPANAN
Daging	Jika disimpan pada 4°C dapat awet beberapa hari, tetapi jika dibekukan pada -18-(-23,5)°C daya simpannya dapat lebih lama
Ikan	Ikan lebih cepat busuk daripada daging sehingga jika disimpan pada 0-4°C maka setelah 5 hari akan berbau tak sedap, oleh karena itu penyimpanan sebaiknya dengan pembekuan
Susu segar	Susu segar baik jika disimpan pada 0-1°C, sedangkan susu kental pada 1-4,5°C. Penyimpanan di bawah suhu tersebut akan menyebabkan emulsi susu pecah sehingga terjadi pemisahan lemak. Selain itu, protein akan terdenaturasi yang ditandai dengan terbentuknya gumpalan
Telur	Suhu terbaik -1,5°C dengan kelembaban nisbi 82-85%. Jika kelembaban terlalu rendah, maka isi telur akan menguap sehingga kantong udara membesar. Telur tidak boleh dibekukan karena jika isi telur membeku maka telur akan pecah, sedangkan jika kuning telur membeku maka akan menyebabkan kerusakan yang <i>irreversible</i> (tidak dapat diperbarui)

Mempertahankan Mutu Makanan Beku

Faktor-faktor dasar yang mempengaruhi mutu akhir dari makanan beku adalah:

1. Mutu bahan baku yang digunakan termasuk variasi, kematangan, kecocokan untuk

dibekukan dan disimpan dalam keadaan beku.

2. Perlakuan sebelum pembekuan seperti blansir, penggunaan SO₂, atau asam askorbat (vitamin C).
3. Metode dan kecepatan pembekuan yang dipakai.

4. Suhu penyimpanan dan fluktuasi suhu.
5. Waktu penyimpanan.
6. Kelembaban lingkungan tempat penyimpanan, terutama jika makanan tidak dikemas.
7. Sifat-sifat dari setiap bahan pengemas.

Pembekuan Buah-buahan dan Sayuran

Apabila suhu penyimpanan dipertahankan tidak melebihi batas minimum dari pertumbuhan mikroorganisme untuk waktu penyimpanan lebih lama, mutu makanan beku akan rusak terutama sebagai akibat dari perubahan-perubahan fisik, kimia, dan biokimia. Perlakuan-perlakuan pendahuluan sebelum pembekuan bertujuan untuk mengurangi kerusakan selama pembekuan dan penyimpanan beku meliputi:

1. Blansir untuk beberapa macam buah dan hampir semua sayur untuk menonaktifkan enzim-enzim peroksidase, katalase, dan enzim penyebab warna coklat lainnya, mengurangi kadar oksigen dalam sel, mengurangi jumlah mikroorganisme, dan memperbaiki warna.
2. Penambahan atau pencelupan ke dalam larutan asam askorbat atau larutan sulfurdioksida untuk mempertahankan warna dan mengurangi pencoklatan.
3. Pengemasan buah-buahan dalam gula kering atau sirup untuk meningkatkan kecepatan pembekuan dan mengurangi reaksi pencoklatan, dengan cara mengurangi jumlah

oksigen yang masuk ke dalam buah-buahan.

4. Perubahan pH beberapa buah untuk menurunkan kecepatan reaksi pencoklatan.

Es Krim

Secara umum es krim digolongkan berdasarkan komposisi, citarasa, warna, bentuk, dan ukuran. Menurut jenisnya dikenal es krim *standard* dan es krim *special*. Es krim standar dibuat dengan resep standar dengan citarasa tertentu. Mengandung 10-12% lemak susu, 15% gula pasir, 0,3-0,5% bahan pengental, bahan pengemulsi 0,1% dan susu skim bubuk 10%. Yang termasuk jenis ini, es krim dengan rasa coklat, *variegated* atau *ripple*. Es krim *variegated* merupakan es krim dengan rasa vanili yang dikombinasi dengan citarasa lain, dibuat berlapis atau berselang seling. Es krim spesial merupakan es krim yang mengandung lemak susu lebih tinggi dari es krim standar, memakai telur dan pewarna lebih banyak.

Es krim terbuat dari susu bubuk dengan atau tanpa susu segar, lemak susu, gula, bahan pengental atau penstabil, bahan pengemulsi dengan atau tanpa bahan tambahan seperti pewarna, rasa, dan telur.

Tahap-tahap pembuatan es krim meliputi penimbangan bahan, pencampuran, pemanasan (pasteurisasi), pengecilan ukuran butiran lemak (homogenisasi), pendinginan, aging (penuaan), pembekuan pengerasan.

Bahan-bahan yang diperlukan ditimbang sesuai resep dengan ukuran yang pasti. Tidak memakai takaran yang kurang pasti seperti sendok, cangkir atau gelas. Jika takaran tidak pasti es krim yang dihasilkan akan kurang memuaskan. Mula-mula bahan penstabil dilarutkan ke dalam air. Agar larut sempurna, campuran dipanaskan sambil diaduk hingga mendidih. Bahan-bahan lain ditambahkan dan diaduk. Campuran semua bahan ini disebut campuran es krim atau *ice cream mix*.

Selanjutnya dilakukan *pasteurisasi*, campuran dipanaskan hingga suhu 85°C. Sebelum dingin, dilakukan *homogenisasi* yaitu memperkecil ukuran butiran lemak. Proses homogenisasi dilakukan dengan alat *homogenizer*. Hasilnya es krim menjadi lebih homogen dan lembut. Setelah itu campuran segera didinginkan misalnya dengan merendam wadahnya dalam air es hingga suhunya mencapai sekitar 4°C sambil diaduk-aduk. Campuran kemudian diaging atau dibiarkan selama 4 – 24 jam pada suhu tersebut. Aging dimaksudkan untuk memberi kesempatan bahan penstabil menyerap air dalam campuran hingga tekstur es menjadi lebih lembut dan volumenya bertambah.

Campuran dibekukan dalam otator (alat pembuat es krim) hingga suhunya -5 °C sambil terus diaduk. Volume campuran es krim akan mengembang. Hal ini disebabkan oleh udara yang terperangkap pada campuran. Pada skala industri pengembangannya dapat

mencapai 125% yang berarti dari 1 liter bahan yang dapat menghasilkan 2,25 liter es krim. Pengembangan volume ini menguntungkan karena es krim dijual berdasarkan volume (literan) dan bukan berdasarkan berat.

Keluar dari alat ini sebenarnya es krim sudah jadi, teksturnya lembek dan cepat mencair disebut es krim lunak atau *soft serve ice cream*. Agar teksturnya menjadi lebih keras, es krim disimpan dalam *freezer* yang bersuhu -20 sampai -50°C. Pembekuan dilakukan setelah es krim dikemas dalam wadah-wadah.

Dalam pembuatan es krim dengan skala industri jumlah yang dibuat besar, dengan mesin berkapasitas besar. Pada mesin pembeku es krim misalnya, sengaja disuntikkan udara agar volume es krim mengembang lebih besar. Sedangkan untuk skala rumah tangga peralatan dan yang dipakai lebih sederhana dan berkapasitas kecil. Beberapa tahapan seperti *homogenisasi* dan *aging* tidak dilakukan karena peralatan yang dipakai lebih sederhana



Bahan mentah sering berukuran lebih besar daripada yang dibutuhkan sehingga ukuran bahan ini harus diperkecil. Operasi pengecilan ukuran ini dibedakan atas dua jenis, yaitu (1) pengecilan ukuran untuk bahan padat yang

disebut penghancuran dan pemotongan dan (2) pengecilan ukuran untuk bahan cair yang disebut emulsifikasi atau atomisasi.

Yang dimaksud pengecilan ukuran di sini adalah suatu satuan operasi atau kegiatan yang ditujukan untuk mengurangi ukuran rata-rata dari bahan pangan. Ada tiga jenis kekuatan yang digunakan untuk mengurangi ukuran bahan pangan, yaitu: (1) tekanan (*compression forces*), (2) *impact forces*, dan (3) *shearing (attrition forces)*. Dalam kebanyakan alat pengecilan ukuran, ketiga kekuatan tersebut biasanya ada, namun sering satu kekuatan lebih penting dibandingkan yang lainnya. Sebagai contoh dari pengecilan ukuran diantaranya adalah produksi butiran-butiran dan partikel-partikel halus yang dikenal dengan *comminution*; pengurangan ukuran butiran-butiran lemak dalam air yang biasa disebut homogenisasi atau emulsifikasi.

Dalam pengolahan pangan, pengecilan ukuran memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan rasio luas permukaan terhadap volume dari bahan pangan sehingga dapat meningkatkan kecepatan pengeringan, pemanasan, atau pendinginan.
2. Memperbaiki efisiensi dan kecepatan ekstraksi dari komponen terlarut (sebagai contoh ekstraksi jus dari potongan-potongan buah).
3. Menyebabkan pencampuran bahan-bahan lebih sempurna, contohnya dalam sup kering dan campuran kue.

Pengecilan ukuran tidak memiliki pengaruh atau sedikit pengaruhnya terhadap pengawetan. Kegiatan tersebut ditujukan untuk memperbaiki kualitas atau kecocokan makanan untuk diolah lebih lanjut. Dalam beberapa makanan, pengecilan ukuran memacu terjadinya degradasi melalui pelepasan enzim-enzim karena rusaknya jaringan atau melalui aktivitas mikroorganisme dan oksidasi karena meningkatnya luas permukaan, jika tidak dilakukan tindakan pengawetan.

3.4.1. Penghancuran dan Pemotongan

Penghancuran dan pemotongan akan mengurangi ukuran bahan padat secara mekanis, yaitu membaginya menjadi partikel-partikel lebih kecil. Penggunaan proses penghancuran yang paling luas di dalam industri pangan adalah dalam penggilingan butir-butir gandum menjadi tepung, penggilingan jagung untuk menghasilkan tepung jagung, penggilingan gula, dan penggilingan bahan pangan kering seperti sayuran. Pemotongan dipergunakan untuk memecahkan potongan besar bahan pangan menjadi potongan-potongan kecil yang sesuai untuk pengolahan lebih lanjut, seperti dalam penyiapan daging olahan.

Dalam proses penggilingan, ukuran bahan diperkecil dengan melakukan pengoyakan. Mekanisme pengoyakan ini belum

dimengerti dengan jelas, tetapi secara garis besar dapat dikatakan bahwa bahan mengalami penekanan oleh gaya mekanis dari mesin penggiling. Gaya mekanis yang diterapkan dapat berupa kompresi, pemukulan, atau penggungtingan. Besar gaya mekanis yang diberikan dan waktu pemberian gaya tersebut mempengaruhi besarnya pencapaian hasil penggilingan.

Penggilingan dikatakan efisien apabila energi yang dibutuhkan untuk melakukan penggilingan tersebut sekecil mungkin dan sisa energi yang hilang sebagai panas juga harus sekecil mungkin. Faktor penting yang dipelajari dalam penggilingan adalah jumlah energi yang dipergunakan dan jumlah permukaan yang terbentuk sebagai hasil penggilingan.

Apabila suatu partikel yang seragam dihancurkan, setelah penghancuran pertama, ukuran partikel yang dihasilkan akan sangat bervariasi dari yang relatif sangat kasar sampai yang paling halus bahkan sampai abu. Ketika penghancuran dilanjutkan, partikel yang besar akan dihancurkan lebih lanjut akan tetapi partikel yang kecil mengalami perubahan relatif sedikit. Sebagai contoh, terigu pada penghancuran pertama menghasilkan partikel berukuran yang sangat bervariasi dalam tepung kasar, akan tetapi setelah penghancuran lebih lanjut, fraksi yang agak dominan adalah yang lolos saringan 40 mesh dan tertahan pada saringan 100 mesh.

Fraksi ini cenderung meningkat meskipun penghancuran berlangsung lama, selama tipe mesin yang sama, dalam hal dipergunakan rol silinder.

Peralatan penghancuran dapat dibagi ke dalam dua kelas, yaitu penggiling dan pengasah. Pada kelas pertama, aksi utama adalah tekanan, yaitu pengasahan digabungkan dengan penggungtingan dan pemukulan dengan gaya tekanan.

Pengecilan ukuran diklasifikasikan sesuai dengan ukuran partikel yang dihasilkan, yaitu sebagai berikut:

1. Besar hingga sedang (*stewing steak*, keju, dan buah yang diiris untuk pengalengan);
2. Sedang hingga kecil (bacon, buncis iris dan *diced* wortel), dan
3. Kecil hingga granular (daging giling, *flaked* ikan atau kacang-kacangan dan *shredded* sayuran)

3.4.1. Peralatan untuk Pengecilan Ukuran

Peralatan pengecilan ukuran idealnya beroperasi dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Menghasilkan ukuran produk hasil pengecilan yang sama;
2. Kenaikan temperatur minimum selama proses pengecilan;
3. Memerlukan daya minimum;
4. Beroperasi tanpa kendala (*trouble free operation*).



Gambar 3.11. Corn Cutter (Pemotong Jagung)



Gambar 3.12. Mesin Penggiling Daging (*Meat Chopper*)

3.4.2. Pengaruh Pengecilan Ukuran Terhadap Bahan Pangan

Pengecilan ukuran merupakan proses untuk mengontrol sifat-sifat bahan pangan untuk memperbaiki efisiensi pencampuran dan pindah panas. Tekstur bahan pangan seperti roti, hamburger, dan jus dikontrol melalui kondisi-kondisi yang digunakan selama pengecilan ukuran.

Pengecilan ukuran juga memiliki pengaruh tidak langsung pada aroma dan flavor beberapa makanan. Hal ini disebabkan selama proses pengecilan ukuran terjadi perusakan sel dan peningkatan luas permukaan yang dapat memicu kerusakan oksidatif dan peningkatan reaksi mikrobiologi serta aktivitas enzim. Oleh karena itu, pengecilan ukuran mempunyai pengaruh yang sedikit bahkan tidak ada terhadap pengawetan.

Untuk bahan pangan kering seperti biji-bijian dan kacang-kacangan, memiliki a_w yang cukup rendah sehingga dapat disimpan beberapa bulan setelah penggilingan tanpa perubahan nilai gizi dan sifat organoleptik yang berarti. Untuk bahan pangan yang tinggi kadar airnya dapat terjadi kerusakan dengan cepat jika proses pengawetan seperti pendinginan, pembekuan dan pengolahan dengan suhu tinggi tidak dilakukan.

Nilai gizi dari makanan emulsi berubah jika komponen-komponen dipisahkan, seperti dalam pembuatan mentega. Pada makanan bayi ada pengaruh yang menguntungkan yakni perbaikan daya cerna lemak dan protein. Nilai gizi makanan lain ditentukan oleh formulasi yang digunakan dan tidak dipengaruhi oleh emulsifikasi atau homogenisasi.

Alat homogenisasi (*homogenizer*) dan zat-zat pengemulsi berfungsi untuk menstabilkan produk makanan agar terlihat seragam dan mencegah pemisahan, tetapi tidak mengawetkan makanan.

Pada semua makanan emulsi, perubahan degradatif seperti hidrolisis atau oksidasi pigmen, komponen aroma dan vitamin, serta pertumbuhan mikroba diminimalisasi melalui pengontrolan yang baik selama pengemasan dan kondisi penyimpanan.

3.4.3. Susu Kedelai

Susu kedelai merupakan salah satu produk olahan kedelai yang diolah melalui proses pengecilan ukuran dan pasteurisasi. Pengecilan ukuran yang dimaksud dengan cara menggiling kedelai menggunakan alat penggiling *dish mill* (alat penggiling yang menggunakan dua lempeng batu) atau menggunakan blender. Untuk mendapatkan ekstrak kedelai yang cukup banyak dan memudahkan proses penghancuran secara basah.

Susu kedelai memiliki keunggulan karena dalam kedelai mengandung oligosakarida (rafinosa dan stakiosa) yang menguntungkan bagi kesehatan manusia. Rafinosa dan stakiosa dari kedelai telah terbukti dapat menstimulir pertumbuhan bakteri yang baik dalam pencernaan).

Sebelum dilakukan penggilingan maka kedelai direndam dalam air bersih selama 6-8 jam. Perendaman bertujuan untuk memudahkan dalam proses penggilingan karena biji kedelai lebih lunak dibandingkan sebelum dilakukan perendaman, mengurangi aroma langu kedelai

(*beany flavor*). Jumlah air yang digunakan untuk merendam sebanyak 2-3 kali berat kedelai.

Setelah dilakukan perendaman, selanjutnya kedelai digiling. Selama penggilingan kedelai ditambahkan air masak. Perbandingan antara kedelai dengan jumlah air yang digunakan untuk pengenceran dan penggilingan 1 bagian kedelai : 5 hingga 8 bagian air masak. Hasil penggilingan kedelai disebut bubur kedelai.

Bubur kedelai yang diperoleh, kemudian dilakukan penyaringan. Penyaringan bubur kedelai dilakukan secara manual menggunakan kain saring yang halus atau menggunakan kain saringan tahu. Hasil penyaringan bubur kedelai berupa filtrat atau yang dikenal dengan susu kedelai.

Untuk memperpanjang umur simpan susu kedelai, maka dilakukan pasteurisasi susu kedelai yang diperoleh. Pasteurisasi dilakukan dengan cara memanaskan susu kedelai hingga mencapai suhu 63 °C selama 30 menit atau 72 °C selama 15 detik. Setelah dipasteurisasi, maka susu kedelai dikemas dalam kemasan steril. Pengemasan dilakukan pada saat susu kedelai masih dalam keadaan panas (*hot filling*).

3.4.4. Pati

Pati merupakan salah produk pangan yang dijadikan sumber karbohidrat. Pati dapat dibuat dari umbi-umbian, seperti singkong, ubi garut, dan lain-lain.

Untuk membuat pati (misalnya pati garut), maka cara membuatnya sebagai berikut:

- Ubi garut dibersihkan dari kulit ari dan akar, kemudian dicuci bersih.
- Ubi garut diparut untuk memperkecil ukuran dan memperluas permukaan sehingga pati yang diperoleh dapat lebih banyak.
- Ubi garut yang sudah diparut kemudian direndam dalam air bersih sambil diremas-remas dengan tangan. Kemudian disaring untuk memisahkan bagian ubi garut yang tidak larut dalam air.
- Filtrat yang diperoleh kemudian didiamkan beberapa saat sehingga terbentuk endapan putih di bagian dasar dan air yang terpisah di bagian atas.
- Selanjutnya air tersebut dipisahkan dan dibuang.
- Endapan putih yang tersisa kemudian dikeringkan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Tepung yang didapat selanjutnya disebut pati garut.



3.5. PENGERINGAN

Pengeringan merupakan metode tertua pengawetan bahan pangan. Pengeringan pangan berarti pemindahan air dengan sengaja dari bahan pangan. Selama pengeringan terjadi penguapan air yang terdapat dalam bahan pangan. Oleh sebab itu, makanan

yang dikeringkan terjaga keawetannya karena kandungan airnya rendah sehingga organisme pembusuk tidak dapat tumbuh.

Dibandingkan metode pengawetan yang lain, pengeringan merupakan metode yang sederhana karena tidak memerlukan alat yang khusus. Oven dapur, rak-rak pengering, dan wadah penyimpanan adalah peralatan dasar yang dibutuhkan. Jika diinginkan makanan yang dikeringkan dalam jumlah besar, maka dapat digunakan pengering makanan, tetapi tidak harus. Untuk pengeringan dengan sinar matahari, hanya diperlukan rak-rak dan wadah penyimpanan.

Salah satu manfaat terbesar dari makanan yang dikeringkan adalah makanan kering mengambil tempat penyimpanan yang lebih sedikit dibandingkan makanan kaleng dan makanan beku. Namun, pengeringan tidak dapat menggantikan pengalengan dan pembekuan karena kedua metode tersebut lebih baik dalam hal mempertahankan rasa, penampilan, dan nilai gizi.

Pengeringan bertujuan untuk:

1. mengawetkan bahan pangan,
2. meningkatkan efisiensi pengemasan (*packaging*), penyimpanan, dan transportasi (tujuan ekonomi karena menurunkan berat dan volume),
3. memperpanjang daya guna dan hasil guna,
4. mengubah struktur bahan pangan.

3.5.1. Petunjuk Pengeringan

1. **Kecepatan:** agar diperoleh produk yang berkualitas baik, sayuran dan buah-buahan harus dipersiapkan sesegera mungkin setelah panen. Sayuran dan buah-buahan harus diblansir, didinginkan, dan dikeringkan tanpa penundaan. Bahan makanan harus dikeringkan dengan cepat, tapi tidak terlalu cepat karena akan menyebabkan terjadinya pengerasan bagian luar sementara bagian dalam masih basah (*case hardening*). Pengeringan tidak boleh diganggu. Jika pengeringan sudah dimulai, maka tidak boleh didinginkan lalu pengeringan dimulai lagi karena kapang dan organisme pembusuk lainnya dapat tumbuh pada makanan yang kering sebagian.
2. **Suhu:** selama proses pengeringan awal, suhu udara dapat relatif tinggi, 65 – 70 °C sehingga air dapat menguap dengan cepat dari makanan. Karena makanan kehilangan panas selama penguapan cepat, suhu udara dapat tinggi tanpa peningkatan suhu makanan. Namun, segera setelah air di permukaan bahan hilang (bagian luar bahan mulai kering) dan kecepatan penguapan menurun, makanan menjadi hangat. Suhu udara harus

dikurangi menjadi sekitar 60°C. Pada akhir proses pengeringan makanan dapat hangus dengan mudah sehingga kita harus perhatikan dengan seksama. Setiap buah-buahan dan sayuran memiliki suhu kritis dimana cita rasa gosong berkembang. Suhu pengeringan seharusnya cukup tinggi untuk menguapkan air dari makanan, tetapi tidak cukup tinggi untuk memasak makanan.

3. **Kelembaban dan Ventilasi:** Pengeringan yang cepat diinginkan. Jika suhu lebih tinggi dan kelembaban lebih rendah, maka kecepatan pengeringan akan lebih cepat. Udara lembab akan menurunkan kecepatan penguapan sehingga pengering akan berjalan lama. Oleh karena itu, ventilasi di sekeliling oven atau pengering harus cukup agar air yang keluar dari makanan dapat keluar dan tidak mengganggu kecepatan pengeringan.
4. **Pengeringan yang Seragam:** Pengadukan makanan secara teratur dan pergiliran rak dalam oven penting karena panas tidak sama di semua bagian dari pengering. Untuk hasil yang baik, makanan harus disebar secara merata pada rak-rak pengering. Peralatan yang dapat membantu untuk mendapatkan produk yang seragam adalah:

- a. timbangan untuk mengetahui berat sebelum dan sesudah pengeringan
- b. kipas angin listrik untuk sirkulasi udara
- c. termometer untuk mengecek suhu
- d. alat untuk memblansir sayur-sayuran
- e. kotak sulfur untuk buah-buahan.



3.5.2. Nilai Gizi

Makanan yang dikeringkan merupakan sumber energi yang baik karena mengandung gula-gula yang terkonsentrasi. Jumlah vitamin dan mineral juga agak besar. Namun, proses pengeringan akan merusak beberapa vitamin, khususnya A dan C. Perendaman buah dalam larutan yang mengandung sulfur sebelum pengeringan dapat membantu mempertahankan vitamin A dan C. Sulfur merusak tiamin (vitamin B₁), tetapi buah bukan sumber tiamin. Buah-buahan yang dikeringkan kaya akan riboflavin dan zat besi.

Sayuran adalah sumber mineral, tiamin, riboflavin, dan niasin yang baik. Buah-buahan dan sayuran juga merupakan sumber serat.

3.5.3. Metode Pengeringan

Pengeringan dengan Oven

Pengeringan oven merupakan cara yang paling sederhana untuk mengeringkan makanan karena tidak memerlukan peralatan khusus. Metode ini juga lebih cepat daripada metode pengeringan dengan sinar matahari (penjemuran) ataupun dengan menggunakan pengering makanan (*food dryer*). Kelemahannya adalah metode oven hanya dapat digunakan untuk skala kecil. Oven dapur biasa hanya dapat menampung 4 – 6 pounds (1 pounds = 453,6 gram) makanan untuk sekali pemakaian.

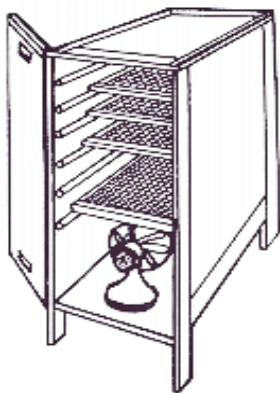
Hal-hal yang harus diperhatikan pada pengeringan dengan oven adalah sebagai berikut:

1. Pada awal pemanasan, suhu oven diatur pada 60°C. Kemudian suhu oven dipertahankan pada 60-70°C. Pengecekan suhu dilakukan setiap setengah jam.
2. Pengaturan makanan yang akan dikeringkan dalam rak-rak. Pada setiap rak disusun 1-2 pounds makanan sebanyak satu lapis. Untuk sekali pemakaian rak yang digunakan tidak lebih dari 4 rak. Muatan

yang tidak terlalu padat akan lebih cepat kering dibandingkan muatan yang penuh. Harus disediakan ruang kosong kira-kira 1-1,5 inci dari tiap sisi rak agar udara dapat bersirkulasi dengan baik.

3. Perlu disediakan ventilasi yang cukup agar uap air dapat keluar sementara panas tetap berada dalam oven. Untuk oven listrik ventilasi kira-kira 4-6 inci, sedangkan untuk oven gas sekitar 1-2 inci. Kipas angin listrik dapat diletakkan di depan pintu oven untuk membantu sirkulasi udara.
4. Pergiliran dalam meletakkan rak (rotasi) diperlukan karena suhu di setiap tempat pada oven tidak sama. Rotasi dilakukan setiap setengah jam sekali. Pembalikan bahan makanan yang dikeringkan setiap setengah jam juga diperlukan agar pengeringan makanan berjalan dengan baik.

Pengeringan dengan Pengereng Makanan (*Food Dryer*)



Pengereng makanan komersial atau buatan rumah tangga atau oven konveksi dapat secara otomatis mengontrol panas dan ventilasi. Pengereng ini lebih hemat listrik dibandingkan oven listrik. Namun, suhunya lebih rendah (sekitar 50°C) sehingga pengeringan berjalan lebih lama dibandingkan oven.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan pengereng ini antara lain:

1. Pemanasan awal sekitar 52°C. Pemanasan dinaikkan secara bertahap hingga 60°C. Dengan cara ini diperlukan 4-12 jam untuk mengeringkan buah-buahan atau sayur-sayuran.
2. Tidak boleh menggunakan pemanas ruangan untuk mengeringkan makanan karena pemanas ruangan menggerakkan debu dan kotoran sehingga dapat mengkontaminasi makanan.

Pengeringan dengan Sinar Matahari (*Sun Drying*)

Pengeringan dengan sinar matahari adalah cara tertua untuk mengeringkan makanan karena menggunakan panas matahari dan pergerakan udara secara alami. Cara ini memerlukan sinar matahari yang terik, kelembaban rendah, dan suhu sekitar 100 °F. Bahan makanan yang berbentuk padat seperti buah-buahan dan sayuran dapat dikeringkan dengan cara ini.

Kelemahan metode ini:

1. Makanan harus dilindungi dari serangga dan ditutup pada malam hari.
2. Metode ini tidak se higienis metode yang lain.
3. Lama pengeringan tergantung cuaca. Diperlukan waktu kira-kira 3-7 hari untuk mengeringkan buah-buahan dan sayuran.

Pengeringan dengan Pengering Beku (*Freeze Drying*)

Pengeringan beku cocok dilakukan pada produk-produk yang sangat sensitif terhadap panas. Untuk produk komersial yang paling banyak dikeringbekukan adalah kopi instan. Beberapa produk buah-buahan juga mulai dikeringbekukan walau masih dalam jumlah terbatas.

Dalam pengeringan beku, air dikeluarkan dari bahan tanpa perubahan fase atau melalui proses sublimasi. Jadi, bahan yang sudah dibekukan langsung dikeluarkan airnya melalui pengeringan tanpa mengalami pencairan bahan.

Alat pengeringan beku (*freeze dryer*) terdiri atas a dryer cabinet; drying chamber with: heating/cooling shelves, trays and door; vacuum pump, condenser, controls and digital readout.

Pengeringan dengan Pengering Semprot (*Spray Drying*)

Metode pengeringan yang paling umum adalah pengeringan

semprot yang cocok diterapkan untuk produk-produk cair. Cairan yang akan disemprotkan ke alat pengering semprot harus dikontrol densitasnya (berat per satuan volume) dengan menambahkan sejumlah padatan. Susu bubuk adalah contoh produk yang dikeringkan dengan cara ini.

Alat pengering semprot terdiri atas pemasukan udara (air inlet), pemanas udara (air heater), drying chamber, inlet atomizer, cyclone chamber, cyclone separator, tempat penampungan produk-produk yang sudah dikeringkan, hot air inlet and outlet, kipas dan motor pengering, alat pengontrol. Alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Sumber: dari beberapa situs internet

Gambar 3.12. *Spray Drier*

Pengeringan dengan Pengering Drum yang Berputar (*Drum Dryer*)

Metode ini kurang umum dibandingkan metode yang telah

diuraikan di atas. Bahan yang akan dikeringkan dialirkan di atas drum panas yang berputar. Produk yang sudah dikeringkan berbentuk serpihan-serpihan. Metode ini lebih rendah biayanya dibandingkan metode D dan E, namun dihasilkan banyak panas yang dapat merusak produk. Alat pengering ini dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.13. *Drum drier*

3.3.4. Jenis-Jenis Makanan Yang Dikeringkan

Berbagai buah-buahan segar, sayuran, rempah-rempah, daging, dan ikan dapat dikeringkan. Buah-buahan lebih mudah dikeringkan daripada sayur-sayuran karena penguapan air lebih mudah terjadi. Apel matang, beri, ceri, pir, jagung, lada, bawang putih, dan kacang polong biasa dikeringkan. Wortel biasanya diawetkan dengan cara pendinginan.

Semua jenis rempah-rempah cocok untuk dikeringkan. Daging sapi, kambing, dan ikan juga baik bila dikeringkan. Beberapa bahan makanan tidak cocok untuk dikeringkan karena kandungan air

yang tinggi, sebagai contoh lettuce, melon, dan ketimun.

Pengeringan Sayuran dan Buah

Bahan makanan seperti sayur-sayuran dan buah-buahan mentah dapat diawetkan dengan cara mengurangi kadar air yang dikandung bahan tersebut untuk menghindari pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Sayur-sayuran atau buah-buahan yang dikeringkan sering menjadi coklat karena terjadi reaksi pencoklatan. Reaksi ini terjadi karena adanya aktivitas enzim pencoklatan dengan adanya oksigen. Untuk menghindari terjadinya reaksi pencoklatan tersebut, perlu dilakukan persiapan bahan sebelum dikeringkan misalnya dengan cara memblansir bahan atau merendam bahan dalam larutan sulfur.

Pengeringan dapat dilakukan dengan menjemur di bawah sinar matahari ataupun dalam alat pengering seperti oven. Suhu pengeringan yang baik adalah 43 – 46°C. Suhu yang tepat untuk setiap bahan tergantung dari sifat bahan dan cara pengeringan. Lama pengeringan tergantung pada kekeringan produk yang dikehendaki. Kualitas produk yang kering dapat dicapai apabila pengeringan dilakukan dengan cepat.

Pengeringan Rempah-rempah

Berbagai jenis rempah-rempah dapat dikeringkan. Sebelum dikeringkan, rempah-rempah tersebut dicuci dan ditiriskan.

Metode yang digunakan untuk mengeringkan rempah-rempah adalah:

1. Dikeringanginkan: sekitar 6-8 tangkai diikat dan dimasukkan ke dalam kantong yang diberi lubang untuk menghindari kontak langsung dengan sinar matahari yang dapat merusak aroma. Kantong-kantong tersebut digantung pada ruangan yang hangat dan kering. Lama pengeringan dengan cara ini sekitar 1-2 minggu.
2. Oven: suhu diatur paling rendah sehingga pengeringan berjalan lambat dan memakan waktu 2-4 jam.
3. *Microwave oven*: rempah-rempah dibungkus dengan kertas dan suhu diatur medium selama 2-3 menit.

Pengeringan Daging dan Ikan

Pada prinsipnya semua jenis daging tak berlemak dapat dikeringkan. Daging yang digunakan harus segar dan semua lemak dan jaringan ikat harus dibersihkan karena lemak dapat menyebabkan ketengikan dan akan membusukkan daging yang telah kering.

Metode pengeringan yang digunakan adalah:

1. Pengereng oven: suhu oven diatur serendah mungkin dan dipertahankan pada suhu 60-65°C dan memakan waktu sekitar 10-12 jam.
2. Pengereng Makanan (*food dryer*): temperatur yang digunakan lebih rendah daripada oven sehingga pengeringan lebih lama.

3. Pengeringan dengan rumah asap: suhu awal sekitar 27°C, lalu dinaikkan secara bertahap hingga 49°C. Dengan cara ini diperlukan waktu sekitar 24-48 jam.
4. Dikeringanginkan: dengan syarat udara di sekitarnya harus panas dan kering. Metode ini tidak sebaik metode di atas harus suhu tidak dapat diatur dan kemungkinan daging dapat terkontaminasi udara yang kotor.

3.3.5. Pengaruh Pengeringan Terhadap Sifat Bahan Pangan

Makanan yang dikeringkan mempunyai nilai gizi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan segarnya. Selama pengeringan terjadi perubahan warna, tekstur, aroma, dan lain-lain. Perubahan tersebut dapat diminimalisasi dengan memberikan perlakuan pendahuluan terhadap bahan pangan yang akan dikeringkan, misalnya dengan pencelupan dalam larutan bisulfit.

Pengeringan akan mengurangi kadar air dalam bahan pangan sehingga kandungan senyawa-senyawa seperti protein, karbohidrat, lemak, dan mineral berada dalam konsentrasi yang lebih tinggi, akan tetapi vitamin-vitamin dan zat warna pada umumnya menjadi rusak atau berkurang.

Warna bahan pangan yang dikeringkan pada umumnya berubah menjadi coklat. Perubahan

tersebut disebabkan oleh reaksi *browning* non enzimatis yakni reaksi antara asam organik dengan gula pereduksi dan antara asam-asam amino dengan gula pereduksi. Reaksi antara asam amino dengan gula pereduksi dapat menurunkan nilai gizi protein.

Dalam proses pengeringan dapat menyebabkan terjadinya *case hardening* yaitu suatu keadaan di mana permukaan luar bahan sudah kering sedangkan bagian dalamnya masih basah. *Case hardening* dapat disebabkan oleh:

1. suhu pengeringan yang terlalu tinggi akan menga-kibatkan bagian permukaan cepat mengering dan me-ngeras sehingga menghambat penguapan air yang masih berada dalam bahan;
2. perubahan-perubahan kimia tertentu, misalnya terjadinya penggumpalan protein pada permukaan bahan karena adanya panas atau terbentuknya dekstrin dari pati yang jika dikeringkan akan menjadi bahan yang masif (keras) pada permukaan bahan.

Case hardening selain menyebabkan pengeringan berjalan lambat, juga dapat menyebabkan kebusukan karena mikroba yang masih ada di bagian dalam bahan dapat berkembang biak. Selain itu, jika bahan akan direhidrasi diperlukan waktu yang lebih lama. Cara pencegahan *case hardening* tersebut adalah dengan mengatur suhu pengeringan tidak terlalu tinggi atau proses pengeringan awal tidak terlalu cepat.



Penggaraman merupakan salah satu cara pengawetan yang sudah lama dilakukan orang. Garam dapat bertindak sebagai pengawet karena garam akan menarik air dari bahan sehingga mikroorganisme pembusuk tidak dapat berkembang biak karena menurunnya aktivitas air (a_w).

3.6.1. Sifat-sifat Antimikroorganisme dari Garam

Garam memberi sejumlah pengaruh bila ditambahkan pada jaringan tumbuh-tumbuhan yang segar. Garam akan berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Mikroorganisme pembusuk atau proteolitik dan pembentuk spora adalah yang paling mudah terpengaruh walau dengan kadar garam yang rendah sekalipun (yaitu sampai 6%). Mikroorganisme patogen termasuk *Clostridium botulinum* kecuali *Streptococcus aureus* dapat dihambat oleh konsentrasi garam sampai 10 – 12%. Beberapa mikroorganisme terutama jenis *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* dapat tumbuh dengan cepat dengan adanya garam.

Garam juga mempengaruhi aktivitas air (a_w) dari bahan sehingga dapat mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme.

Beberapa mikroorganisme seperti bakteri halofilik (bakteri yang tahan hidup pada konsentrasi garam yang tinggi) dapat tumbuh dalam larutan garam yang hampir jenuh, tetapi membutuhkan waktu penyimpanan yang lama untuk tumbuh dan selanjutnya terjadi pembusukan.

3.6.2. Penggaraman Ikan

Pada proses penggaraman ikan, pengawetan dilakukan dengan cara mengurangi kadar air dalam badan ikan sampai titik tertentu sehingga bakteri tidak dapat hidup dan berkembang biak lagi. Jadi, peranan garam dalam proses ini tidak bersifat membunuh mikroorganisme (fermicida), tetapi garam mengakibatkan terjadinya proses penarikan air dalam sel daging ikan sehingga terjadi plasmolisis (kadar air dalam sel mikroorganisme berkurang, lama kelamaan bakteri mati).

Penggaraman ikan biasanya diikuti dengan pengeringan untuk menurunkan kadar air dalam daging ikan sehingga cairan semakin kental dan proteinnya akan menggumpal. Kemurnian garam dan ukuran kristal garam akan mempengaruhi mutu ikan asin yang dihasilkan. Warna putih kekuningan, lunak, dan rasa yang enak merupakan ciri-ciri ikan asin yang baik.

Penggaraman ikan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yakni:

1. Penggaraman kering (*dry salting*) dengan menggunakan garam kering → ikan disiangi

lalu dilumuri garam dan disusun secara berlapis-lapis dengan garam.

2. Penggaraman basah (*brine salting*) dengan menggunakan larutan garam jenuh → ikan ditumpuk dalam bejana/wadah kedap air lalu diisi dengan larutan garam.
3. Penggaraman kering tanpa wadah kedap air (*kench salting*) → hampir sama dengancara (1), tetapi karena wadah yang digunakan tidak kedap air, maka larutan/cairan garam yang terbentuk akan langsung mengalir ke bawah dan dibuang.
4. Penggaraman yang diikuti dengan proses perebusan (pindang) atau mencelupkan dalam larutan garam panas (*cue*).

3.6.3. Telur Asin

Telur asin adalah suatu hasil olahan telur dengan prinsip penggaraman. Fungsi garam di sini sama dengan penggaraman ikan yaitu menarik air sampai kadar air tertentu sehingga bakteri tidak dapat berkembang lagi. Garam yang digunakan juga harus bersih dan ukuran kristal garamnya tidak terlalu halus. Telur bebek/ayam yang akan digunakan harus bermutu baik karena akan mempengaruhi telur asin yang dihasilkan. Dalam pembuatan telur asin biasa digunakan abu gosok, bubuk bata merah yang dicampur dengan garam sebagai medium pengasin.

3.6.4. Acar

Acar atau yang dikenal dengan *pickle* adalah sayur atau buah yang diberi garam dan diawetkan dalam cuka baik diberi bumbu atau tidak. Proses penggaraman dilakukan pada tahap awal pembuatan acar dengan cara fermentasi. Terkadang dilakukan penambahan gula sebanyak 1% apabila sayur atau buah yang digunakan berkadar gula rendah. Nama acar biasanya disesuaikan dengan nama sayur atau buah yang digunakan, misalnya acar mentimun, acar bawang putih, dan lain-lain. Jadi, acar dibuat dengan kombinasi dua cara pengawetan yakni penggaraman dan fermentasi.

Pembuatan acar dibedakan atas 3 cara:

1. Cara pertama terdiri atas 2 proses, yaitu proses pelumuran garam (*rough salting*) dan penggaraman akhir (*final salting*). Pada proses pelumuran garam digunakan serbuk garam kira-kira 10% dari berat bahan dan larutan garam berkonsentrasi 10%. Bahan dan serbuk garam disusun dalam wadah khusus seperti stoples secara berlapis-lapis. Bagian atas memiliki lapisan garam lebih banyak daripada bagian bawahnya. Proses ini berlangsung selama 4-5 hari yang dilanjutkan dengan penggaraman akhir. Pada tahap ini serbuk garam dikurangi 6% dari berat bahan yang telah mengalami *rough*

salting. Lama proses penggaraman tergantung dari aroma acar yang dihasilkan. Pembuatan acar jenis ini banyak dilakukan di Jepang.

2. Cara kedua adalah dengan pembubukan garam secara bertahap. Tahap pertama dilakukan dengan kadar garam rendah sekitar 8% lalu ditambah serbuk garam sebanyak 9% dari berat bahan. Setiap minggu dilakukan penambahan garam secara berangsur hingga akhirnya menjadi 15,9%.
3. Pada cara ketiga mula-mula digunakan larutan garam 10,6% lalu ditambah serbuk garam sebanyak 9% dari berat bahan. Penambahan garam dilakukan secara berangsur setiap minggu hingga mencapai 15,9%. Agar lama proses cara ketiga ini sama dengan cara kedua, maka penambahan garam setiap minggunya harus lebih sedikit dari cara kedua.

Proses fermentasi yang terjadi pada pembuatan acar akan membentuk asam laktat yang berasal dari pengubahan karbohidrat/gula. Proses ini berlangsung selama 9 minggu agar sempurna. Hasil fermentasi tergantung dari suhu dan cara penggaraman sebelum fermentasi.

Perendaman sayuran atau buah dalam larutan garam kadar rendah atau tinggi akan menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme dari golongan bakteri yakni *Lactobacillus plantarum*. Bakteri ini

terlibat dalam pembentukan asam laktat selama fermentasi. Bakteri tersebut tidak dapat tumbuh jika larutan garam bertambah menjadi 10 sampai 15%.

Ada dua jenis acar sayur atau buah:

1. Acar asin: acar yang dibuat melalui proses penggaraman dengan garam dapur (NaCl) yang diikuti fermentasi, seperti ketiga cara di atas.
2. Acar bumbu: acar sayur/buah yang diberi bahan pewangi (aroma) tertentu, biasanya rempah-rempah seperti bawang merah dan bawang putih yang cara fermentasinya berbeda dengan acar asin.
Acar bumbu dibuat dengan cara merendam buah atau sayur pada larutan garam berkadar rendah ditambah larutan asam asetat. Bahan-bahan pembentuk aroma seperti rempah-rempah menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri pembentuk asam, tetapi rempah-rempah dapat menghambat pertumbuhan jasad renik yang dapat merusak acar.

Sayuran dan buah-buahan yang biasa dibuat acar adalah mentimun, bawang putih, bawang merah, cabai rawit, kol, sawi, petsai, pepaya, terubuk, jahe, dan masih banyak lagi. Jenis acar dari buah belum banyak, tetapi jika akan dibuat acar, dipilih dari buah yang matang tetapi belum terlalu masak sehingga teksturnya masih keras.

3.6.4. Ikan Teri

Ikan teri merupakan produk setengah jadi dari hasil pengolahan ikan yang menggunakan dasar proses penggaraman dan pengeringan. Namun demikian ada juga ikan teri tawar, untuk ikan jenis ini maka ikan tidak dilakukan penggaraman.

Untuk membuat ikan teri yang dikeringkan dengan memiliki rasa asin, dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

- Ikan yang berukuran kecil (sering disebut ikan teri), sebelum diolah tidak perlu dilakukan penyiangan atau pembuangan isi perut. Jadi ikan cukup dibersihkan dari kotoran dan dicuci bersih.
- Untuk memperoleh rasa asin, maka teri yang sudah dibersihkan direndam dalam larutan garam dengan konsentrasi 0.5–1% atau tergantung dari tingkat keasinan teri yang dikehendaki selama 1 – 3 jam.
- Ikan teri yang sudah direndam dalam air garam kemudian ditiriskan dan dikeringkan hingga kering. Pengeringan dilakukan dengan cara menghamparkan ikan teri yang sudah direndam dalam air garam di atas rak penjemuran. Pengeringan dapat dilakukan di bawah terik matahari atau dengan menggunakan pengering buatan.



3.7.1. Pendahuluan

Gula biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan beraneka ragam produk makanan seperti selai, jeli, marmalad, sirup, buah-buahan bergula, dan sebagainya. Penambahan gula selain untuk memberikan rasa manis, juga berfungsi dan terlibat dalam pengawetan. Apabila gula ditambahkan ke dalam bahan pangan dalam konsentrasi yang tinggi (paling sedikit 40% padatan terlarut), maka sebagian air yang ada terikat oleh gula sehingga menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (a_w) dari bahan pangan berkurang. Padahal mikroorganisme memiliki kebutuhan a_w minimum untuk pertumbuhannya. Kemampuan gula untuk mengikat air itulah yang menyebabkan gula dapat berfungsi sebagai pengawet.

Perlu diketahui bahwa aktivitas air berbeda dengan kadar air. Bahan dengan kadar air yang tinggi belum tentu memiliki kadar air yang tinggi pula. Sebagai contoh sirup, yang memiliki kandungan air yang tinggi, tetapi a_w -nya rendah karena sebagian air yang ada terikat oleh gula.

3.7.2. Selai

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan selai dan produk-produk sejenisnya (jeli, marmalade, dan lain-lain) terhadap mikroorganisme adalah:

1. Kadar gula yang tinggi sekitar 65-73% padatan terlarut.
2. pH rendah, sekitar 3,1-3,5 tergantung pada tipe pektin dan konsentrasi.
3. a_w , berkisar antara 0,75-0,83.
4. Suhu tinggi selama pendidihan atau pemasakan (105-106°C), kecuali jika diuapkan secara vakum dan dikemas pada suhu rendah.
5. Tegangan oksigen rendah selama penyimpanan (misalnya jika diisikan ke dalam wadah-wadah hermetik dalam keadaan panas).

Selai atau jam adalah produk makanan yang kental atau setengah padat yang dibuat dari campuran 45 bagian berat buah dan 55 bagian berat gula. Selai termasuk dalam golongan makanan semi basah berkadar air sekitar 15 – 40% dengan tekstur yang lunak dan plastis. Pengertian yang lain adalah produk makanan yang terbuat dari lumatan daging buah-buahan dicampur dengan gula dengan perbandingan 3 : 4. Campuran ini kemudian dipanaskan dengan suhu tertentu hingga mencapai kekentalan tertentu. Kadar kekentalan atau padatan terlarut (*soluble solid*) diukur dengan refraktometer. Untuk selai yang terbuat dari buah anggur, jeuk, nanas, stroberi dan sejenisnya,

kadar kekentalannya tidak kurang dari 68% dan untuk selai dari apel tidak kurang dari 65%.

Gula yang ditambahkan berfungsi selain sebagai penambah cita rasa, juga berfungsi sebagai pengawet. Perbandingan gula dengan buah harus tepat. Jika terlalu sedikit gula, buah-buahan tidak akan matang sempurna dan akibatnya selai menjadi mudah berfermentasi dan tidak tahan lama. Sebaliknya jika terlalu banyak gula, selai akan menjadi terlalu kental dan membentuk kristal.

Tujuan utama pembuatan selai adalah memanfaatkan buah-buahan segar semusim yang berlimpah hingga tetap dapat dinikmati setiap saat. Jenis buah untuk pembuatan selai adalah buah yang mengandung pektin dan asam yang cukup untuk menghasilkan selai berkualitas baik. Buah yang dapat digunakan antara lain sirsak, nanas, srikaya, stroberi, pepaya, tomat, durian, dan mangga. Untuk memperoleh selai dengan aroma baik sebaiknya digunakan buah dengan tingkat kematangan yang tinggi (benar-benar matang). Pengolahan selai buah dapat juga menggunakan campuran buah setengah matang dengan buah yang benar-benar matang. Buah setengah matang akan memberi pektin dan asam yang cukup yang dapat memperbaiki konsistensi selai yang dihasilkan, sedangkan buah yang matang penuh akan memberikan aroma yang diinginkan.

Untuk mengetahui kandungan pektin pada buah-buahan dapat dilakukan dengan tes alkohol. Buah yang akan diuji diperas air buahnya, selanjutnya ditambah 3 – 4 sendok alkohol ke dalam 1 sendok sari buah. Jika pada campuran banyak terdapat gumpalan kental maka kandungan pektin pada buah tersebut tinggi. Jika gumpalan yang terbentuk sedikit atau agak cair berarti kandungan pektinnya sedikit.

Pektin adalah sejenis 'gula' yang terdapat dalam sayuran dan buah-buahan. Dalam buah-buahan biasanya terdapat di bawah kulit buah, di sekitar hati buah (*core*), dan di sekitar biji buah. Tiap jenis buah mempunyai kandungan pektin yang berbeda. Stroberi, aprikot, peach, ceri, pir, anggur, nanas tergolong buah-buahan berkadar pektin rendah. Buah-buahan ini perlu dikombinasikan dengan buah-buahan berkadar pektin tinggi atau dibubuhi pektin komersial. Apel, plum, dan *currant* merah tergolong buah berkadar pektin tinggi dan tidak memerlukan tambahan pektin.

Selain buah, dapat juga digunakan kacang tanah sebagai bahan baku selai. Kacang tanah yang digunakan adalah kacang tanah berkualitas, tidak busuk, memiliki rasa dan bau yang khas, serta bersih dari kotoran. Sebelum diolah menjadi selai, kacang tanah disangrai dan kulitnya dikupas terlebih dahulu.

Selai yang bermutu baik mempunyai ciri-ciri tertentu, yakni konsisten, warna cemerlang,

distribusi buah merata, tekstur lembut, flavor buah alami, tidak mengalami sineresis (keluarnya air dari gel) dan kristalisasi selama penyimpanan.

3.7.3. Jeli

Jeli adalah produk yang hampir sama dengan selai, bedanya jeli dibuat dari campuran 45 bagian sari buah dan 55 bagian berat gula. Kadar padatan terlarutnya tidak kurang dari 65%. Karena terbuat dari sari buah-buahan, jeli bersifat jernih, transparan, bebas dari serat dan bahan lain. Jika dikeluarkan dari kemasan tampak seperti agar-agar, lembut, kukuh, dan dapat dengan mudah dikerat dengan pisau.

Kandungan pektin sangat penting terutama dalam pembuatan jeli. Untuk itu banyak digunakan pektin komersial yang dibedakan atas dua macam, yang berbentuk bubuk berwarna putih dan cairan. Pektin komersial biasanya dibuat dari buah apel pilihan, kulit jeruk, kulit dan hati apel sisa (dari limbah pengalengan apel). Pektin bubuk untuk sari buah yang ditambahkan dalam keadaan dingin, sedangkan pektin cairan ditambahkan dalam sari buah atau campuran gula yang mendidih.

Dengan pemanasan pektin yang terkandung dalam buah akan terekstrak keluar. Pemanasan tidak boleh berlebihan akan menyebabkan pektin menjadi rusak.

Tingkat keasaman buah juga penting karena asam akan menarik

sari pektin dari buah. Buah yang kurang asam perlu ditambah dengan air jeruk lemon atau asam sitrun pada saat akan mulai dimasak. Perpaduan gula, asam, dan pektin inilah yang karena dipanaskan membentuk jalinan (matriks) sehingga jeli, selai, dan produk olahan buah yang lain menjadi kental atau pekat.

3.7.4. Marmalade

Marmalade adalah produk buah-buahan dengan menjadikannya bubur buah ditambah gula dan asam dengan konsentrasi tertentu dan diberi irisan kulit jeruk/potongan buah yang menjadi ciri khas produk ini dan mengalami pengentalan dengan pemanasan. Seperti pada pembuatan selai dan jeli, faktor pektin, kadar gula, dan asam juga harus diperhatikan sehingga dapat dihasilkan marmalade bermutu baik. Untuk buah yang terlalu banyak seratnya, sebagian bubur disaring untuk mendapatkan sari buah dan dicampur dengan setengah bagian bubur buah lainnya.

3.7.5. Manisan Buah

Manisan buah adalah produk buah-buahan yang diolah dengan menambahkan gula dalam konsentrasi tinggi sehingga dapat mengawetkan buah-buahan tersebut. Manisan buah ada dua jenis, yaitu manisan buah basah dan manisan buah kering. Manisan buah basah adalah manisan buah yang masih

mengandung air gula sedangkan manisan buah kering tidak mengandung air gula lagi.

Untuk membuat manisan buah basah, setelah dikupas buah direndam dalam larutan garam kemudian dimasukkan ke dalam larutan gula dan ditiriskan. Untuk membuat manisan kering, setelah buah direndam dalam larutan gula selama semalam, buah ditiriskan lalu ditaburi gula pasir dan dikeringkan dengan cara dijemur di bawah terik matahari. Lamanya menjemur biasanya 3 hari dan tiap hari ditaburi kembali dengan gula pasir.

Buah setelah dikupas akan berubah warna menjadi coklat atau kehitaman. Hal ini disebabkan oleh reaksi kimia dari asam pada buah dengan udara yang dikenal dengan reaksi pencoklatan (*browning enzimatis*). Untuk menghindari hal tersebut, buah yang sudah dikupas sesegera mungkin direndam dengan air garam yang dapat melindungi buah dari reaksinya dengan udara. Reaksi pencoklatan lebih lanjut dari buah yang sudah direndam dalam larutan gula biasanya dilakukan proses *sulfuring*. Proses ini bertujuan untuk mempertahankan warna dan cita rasa, asam askorbat (vitamin C) dan vitamin A. Selain itu sebagai bahan pengawet kimia untuk menurunkan atau menghindari kerusakan oleh jasad renik sehingga dapat mempertahankan mutu manisan selama penyimpanan.

Senyawa-senyawa kimia yang dapat digunakan dalam proses *sulfuring* adalah sulfur dioksida, senyawa-senyawa sulfit, bisulfit, dan metabisulfit. Proses *sulfuring* dilakukan sebelum buah dibuat manisan dengan uap sulfur dioksida atau dengan cara perendaman dalam larutan sulfur dioksida atau sulfit.

Batas maksimum penggunaan sulfur dioksida dalam makanan yang dikeringkan adalah 2000 sampai 3000 mg setiap kg manisan buah.

Manisan buah termasuk jenis makanan yang awet karena larutan gula pekat memiliki tekanan osmotik tinggi. Konsentrasi gula yang dibutuhkan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme bervariasi, tergantung dari jenis jasad renik dan kandungan zat-zat yang terdapat dalam makanan. Pada umumnya larutan gula 70% akan menghentikan pertumbuhan seluruh jasad renik dalam makanan. Daya awet manisan buah kering lebih lama dibandingkan manisan buah basah karena manisan buah kering lebih rendah kadar airnya dan lebih tinggi kandungan gulanya.

Perendaman dalam larutan kapur beberapa saat dilakukan untuk membuat manisan tetap renyah. Hal ini disebabkan oleh kalsium yang masuk ke dalam jaringan buah.

Buah yang dibuat untuk manisan sebaiknya yang masih muda atau mengkal karena tidak banyak mengandung gula sehingga akan menghasilkan manisan yang baik

kecuali untuk buah salak dan buah atap. Untuk kedua jenis buah ini lebih baik dalam keadaan matang.

3.7.6. Buah Dalam Sirup

Buah dalam sirup adalah suatu produk olahan buah-buahan yang dibuat melalui proses blansir, dimasukkan ke dalam wadah steril ditambah larutan gula 40%, di-*exhausting*, ditutup rapat, disterilisasi, dan dilewatkan di air dingin. Produk ini dapat disimpan lebih lama karena telah melalui proses sedemikian rupa.

Cara mensterilkan tempat/wadah/kaleng adalah dengan memanaskan atau merebus wadah selama 30 menit pada suhu 100-121°C.

Proses blansir dilakukan dengan mencelupkan buah dalam air panas/merendam dalam larutan kimia dengan maksud menghilangkan udara dari jaringan buah yang akan diolah dan mengurangi terbentuknya endapan. Tujuan lain adalah mengurangi jumlah mikroorganisme, mempermudah pengisian dalam wadah, serta menonaktifkan enzim yang menyebabkan perubahan warna menjadi coklat.

Setelah diblansir, buah disusun rapi dalam wadah lalu dituang sirup gula sampai batas 1-2 cm dari bawah tutup wadah. Sebelum ditutup dilakukan *exhausting* dengan cara memanaskan kaleng dan isinya dengan merebus sampai suhu bagian tengah kaleng

mencapai 80°C selama 5 menit. *Exhausting* adalah kegiatan untuk mengurangi tekanan dalam wadah yang disebabkan karena pengembangan pada waktu proses pemanasan. Tanpa proses *exhausting*, buah yang dikalengkan akan hancur setelah pemanasan akibat tekanan yang terlalu tinggi.

Setelah *exhausting*, wadah langsung ditutup rapat dan dilanjutkan sterilisasi kira-kira 30 menit pada suhu 100°C. Setelah sterilisasi, wadah segera didinginkan dengan air mengalir. Buah dalam sirup yang dikalengkan dapat disimpan sampai satu tahun.

Jenis buah-buahan yang sering dikalengkan adalah rambutan, leci, pisang, jambu biji, nanas, apel, pir, dan mangga. Kadang-kadang dalam satu kaleng bisa ditemukan campuran buah. Selain buah, juga terdapat larutan gula sebagai media, umumnya berkadar 40%. Dalam pembuatan sirup gula ditambahkan sedikit asam sitrat untuk menambah rasa.

3.7.7. Sirup

Sirup adalah sejenis minuman ringan berupa larutan gula kental dengan cita rasa beraneka ragam. Berbeda dengan sari buah, penggunaan sirup tidak langsung diminum tetapi harus diencerkan dulu karena kandungan gula dalam sirup tinggi, sekitar 65%. Untuk menambah rasa dan aroma, sering ditambah rasa, pewarna, asam sitrat, atau asam tartarat.

Berdasarkan bahan baku utamanya, sirup dibedakan menjadi:

1. Sirup essence adalah sirup yang cita rasanya ditentukan oleh essence yang ditambahkan, misalnya essence jeruk, mangga, nanas, dan sebagainya.
2. Sirup glukosa, hanya mempunyai rasa manis saja, sering disebut gula encer. Sirup ini biasanya tidak langsung dikonsumsi, tapi lebih merupakan bahan baku industri minuman, sari buah, dan lain-lain. Sirup glukosa dapat dibuat dari tepung kentang, tepung jagung, tepung beras, dan lain-lain.
3. Sirup buah adalah sirup yang cita rasanya ditentukan oleh bahan dasarnya yaitu buah segar, misalnya jambu biji, markisa, nanas, dan sebagainya.

3.7.8. Produk Lainnya

Conserves adalah produk yang dibuat dari campuran buah-buahan termasuk buah jeruk dan sering kali ditambahkan kacang dan kismis hingga menjadi lebih padat dari selai.

Preserves merupakan buah kecil-kecil yang utuh atau potongan-potongan buah yang besar yang dimasak dengan sirup hingga jernih lalu ditambahkan sirup atau sari buah yang kental.

Mentega buah (fruit butter) terbuat dari daging buah, dimasak hingga menjadi sangat halus dan lunak lalu dibubuhi bumbu-bumbu. Mentega buah ini paling sedikit mengandung gula dibandingkan produk lainnya.

Madu buah (fruit honey) sekilas tampak seperti madu. Madu buah dibuat dari pekatan sari buah yang dimasak hingga mencapai kekentalan seperti madu.



3.8.1. Prinsip Fermentasi

Pada awalnya fermentasi diartikan sebagai pemecahan gula menjadi alkohol dan CO_2 . Kemudian pengertian tersebut berkembang sehingga pemecahan laktosa menjadi asam laktat oleh *Streptococcus lactis* dalam suasana anaerobik (kurang oksigen) juga diartikan sebagai fermentasi. Pada saat ini fermentasi secara mudahnya dapat diartikan sebagai suatu proses pengolahan pangan dengan menggunakan jasa mikroorganisme untuk menghasilkan sifat-sifat produk sesuai yang diharapkan.

Fermentasi dapat terjadi karena ada aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Fermentasi menyebabkan perubahan sifat

bahan pangan, sebagai contoh: sari buah jika difermentasikan akan timbul rasa dan bau alkohol; ketela pohon dan ketan akan menghasilkan bau alkohol dan asam (tape); serta susu akan menghasilkan bau dan rasa asam.

Berdasarkan penambahan starter (kultur mikroorganisme), fermentasi dibedakan atas dua jenis, yakni fermentasi spontan dan fermentasi tidak spontan. Fermentasi spontan adalah fermentasi yang berjalan alami, tanpa penambahan starter, misalnya fermentasi sayuran (acar/pikel, sauerkraut dari irisan kubis), terasi, dan lain-lain. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang berlangsung dengan penambahan starter/ragi, misalnya tempe, yoghurt, roti, dan lain-lain.

Fermentasi ditujukan untuk memperbanyak jumlah mikroorganisme dan menggiatkan metabolismenya dalam makanan. Jenis mikroorganisme yang digunakan terbatas dan disesuaikan dengan produk akhir yang dikehendaki. Zat gizi lain juga dipecah menghasilkan CO₂ dan lain-lain. Hasil fermentasi tergantung pada jenis bahan pangan (substrat), jenis mikroorganisme, dan lingkungan. Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan prinsip fermentasi, yaitu mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme pembentuk alkohol dan asam serta menekan pertumbuhan mikroorganisme proteolitik (pemecah protein) dan mikroorganisme lipolitik (pemecah lemak).

3.8.2. Perubahan-perubahan Selama Fermentasi

Selama fermentasi terjadi beberapa perubahan karena kerja dari mikroorganisme yang memang diinginkan dan pertumbuhannya dipacu. Mikroorganisme fermentatif yang mengubah karbohidrat menjadi alkohol, asam, dan CO₂ pertumbuhannya cukup tinggi, sedangkan mikroorganisme proteolitik yang menyebabkan kebusukan dan mikroorganisme lipolitik penyebab ketengikan pertumbuhannya terhambat. Mikroorganisme proteolitik dapat memecah protein menjadi komponen yang mengandung nitrogen misalnya NH₃ dan menimbulkan bau busuk, contoh: *Proteus vulgaris*. Mikroorganisme lipolitik dapat memecah lemak fosfolipida menjadi asam-asam lemak (bau tengik), contoh: *Alcaligenes lipolyticus*.

Contoh:

- $C_6H_{12}O_6$ (gula) \rightarrow 2 C₂H₅OH (etanol) + 2 CO₂
Reaksi di atas dibantu oleh ragi (enzim) yang mengandung *Streptococcus cerevisiae*, *S. ellipsoideus* dan merupakan reaksi dasar pada pembuatan tape, brem, tuak, anggur minum, bir, roti.
- $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH$ (asam asetat/cuka) + H₂O
Reaksi di atas dibantu oleh keberadaan mikroorganisme *Acetobacter aceti* yang dapat mengubah etanol menjadi asam asetat. Reaksi tersebut merupakan reaksi dasar pada pembuatan cuka.

3.8.3. Keuntungan dan Kerugian Fermentasi

Keuntungan-keuntungan dari fermentasi antara lain:

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

Kerugian dari fermentasi di antaranya adalah dapat menyebabkan keracunan karena toksin yang terbentuk, sebagai contoh tempe bongkrek dapat menghasilkan racun, demikian juga dengan oncom.

3.8.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi

Oksigen

Setiap mikroorganisme membutuhkan oksigen dalam jumlah yang berbeda sehingga harus diatur, contoh: *Acetobacter* bersifat aerobik (suka oksigen); ragi bersifat anaerobik (tidak suka oksigen); *S. cerevisiae* (ragi roti), *S. ellipsoideus* (ragi anggur) tumbuh lebih baik dalam keadaan aerobik tetapi melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada anaerobik.

Garam

Mikroorganisme pembentuk asam laktat (acar, sayur asin, sosis, dan lain-lain) toleran terhadap kadar garam 10-18%. Mikroorganisme proteolitik tidak toleran garam 2,5%, terutama kombinasi garam dan asam.

Penambahan garam menyebabkan pengeluaran air dan gula dari sayur-sayuran dan memacu pertumbuhan mikroorganisme asam laktat. Contoh: pada pembuatan sayur asin ditambahkan garam 2 – 2,5% ke dalam kubis. Pengaruh pengawetan sebagian dari pembentukan asam → pH fermentasi sayuran 2,5 - 3,5. Contoh lain adalah pada pembuatan sosis fermentasi yang memanfaatkan kerja *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* (pH 4 – 4,5). Keasaman ini tidak berfungsi tanpa penambahan garam, beberapa bahan pengawet lainnya, cara pengawetan lainnya (perebusan, pengasapan, dan pengeringan).

3.8.5. Produk-produk Fermentasi

Fermentasi Sayuran

- Hampir semua jenis sayuran dan buah-buahan yang bersifat sayuran bisa difermentasi, asal cukup mengandung gula dan zat gizi lainnya untuk pertumbuhan bakteri asam laktat.
- Faktor-faktor lingkungan yang perlu diperhatikan adalah : 1) anaerobik, 2) cukup kadar garam, 3) suhu, 4) tersedia bakteri asam laktat.
- Yang memulai fermentasi adalah *Lactobacillus mesenteroides* dan diakhiri oleh berbagai jenis *Lactobacillus*.

Sosis

- Bahan-bahan khusus yang ditambahkan adalah natrium nitrat, natrium nitrit, glukosa, sukrosa, merica, bawang putih, pala, mustard, ketumbar.
- Gula yang ditambahkan akan difermentasi oleh bakteri dan menghasilkan flavor yang tajam.
- Garam berfungsi sebagai bahan flavor, memperbaiki tekstur, daya awet (juga karena penurunan pH akibat fermentasi).
- Rempah-rempah untuk flavor, diperkuat dengan pengasapan.
- Fermentasi asam laktat terjadi pada saat pengasapan (28 – 32°C, 12 – 16 jam).
- Fermentasi lebih baik jika suhunya 37 – 40 °C untuk 4 – 8 jam berikutnya.

- Mikroorganisme yang paling banyak berperan adalah *Pediococcus cerevisiae* dan *L. plantarum*. *L. mesenteroides* dan *L. brevis* dikurangi karena bersifat heterofermentatif yang dapat menyebabkan selubung sosis mengembang dan pecah. *Micrococcus* mereduksi nitrat jadi nitrit. Kini ditambahkan kultur starter *P. cerevisiae* dan *Lactobacillus* untuk menghindari fermentasi alamiah tak menentu dan beragamnya mutu produk.

Roti

- Organisme yang berperan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir tersebut menghasilkan gas sehingga adonan mengembang dan menyebabkan tekstur roti lepas/lunak dan berpori.
- Adonan roti terdiri atas campuran tepung terigu, air, garam, khamir, gula, telur dan lain-lain.
- Mekanisme fermentasi oleh khamir yaitu mula-mula gula yang terkandung di dalam tepung dan gula yang ditambahkan difermentasi oleh khamir. Karbohidrat tepung diubah menjadi maltosa oleh enzim amilase dalam tepung diubah menjadi glukosa. Selanjutnya glukosa tersebut oleh maltase dari khamir dipecah menjadi etanol, CO₂, komponen volatil, dan produk-produk lainnya. CO₂ ditahan oleh gluten. Gluten merupakan protein tepung terigu yang tidak larut dalam air. Gluten bersifat elastis dan dapat memanjang.

- Adanya gluten dan CO₂ yang dihasilkan oleh khamir menyebabkan gluten mengembang selama fermentasi.
- Pengaruh suhu: pada suhu rendah maka pembentukan gas terhambat; jika suhu terlalu tinggi maka gas yang dihasilkan terlalu banyak, volume adonan terlalu besar. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan fermentasi berjalan terlalu cepat, adonan memberikan rasa dan aroma lebih asam. Untuk menghindari kenaikan suhu terlalu cepat, maka ditambahkan air dingin (air es) untuk membuat adonan.
- Gula ditambahkan dalam adonan untuk memberikan rasa manis, sebagai sumber energi bagi khamir, memberikan warna kuning kecoklatan pada permukaan roti.
- Garam ditambahkan dalam jumlah kecil. Garam dapat memantapkan rasa manis. Tujuan utama penambahan garam untuk mengendalikan proses fermentasi. Dalam membuat adonan roti perlu dihindari terjadinya kontak antara garam dengan khamir atau ragi roti secara langsung. Untuk menghindari kontak tersebut, maka khamir dicampur lebih dahulu dengan tepung terigu, kemudian dimasukkan bahan-bahan lain selain garam, terakhir baru ditambahkan garam. Umumnya dalam resep-resep pembuatan roti sudah dituliskan cara pembuatan roti yang dimaksud.
- Suhu optimum 25-30°C, pH 6.
- Flavor roti asam (*souerdough*) tidak hanya mengandalkan kerja khamir, tetapi juga oleh bakteri asam laktat (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*) (*L. plantarum* dan *L. brevis*, roti regge dan roti pumpnickel adalah roti asam (*L. mesenteroides*).
- Suhu pemanggangan roti berkisar antara 160-200 °C, tergantung dari besar-kecilnya ukuran adonan bakal roti yang dibentuk
- Secara umum proses pembuatan roti sebagai berikut: persiapan peralatan, penimbangan dan pengukuran bahan, pencampuran, fermentasi ke-1, pembagian menjadi ukuran-ukuran sesuai dengan berat yang diinginkan, *moulding* (pembulatan adonan), fermentasi ke-2, pengisian (untuk roti manis), fermentasi ke-3, pemanggangan dan pendinginan.

Kecap

Kecap ada yang asin dan ada yang manis. Proses pembuatannya: Kedelai → dicuci dan direbus → dikukus → dikeringkan → diinokulasi dengan *A. oryzae* → FERMENTASI I (3 – 5 hari) → ditambahkan larutan garam 20% → FERMENTASI II (bakteri dan ragi, 3 – 4 minggu) → direbus dengan air → disaring → filtrat (cake press untuk makanan ternak) → pasteurisasi → ditambah karamel dan bumbu-bumbu → disaring → KECAP.

Tauco

- Fermentasinya terdiri atas 2 tahap: 1) fermentasi kapang (*R. oryzae*, *oligosporus*, *A. oryzae*) dan 2) fermentasi larutan garam (bakteri asam laktat)
- Pembuatannya: Kedelai → pelepasan kulit ari dan pencucian → peredaman 24 jam → pengukusan 1 – 2 jam → penirisan dan pendinginan → inokulasi → inkubasi 2 – 5 hari, suhu kamar → hancurkan atau tidak → beri larutan garam 25 – 50% → fermentasi 10 – 20 hari, suhu kamar → penambahan gula merah → perebusan → TAUCO.

Brem

Berdasarkan cara pembuatannya dikenal dua jenis brem, yaitu brem padat dan brem cair. Brem padat berwarna putih sampai kecoklatan dengan rasa manis keasaman yang merupakan hasil pemasakan atau pengeringan sari tapai. Brem cair yang populer dengan sebutan brem Bali merupakan jenis minuman yang rasanya manis, sedikit asam, dan berwarna merah dengan kandungan alkohol 3-10%. Fermentasi dalam pembuatan brem berlangsung dalam dua tahap, yaitu tahap fermentasi gula dan tahap fermentasi alkohol. Pada fermentasi gula terjadi pemecahan zat pati dalam bahan oleh amilase, yaitu enzim pemecah pati yang diproduksi oleh mikroorganisme dalam ragi, membentuk gula-gula sederhana (glukosa). Dalam fermentasi

alkohol, gula-gula sederhana tersebut dipecah menjadi alkohol dan gas karbondioksida.

Agar fermentasi dapat berlangsung biasanya bahan ditutup supaya kedap udara karena proses ini harus dilakukan tanpa kontak dengan udara (oksigen). Fermentasi berlangsung tidak spontan, artinya dapat berlangsung dengan penambahan ragi (starter) pada bahan baku.

Nata de Coco

Kata "nata" diambil dari bahasa Spanyol yang berasal dari kata Latin "natate" yang artinya "mengapung". Nata dapat dibuat dari bermacam-macam sari buah-buahan sebagai medianya seperti pisang, nanas, tomat, mangga, pepaya, air kelapa, dan lain-lain. Produknya diberi nama sesuai dengan jenis media yang digunakan. Pemberian nama jenis nata diawali dengan nata dan diikuti jenis bahan baku yang digunakan di belakang kata nata. Sebagai contoh nata de coco, berarti media yang digunakan adalah air kelapa. Nata de soya menggunakan sari kedelai, nata de pina menggunakan sari buah atau limbah nanas, dan sebagainya.

Larutan yang akan dibuat nata harus mengandung gula sebagai sumber karbon bagi mikroorganisme penghasil nata dengan proporsi dan keasaman larutan harus sesuai dengan persyaratan tumbuh bakteri yang digunakan, dan diperlukan penambahan nutrisi seperti

amonium sulfat, urea, dan amonium fosfat sebagai sumber nitrogen.

Terbentuknya nata karena adanya bakteri *Acetobacter xylinum* yang sengaja ditumbuhkan pada media seperti air kelapa. *A. xylinum* dapat hidup dan berkembang biak dalam larutan tertentu dengan suhu 28 °C, pH 3 – 5,5, tersedia sumber karbon dan nitrogen. Jadi, medium yang digunakan untuk pembuatan nata de coco harus kaya akan zat gizi sehingga memungkinkan bakteri *A. xylinum* penghasil nata melakukan metabolisme yang hasilnya berupa lapisan selulosa. Hasil metabolisme tersebut membentuk lapisan putih yang liat. Makin lama fermentasi maka lapisan sebagai hasil metabolisme bakteri *A. xylinum* makin tebal. Proses fermentasi dalam pembuatan nata berlangsung antara 6 sampai 14 hari. Pembentukan lapisan selulosa akan terus berlangsung apabila mediumnya masih ada. Fermentasi dalam pembuatan nata de coco termasuk ke dalam fermentasi tidak spontan karena membutuhkan kultur mikroorganisme atau starter yang ditambahkan ke dalam medium berupa air kelapa.

Untuk membuat nata de coco (salah satu contoh jenis nata yang terkenal) yaitu:

- Menyiapkan peralatan, seperti panci, kompor/pemanas, timbangan, gelas ukur, wadah plastik, saringan santan, koran dan karet (untuk penutup wadah fermentasi).

- Memilih bahan dan starter yang memenuhi kualitas yang diinginkan.
- Mengukur dan menimbang bahan sesuai dengan formulasi yang digunakan.
- Menyaring air kelapa kemudian direbus hingga mendidih. Apabila terbentuk buih pada permukaan air kelapa yang direbus maka buih tersebut diambil menggunakan saringan santan.
- Memasukkan semua nutrisi, dilanjutkan dengan pemanasan hingga seluruh bahan larut.
- Dalam kondisi panas, larutan media air kelapa yang sudah dipanaskan dimasukkan dalam wadah plastic yang bersih, kemudian langsung ditutup dengan kertas Koran dan diikat rapat, kemudian didinginkan.
- Setelah dingin, diinokulasi (ditambahkan) dengan starter nata de coco secara aseptis.
- Kemudian dilakukan inkubasi selama 6-12 hari.
- Ciri-ciri nata de coco yang baik: tidak terkontaminasi (tidak ditumbuhi kapang), tidak berlubang, warna putih, tekstur liat, tabal sesuai dengan yang diinginkan.



3.9.1. Pengertian

Bahan tambahan makanan atau bahan aditif yang biasa disingkat

BTM memiliki definisi umum sebagai bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam makanan selama produksi, pengolahan, pengemasan, atau penyimpanan untuk tujuan tertentu. Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak mengonsumsi bahan aditif, baik yang alami maupun buatan. Contohnya adalah vitamin dan mineral yang sengaja ditambahkan untuk memperbaiki nilai gizi. Penggunaan garam meja yang diberi tambahan garam yodium telah banyak membantu menurunkan insiden penyakit kelenjar gondok.

Kini terdapat hampir 2000 jenis aditif makanan yang tercatat dalam daftar GRAS (*Generally Recognized as Safe* = secara umum dianggap aman) yang dikeluarkan oleh badan yang mengontrol keamanan bahan aditif di Amerika. Bahan aditif seperti garam dapur, cuka, gula merah, dan soda kue sudah sejak berabad-abad lampau digunakan dalam makanan. BTM hanya dibenarkan penggunaannya jika ditujukan untuk keperluan-keperluan sebagai berikut:

1. untuk mempertahankan nilai gizi makanan;
2. untuk konsumsi golongan orang tertentu yang memerlukan makanan diit;
3. untuk mempertahankan mutu atau kestabilan makanan atau untuk memperbaiki sifat-sifat organoleptiknya hingga tidak menyimpang dari sifat alamiahnya dan dapat membantu mengurangi makanan yang dibuang atau limbah;

4. untuk keperluan pembuatan, pengolahan, penyediaan, perlakuan, pewadahan, pembungkusan, pemindahan, atau pengangkutan sehingga industri pangan berskala besar dapat memproduksi makanan minuman dengan komposisi dan mutu yang konstan sepanjang tahun;
5. membuat makanan menjadi lebih menarik.

BTM tidak dibenarkan jika digunakan untuk maksud:

1. menyembunyikan cara pembuatan atau pengolahan yang tidak baik;
2. menipu konsumen, misalnya untuk memberi kesan baik pada makanan yang dibuat dari bahan yang kurang baik mutunya;
3. mengakibatkan penurunan nilai gizi pada makanan.

3.9.2. Jenis dan Fungsi

Secara umum, bahan tambahan makanan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan besar, yakni:

1. Bahan tambahan makanan yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan dengan tujuan untuk memperbaiki nilai gizi, mempertahankan kesegaran, memperoleh cita rasa yang diinginkan, dan membantu pengolahan.
2. Bahan tambahan makanan yang tidak sengaja ditambahkan ke dalam makanan. BTM tersebut tidak mempunyai fungsi dalam makanan tersebut.

Keberadaannya baik dalam jumlah sedikit atau banyak disebabkan perlakuan selama proses produksi, pengolahan, dan pengemasan. Bahan ini dapat juga merupakan residu atau kontaminan dari bahan yang sengaja ditambahkan untuk tujuan produksi bahan mentah atau penanganannya yang masih terus terbawa ke dalam makanan yang akan dikonsumsi. Contoh: residu pestisida, kontaminasi radioaktif, logam berat, residu obat ternak (termasuk hormon dan antibiotika), aflatoksin, serta migrasi komponen-komponen plastik dari pembungkus ke dalam makanan. Kini Codex Alimentarius (kumpulan berbagai standar makanan internasional yang telah disetujui dalam bentuk dan format yang seragam) tidak memasukkan golongan ini ke dalam BTM, tetapi sebagai bahan kontaminan dalam makanan.

Yang termasuk ke dalam golongan pertama adalah:

1. **Pemanis buatan:** BTM yang dapat menyebabkan rasa manis pada makanan, tetapi tidak atau hampir tidak mempunyai nilai gizi (kalorinya rendah). Pemanis ini biasanya digunakan pada makanan untuk para penderita diabetes melitus atau untuk makanan diet yang menginginkan badan langsing. Contoh: sakarin dan siklamat serta garamnya.
2. **Pengatur keasaman:** BTM yang dapat mengasamkan, menetralkan dan mempertahankan derajat keasaman makanan. BTM ini ditambahkan dengan tujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan keasaman makanan hingga memiliki rasa yang diinginkan, serta untuk meningkatkan kestabilan makanan. Contoh:
 - a. asam laktat, asam sitrat, dan asam malat sebagai pengasam pada jam (selai), jeli, dan marmalade;
 - b. natrium bikarbonat, natrium karbonat, dan natrium hidroksida yang biasa digunakan untuk menetralkan mentega.
3. **Pewarna:** BTM yang dapat memperbaiki atau memberi warna pada makanan. Selama proses pengolahan, warna makanan dapat berubah menjadi pucat sehingga ditambahkan pewarna untuk memperbaiki warna makanan yang berubah tersebut. Untuk makanan yang tidak berwarna, pemberian pewarna dimaksudkan agar kelihatan lebih menarik. Pewarna makanan ada dua jenis, yakni pewarna alam yang dianggap lebih aman dan pewarna sintetik (tiruan). Contoh:
 - a. Biru berlian, indigotin → biru
 - b. Klorofil, *green* FCF, *green* S → hijau
 - c. Karmin, ponceau 4R, eritrosin → merah

- d. Kurkumin, karoten, *yellow FCF*, *yellow kuinolin*, tartrazin → kuning
 - e. Karamel → coklat
4. **Penyedap rasa dan aroma serta penguat rasa:** BTM yang dapat memberikan, menambah, atau mempertegas rasa dan aroma. BTM ini sering ditambahkan pada permen, minuman ringan, kue, dan biskuit, biasanya dijual dalam bentuk campuran. Contoh: Monosodium glutamat (MSG) biasa ditambahkan pada produk daging.
5. **Pengawet:** BTM yang dapat mencegah atau menghambat fermentasi, pengasam, atau penguraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme. BTM ini ditambahkan pada makanan yang mudah rusak (*perishable foods*), seperti daging, buah-buahan, dan lain-lain. Pertumbuhan bakteri dapat dicegah atau dihambat tergantung dari jumlah pengawet yang ditambahkan dan juga pH dari makanan. Pengawet akan meningkatkan aktivitasnya bila pH diturunkan dan hampir tidak aktif dalam suasana netral. Contoh:
- a. Asam sorbat efektif untuk menghambat pertumbuhan jamur dan ragi
 - b. Asam benzoat serta garamnya dan ester parahidroksi benzoat efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri, ragi, dan jamur. BTM ini biasa digunakan untuk produk buah-buahan, kecap, keju, dan margarin
- c. Asam propionat efektif untuk menghambat pertumbuhan jamur dan biasa digunakan untuk produk keju dan roti.
6. **Antioksidan dan antioksidan sinergis:** BTM yang fungsinya untuk mencegah atau menghambat terjadinya oksidasi. BTM ini biasa digunakan pada minyak, lemak, dan makanan yang mengandung lemak/minyak. Contoh:
- a. BHA (butilhidroksianisol) atau BHT (butilhidroksitoluen) biasa digunakan pada lemak, minyak, dan margarin
 - b. Asam askorbat dan asam eritrobat serta garamnya untuk produk daging dan ikan serta sari buah kalengan
7. **Antikempal:** BTM yang dapat mencegah mengempalnya makanan yang berbentuk serbuk, tepung, atau bubuk, misalnya pada garam meja, merica bubuk, dan bumbu lainnya sehingga mudah dituang dari wadahnya. Contoh:
- a. Kalsium aluminium silikat, kalsium silikat, magnesium karbonat, silikon dioksida sebagai antikempal pada garam meja, merica, rempah, dan bumbu lainnya

- b. Garam-garam stearat dan trikalsium fosfat pada gula, kaldu, dan susu bubuk
8. **Pemutih dan pematang tepung:** BTM yang dapat mempercepat proses pemutihan tepung dan atau pematangan tepung sehingga dapat memperbaiki mutu pemanggangan. Tepung gandum yang baru dihasilkan dari penggilingan biji gandum memiliki warna yang kurang putih sehingga mutu pemanggangannya kurang baik. Apabila tepung tersebut disimpan warnanya akan semakin putih dan mutu pemanggangannya semakin baik. Proses tersebut dapat dipercepat dengan penambahan pemutih dan pematang tepung sehingga tidak perlu disimpan terlalu lama sebelum dipasarkan.
Contoh: Amonium persulfat, aseton peroksida, dan benzoil peroksida.
9. **Pengemulsi, pemantap dan pengental** adalah BTM yang dapat membantu terbentuknya atau memantapkan sistem dispersi yang homogen pada makanan. BTM ini biasanya ditambahkan pada makanan yang mengandung air dan minyak, seperti saus selada, es krim, dan margarin.
Contoh:
a. Pektin → pengental pada jamu, jeli, marmalade, minuman ringan, dan es krim
b. Gelatin → pemantap dan pengental pada sediaan keju
- c. Karagenan dan agar → pemantap dan pengental produk susu dan keju
d. Polisorbat → pengemulsi pada pembuatan es krim dan kue
10. **Pengeras:** BTM yang dapat memperkeras atau mencegah lunaknya makanan, biasanya ditambahkan pada buah yang dikalengkan.
Contoh:
a. Kalsium klorida, kalsium glukonat, dan kalsium sulfat pada buah yang dikalengkan, seperti apel dan tomat
b. Aluminium sulfat, aluminium kalium sulfat, aluminium natrium sulfat yang biasa digunakan untuk acar ketimun dalam botol
11. **Sekuestran:** BTM yang dapat mengikat ion logam yang ada dalam makanan sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi yang dapat menimbulkan perubahan warna dan aroma. BTM ini biasanya ditambahkan pada lemak dan minyak serta makanan yang mengandung lemak dan minyak, misalnya daging dan ikan.
Contoh: kalsium dinatrium EDTA dan dinatrium EDTA, asam sitrat, asam fosfat dan garamnya.
12. **Enzim:** BTM yang berasal dari tanaman, hewan, atau jasad renik yang dapat menguraikan makanan secara enzimatik. BTM ini umumnya ditambahkan untuk mengatur proses makanan fermentasi.

Contoh:

- a. Rennet → digunakan dalam pembuatan keju
- b. Amylase dari *Aspergillus niger* atau *A. Oryzae* → digunakan pada tepung gandum untuk memberikan flavor dan tekstur yang diinginkan

13. **Penambah gizi:** BTM berupa asam amino, mineral, atau vitamin, baik tunggal maupun campuran yang dapat memperbaiki atau memperkaya nilai gizi makanan.

Contoh: asam askorbat, feri fosfat, inositol, tokoferol, vitamin A, vitamin B₁₂, dan vitamin D.

14. **Bahan tambahan lain**, seperti:

- a. **Antibusa:** BTM yang dapat menghilangkan busa yang timbul karena pengocokan dan pemasakan.

Contoh:

- Dimetilpolisiloksan → antibusa pada jam, jeli, marmalad, minyak dan lemak, sari buah dan buah nanas kalengan
- Silikon dioksida amorf → antibusa pada minyak dan lemak

- b. **Humektan:** BTM yang dapat menyerap lembab sehingga dapat mempertahankan kadar air dalam makanan.

Contoh:

- Triaseti → pada adonan kue
- Gliserol → pada keju, es krim, dan sejenisnya

- c. **Processing aid (bahan pembantu):** bahan yang terutama diperlukan pada waktu pengolahan.

Contoh:

- Kalsium karbonat sebagai pelarut pada pembuatan sari buah anggur
- Heksan sebagai pelarut pada pembuatan lemak coklat

- d. **Carrier solvent:** bahan yang digunakan untuk melarutkan bahan baku atau bahan tambahan lain yang jumlah penggunaannya sedikit, misalnya bahan pewarna, penyedap rasa dan aroma.
Contoh: gliserol dan propilen glikol.

- e. **Penyalut:** bahan yang digunakan untuk menyalut makanan.

Contoh: malam kuning yang digunakan sebagai penyalut pada kembang gula dan makanan lain.

- f. **Pengisi (body, texturizer),** contohnya selulosa mikrokristal sebagai pengisi pada krim susu, es krim, dan semacamnya.

- g. **Karbonasi dan gas pengisi**

Contoh: CO₂ dan nitrogen yang biasa digunakan untuk karbonasi pada bir, sari buah, minuman ringan, dan makanan kaleng.

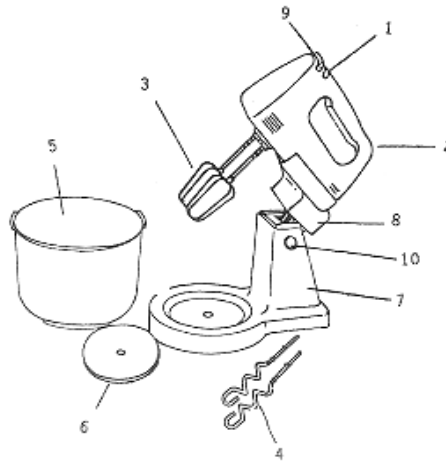
Berdasarkan dari bahan asalnya, bahan tambahan makanan dibedakan menjadi dua, yakni:

1. Sumber alamiah, contohnya lesitin, asam sitrat, dan lain-lain.
2. Bahan sintetik dari bahan kimia yang mempunyai sifat serupa dengan bahan alamiah yang sejenis, baik susunan kimia maupun sifat metabolismenya, misalnya beta karoten, asam askorbat, dan lain-lain. Kelebihan bahan sintetik adalah lebih pekat, lebih stabil, dan lebih murah. Adapun kelemahannya adalah sering terjadi ketidaksempurnaan proses sehingga mengandung zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, kadang-kadang bersifat karsinogenik yang dapat merangsang terjadinya kanker pada hewan atau manusia.



Pencampuran adalah suatu kegiatan yang ditujukan untuk memperoleh campuran yang homogen dari dua atau lebih komponen, baik bahan yang berbentuk kering maupun cair (likuid). Pencampuran meliputi pelarutan padatan, persiapan emulsi atau buih (*foam*), atau pencampuran bahan-bahan kering seperti campuran kering untuk membuat kue (*cake*).

Pencampuran dapat juga diartikan sebagai penyebaran satu komponen ke komponen lain. Proses ini umum dijumpai sebagai salah satu unit pengolahan pada industri pangan. Dalam praktek sehari-hari atau pekerjaan di dapur rumah tangga, kita sering menggunakan alat pencampur yang disebut *mixer* yang digunakan untuk membuat adonan kue. Gambar 3.11. memperlihatkan alat *mixer* tersebut.



Gambar 3.14. Alat *mixer*

Keterangan:

1. Pengatur kecepatan putar
2. *Mixer*
3. Pencampur/pengaduk adonan cair
4. Pencampur tepung
5. Mangkuk tempat mencampur
6. Piringan berputar
7. Tempat berdirinya *mixer*
8. Pendukung yang dapat bergerak
9. Tombol untuk mengeluarkan pengaduk
10. Tombol pendorong

Secara ideal, proses pencampuran dimulai dengan mengelompokkan masing-masing komponen pada beberapa wadah yang berbeda sehingga masih tetap terpisah satu sama lain dalam bentuk komponen-komponen murni. Jadi, apabila contoh diambil dari tiap-tiap wadah, setelah dianalisis maka akan terlihat keseragaman jenis dari komponen-komponen tersebut. Ketika proses pencampuran dilakukan, contoh yang diambil akan menunjukkan peningkatan proporsi salah satu komponen. Pencampuran dikatakan sempurna apabila besar proporsi masing-masing komponen dalam campuran, sama. Keadaan ini hanya dapat dicapai oleh beberapa pengelompokan yang teratur dan akan merupakan hasil yang paling memungkinkan dari setiap proses pencampuran.

Tujuan utama dari proses pencampuran adalah mencampur bahan-bahan hingga homogen. Selain tujuan utama tersebut, pencampuran memiliki beberapa tujuan lain yaitu:

- membantu proses homogenisasi;
- membantu proses transfer;
- membantu proses ekstraksi, destilasi, dan kristalisasi;
- membantu transpor solid dan likuid;
- membantu usaha penyaringan;
- mencegah sedimentasi;
- membantu mereaksikan bahan yang terdapat dalam campuran.

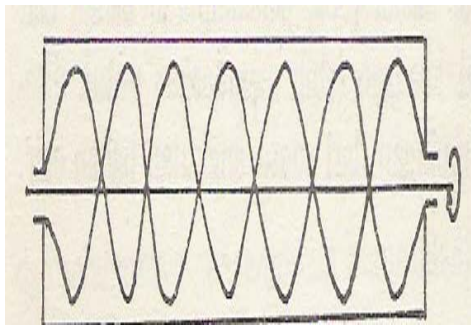
Proses pencampuran dapat terjadi pada bahan-bahan yang fasenya

sama atau berbeda, yaitu gas dengan gas, gas dengan solid, gas dengan likuid, solid dengan solid, solid dengan likuid, dan likuid dengan likuid. Yang umum dipakai adalah pencampuran solid dengan likuid.

Pencampuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat atau tanpa alat. Bila dilakukan dengan alat maka akan diperoleh pencampuran yang lebih sempurna. Pencampuran alami (tanpa bantuan alat) hanya dapat terjadi jika bahan-bahan yang akan dicampurkan mempunyai densitas yang berbeda, atau suhu yang berbeda. Bila suhunya berbeda, pencampuran akan berlangsung melalui proses konduksi dan konveksi.

Bentuk alat pencampur dibedakan atas 3 jenis, yakni alat untuk mencampur bahan cair, tepung kering, atau pasta kental. Untuk mencampur bahan cair, alat pencampur berbentuk baling-baling adalah yang paling umum dan paling memuaskan. Jika menggunakan alat pencampur berbentuk kipas, maka dapat terjadi pola aliran yang tetap, yang menghasilkan pencampuran yang sedikit. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemecahan terhadap pola aliran yang tetap (searah) tersebut, misalnya dengan penambahan pelat atau kipas dipasang tidak simetris. Pencampuran sempurna dapat terjadi apabila bahan cair dalam aliran turbulen atau mengalir melalui peralatan seperti pompa.

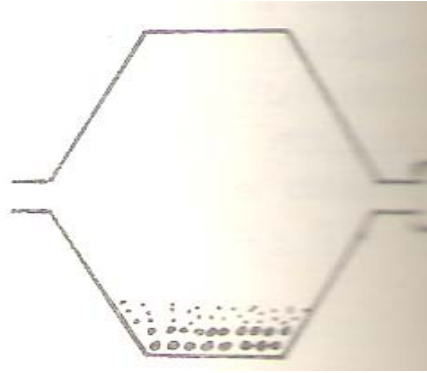
Pencampuran tepung dan butiran dimaksudkan untuk menukar bagian-bagian campuran dari yang satu ke bagian yang lain. Peralatannya berupa pencampur pita (Gambar 4), terdiri atas sebuah selokan yang di dalamnya berputar sebuah poros dengan dua baling-baling berbentuk spiral terikat pada poros, satu baling-baling berputar ke kanan, yang lainnya berputar ke kiri. Ketika poros ini berputar, bagian tepung bergerak ke arah yang berlawanan sehingga letak partikel-partikel relatif akan dipertukarkan satu sama lain.



Sumber: Earle, 1982

Gambar 3.15. Pencampur pita

Penggunaan pencampur yang umum untuk tepung adalah pencampur kerucut berganda. Kedua ujung alat ini terbuka dan diikat bersama dengan erat, diputar sekitar suatu sumbu perputaran bersama (Gambar III.13).



Sumber: Earle, 1982

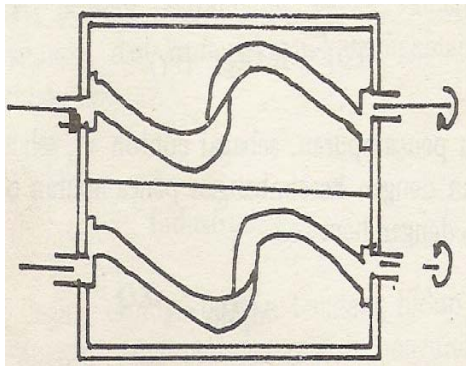
Gambar 3.16. Pencampur kerucut berganda

Pencampuran tepung sangat bervariasi menurut ukuran atau kepadatan. Pencampuran menjadi sederhana apabila jumlah yang harus dicampurkan secara kasar berproporsi sama. Jika salah satu komponen sangat sedikit dan harus dicampurkan dengan merata ke dalam komponen lain dengan jumlah yang besar, pencampuran sebaiknya dipisahkan menjadi beberapa tahap dan proporsi dipertahankan tidak terlalu berbeda pada setiap tahap. Sebagai contoh, apabila dibutuhkan untuk menambahkan suatu komponen dengan proporsi sedemikian rupa ke dalam hasil sehingga menjadi 50 ppm, maka harus dilakukan pencampuran dalam beberapa tahap. Metode yang mungkin adalah pencampuran 4 tahap, setiap tahap berproporsi sekitar 30 : 1.

Dalam merencanakan proses pencampuran perlu untuk melakukan analisis dari setiap tahap pencampuran. Apabila sekali pencampuran telah selesai, hanya diperlukan untuk menganalisis kembali hasil akhir.

Adonan dan pasta dicampur di dalam mesin yang memiliki tenaga yang berat dan besar. Karena kebutuhan tenaga yang sangat besar, maka diharapkan mesin pencampur tersebut mempunyai efisiensi yang dapat diterima, karena tenaga akan hilang dalam bentuk panas yang dapat mengakibatkan pemanasan sebagian bahan. Mesin seperti ini mungkin membutuhkan mantel pencampur untuk memindahkan panas sebanyak mungkin dengan air pendingin.

Pencampur adonan yang umum dipergunakan untuk bahan-bahan berat ini adalah peremas yang memiliki dua tangan berbentuk sigma yang berputar berlawanan arah (Gambar 6). Kedua tangan tersebut akan melipat dan menggantung bahan melalui pusat atau bagian dasar pencampur.



Sumber: Earle, 1982

Gambar 3.17. Peremas

3.11. EKSTRAKSI

Ekstraksi merupakan proses pemisahan yang meliputi dua fase. Larutan adalah bahan yang ditambahkan untuk membentuk suatu fase yang berbeda dari bahan yang dipisahkan. Pemisahan tercapai jika komponen yang dipisahkan larut dalam larutan sementara komponen yang lainnya masih tetap berada dalam bahan asalnya.

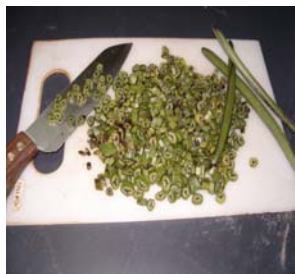
Pengertian lain dari ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen terlarut dari suatu campuran komponen tidak terlarut dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Dengan kata lain, ekstraksi merupakan proses pemisahan dengan pelarut yang melibatkan perpindahan zat terlarut ke dalam pelarut. Kelarutan zat dalam pelarut tergantung dari ikatan polar dan nonpolar. Zat yang polar hanya larut dalam pelarut polar, sedangkan zat nonpolar hanya larut dalam pelarut nonpolar.

Pelarut yang biasa digunakan untuk proses ekstraksi dalam praktik sehari-hari adalah air, misalnya dalam pembuatan sari buah dari berbagai buah-buahan dan pembuatan santan dari kelapa parut. Pelarut organik yang umum digunakan untuk memproduksi konsentrat, ekstrak, absolut atau minyak atsiri dari bunga, daun, biji, akar, dan bagian lain dari tanaman adalah etil asetat, heksan, petroleum eter, benzen, toluen, etanol, isopropanol, aseton, dan juga air.

Contoh ekstrak yang dihasilkan dari kegiatan ekstraksi adalah ekstrak flavor alami yang diterapkan dalam industri flavor. Ekstraksi juga dilakukan dalam industri gula bit untuk memisahkan gula dari gula bit. Ekstraksi dengan air atau pelarut organik digunakan untuk menghilangkan kafein dari biji kopi, dan ekstraksi dengan air digunakan untuk menyiapkan kopi dan teh terlarut untuk dibekukan dan dikeringsemprotkan.

Tahap pertama di dalam proses ekstraksi pada umumnya adalah penghancuran secara mekanis, yaitu bahan mentah dipotong atau dihancurkan menjadi ukuran kecil yang dikehendaki agar mendapatkan permukaan persentuhan yang luas untuk ekstraksi. Daya ekstraksi akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran bahan. Namun, bahan yang terlalu halus

dapat membentuk suspensi dengan pelarut dan dapat terjadi penguapan senyawa volatil yang berlebihan sebelum proses ekstraksi. Sebagai contoh adalah proses ekstraksi flavor vanili dari buah vanili. Sebelum dilakukan proses ekstraksi, terlebih dulu buah vanili mengalami proses kuring (pengeringan buah vanili segar yang dikombinasikan dengan pemeraman) sehingga diperoleh vanili setengah kering (kadar air kira-kira 70%), lalu dipotong-potong sekitar 0,5 cm. Setelah itu direndam dalam larutan pengekstrak yang terdiri atas campuran air dan etanol ditambah sukrosa (gula pasir) selama 14 hari. Setiap hari dilakukan pengadukan sebanyak dua kali. Gambar 15 memperlihatkan proses ekstraksi flavor vanili.



Pemotongan setebal 0,5 cm

Maserasi selama 14 Hari

Penyaringan dengan kasa

Sumber: Sofyaningsih (2007)

Gambar 3.18. Pembuatan ekstrak vanili dengan cara maserasi (perendaman)

Istilah ekstraksi juga dikenal dalam pengolahan minyak dan lemak, yaitu suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak.

Cara ekstraksi tersebut bermacam-macam, yaitu rendering (*wet rendering* dan *dry rendering*), *mechanical expression*, dan *solvent extraction*.

Rendering merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi. Pada semua cara rendering, digunakan panas untuk menggumpalkan protein pada dinding sel bahan dan untuk memecahkan dinding sel tersebut sehingga mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang ada di dalamnya.

Wet rendering (rendering basah) adalah proses rendering dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses tersebut. Rendering basah dilakukan pada ketel terbuka atau tertutup menggunakan suhu tinggi, tekanan 40 – 60 tekanan uap (40 – 60 psi) selama 4 – 6 jam. Alat yang digunakan untuk rendering basah adalah otoklaf atau *digester* untuk menghasilkan minyak atau lemak dalam jumlah yang besar.

Suhu rendah dalam rendering basah dilakukan jika ingin dihasilkan flavor netral dari minyak atau lemak. Bahan yang akan diekstraksi ditempatkan pada ketel yang dilengkapi alat pengaduk. Air ditambahkan dan campuran tersebut (air dan bahan yang akan diekstrak) dipanaskan perlahan-lahan sampai suhu 50 °C sambil diaduk. Minyak yang terekstrak akan naik ke atas dan dipisahkan. Penggunaan suhu rendah kurang populer.

Dry rendering atau rendering kering dilakukan tanpa dilengkapi dengan *steam jacket* dan pengaduk. Bahan dipanasi

sambil diaduk pada suhu 105 – 110 °C. Ampas bahan yang telah diambil minyaknya akan mengendap di dasar ketel. Pengambilan minyak dilakukan dari bagian atas ketel.

Mechanical expression atau pengepresan mekanis adalah cara ekstraksi minyak atau lemak terutama untuk bahan dari biji-bijian.

Solvent extraction (ekstraksi dengan pelarut) adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak dan lemak.



Sumber: Wibowo, 2002

3.12.1. Definisi

Pengasapan merupakan salah satu bentuk pengawetan produk dengan menggunakan garam, panas, dan asap. Produk-produk makanan yang diasap dapat awet karena:

1. Panas dari pembakaran kayu dapat menghambat mikroorganisme.
2. Asap mengandung komponen antimikroba (bakterisida/bakteristatik).
3. Mengandung antioksidan sehingga dapat terhindar dari ketengikan.

4. Sebagian asap membentuk kulit tipis sehingga dapat terhindar dari kontaminasi ulang.

Pengasapan dilakukan melalui beberapa tahapan, yakni pengaraman, pengeringan, pemanasan, dan terakhir pengasapan. Perendaman dalam larutan garam bertujuan untuk membentuk daging yang kompak karena garam dapat menarik air dari bahan sehingga kadar air berkurang dan terjadi penggumpalan protein daging.

Bahan yang sudah direndam, ditiriskan dan dimasukkan ke dalam ruang pengasapan dan dengan pemanasan air di dalam bahan terutama bagian permukaan akan menguap sehingga bahan menjadi kering. Pada kondisi ini bahan akan menyerap asap yang terdiri atas partikel-partikel yang sangat halus.

3.12.2. TUJUAN PENGASAPAN

Pengasapan memiliki tujuan untuk:

1. Pengawetan
2. Membentuk sifat organoleptik yang meliputi:
 - a. Cita rasa asap (*smoky flavor*);
 - b. Warna spesifik (coklat mahoni), terutama pada produk-produk daging kering. Warna coklat terbentuk dari nitrosomioglobin yang kontak dengan panas sehingga menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan.

- c. Meningkatkan keempukan daging.

3.12.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengasapan

Pengasapan akan menghasilkan produk asap yang bermutu prima jika faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengasapan tersebut diterapkan dengan baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengasapan adalah sebagai berikut:

1. Suhu pengasapan

Suhu awal pengasapan sebaiknya rendah agar penempelan dan pelarutan asap berjalan efektif. Suhu tinggi akan menyebabkan air cepat menguap dan bahan yang diasap cepat matang tetapi flavor asap yang diinginkan belum terbentuk maksimal.

2. Kelembaban udara

Kelembaban udara harus diatur sedemikian rupa agar permukaan bahan yang diasap tidak terlalu cepat mengering dan pengeringan berjalan tidak terlalu lama. Jika kelembaban udara terlalu rendah maka permukaan bahan yang diasap akan cepat mengering. Sebaliknya, jika kelembaban udara terlalu tinggi maka proses pengeringan akan berjalan lambat. Sebagai contoh pada pengasapan ikan, kelembaban udara yang ideal

sebesar 60 – 70% jika suhu sekitar 29 °C. Jika kelembaban udara kurang dari 60% maka permukaan ikan akan cepat mengering, jika diatur lebih dari 70% maka proses pengeringan lambat.

3. Jenis kayu

Serutan kayu dan serbuk gergaji dari jenis kayu keras cocok untuk pengasapan dingin. Batang atau potongan kayu dari kayu keras cocok untuk pengasapan panas. Kayu yang mengandung resin atau damar harus dihindari karena akan menimbulkan rasa pahit.

4. Jumlah asap, ketebalan asap, dan kecepatan aliran asap dalam alat pengasap

Ketiga faktor ini akan mempengaruhi hasil produk akhir. Jika jumlah asap yang kontak dengan bahan sedikit, maka citarasa asap yang dihasilkan pun berkurang. Demikian pula dengan kedua faktor yang lainnya.

5. Mutu bahan yang diasap

Untuk memperoleh produk asap yang berkualitas baik, maka mutu bahan yang akan diasap harus yang bermutu baik pula.

6. Perlakuan sebelum pengasapan

Sebelum pengasapan, biasanya bahan pangan mengalami proses penggaraman atau proses kuring. Bahan yang langsung diasap

akan berbeda sifat organoleptiknya dibandingkan bahan yang mengalami perlakuan pendahuluan. Selanjutnya jumlah garam dan bahan kuring yang digunakan juga akan mempengaruhi hasil akhir.

3.12.4. Proses Kuring

Proses kuring adalah proses pengolahan daging yang lebih luas daripada proses penggaraman yang konvensional; dalam pengolahan digunakan aditif lain selain garam, dapat dilanjutkan dengan pengasapan/pengeringan.

Pada prinsipnya semua jenis daging dapat mengalami proses kuring, tetapi yang lebih baik adalah daging sapi atau daging yang memiliki pigmen merah karena produk akhir akan berwarna merah mahoni (kecoklatan), warna yang diinginkan untuk daging yang diasap. Adapun bahan dasar untuk kuring terdiri atas:

1. Garam, berfungsi untuk mengawetkan (tujuan utama) dan membentuk cita rasa khas. Kadar garam produk kuring umumnya 2 - 5%, sedangkan untuk "Chinese Ham" (daging babi masakan Cina) kadar garamnya 15%.
2. Gula, berfungsi untuk mengawetkan (tujuan utama) dan membentuk cita rasa spesifik bersama dengan garam.
3. Nitrat, fungsinya membentuk warna merah yang spesifik dan sebagai pengawet.

Penggunaan nitrat harus hati-hati karena beracun. Jenis yang dapat digunakan adalah KNO_3 (disebut juga saltpeter/salitri/garam sendawa) dan NaNO_3 (chile saltpeter). Keduanya sangat beracun, ada persyaratan dalam penggunaannya, yaitu garam nitrat untuk keperluan pengolahan pangan dosis maksimum sebesar 2.5 gram/kg daging, sedangkan garam khusus untuk keperluan analisis dosis maksimum-nya 0.5 gram/kg daging. Dosis tersebut untuk mendapatkan kandungan nitrit pada produk akhir kurang dari 200 ppm (standar).

Bahan tambahan kuring terdiri atas:

1. Garam polifosfat, untuk meningkatkan daya ikat air (memperkecil susut proses).
2. Sodium askorbat, asam askorbat, natrium erythrobat untuk stabilisasi warna.
3. MSG sebagai pembentuk cita rasa.

3.12.5. Komponen Asap

Komponen asap terdiri atas fraksi uap dan fraksi partikel yang dapat dibagi atas lima kelompok, yaitu:

- a. Kelompok fenol: paling banyak terdiri atas fraksi uap, selain itu terdapat juga fraksi partikel;
- b. Kelompok alkohol: hanya terdiri atas fraksi uap;

- c. Kelompok asam-asam organik: meliputi fraksi uap dan fraksi partikel;
- d. Senyawa karbonil: paling banyak terdiri atas fraksi partikel, selain itu terdapat juga fraksi uap;
- e. Senyawa hidrokarbon: hanya terdiri atas fraksi partikel. Dua senyawa hidrokarbon yang merupakan senyawa polisiklik dan bersifat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) adalah benzapirene dan dibenzanthrasene. Senyawa ini akan terbentuk jika suhu pembakaran bahan bakar terlalu tinggi. Bahaya karsinogenesis tersebut dapat diabaikan karena senyawa karsinogen yang ditemukan jumlahnya sangat rendah.

Kelima kelompok komponen asap di atas masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda. Fungsi komponen asap tersebut adalah sebagai berikut:

1. Fenol berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba, dan membentuk cita rasa.
2. Alkohol memiliki fungsi utama membentuk cita rasa, selain itu sebagai antimikroba.
3. Asam-asam organik fungsi utamanya untuk mempermudah pengupasan selongsong, di samping itu sebagai antimikroba.
4. Karbonil memiliki fungsi untuk membentuk warna dan citarasa spesifik
5. Senyawa hidrokarbon memiliki fungsi negatif karena bersifat karsinogenik.

3.12.6. Produksi Asap Dan Jenis Pengasapan

Untuk memproduksi asap diperlukan:

1. bahan bakar, berupa: limbah hasil pertanian dan kayu keras (jati, mahoni);
2. lemari asap, terdiri atas generator asap dan ruang pengasapan.

Berdasarkan letak generator asap dengan ruang pengasapan, dibedakan dua jenis pengasapan, yakni:

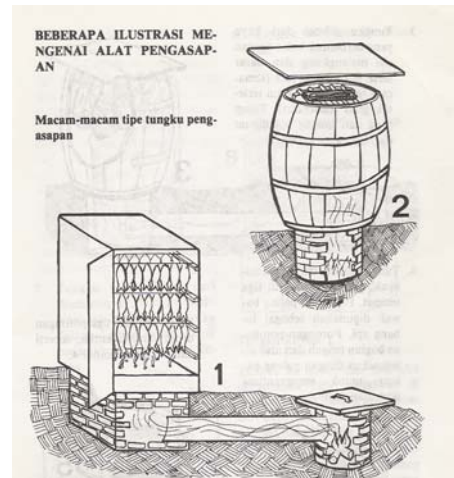
1. pengasapan dingin (*cold smoking*) dan
2. pengasapan panas (*hot smoking*).

Pada pengasapan dingin generator asap dengan ruang pengasapan letaknya berjauhan. Pengasapan dingin dilakukan pada suhu sekitar 32 – 43 °C dan waktunya lebih lama hingga bahan yang diasap menjadi kering.

Jika generator asap dengan ruang pengasapan menjadi satu maka akan menghasilkan proses pengasapan panas. Jadi, bahan yang diasap dekat dengan sumber panas (generator asap). Pengasapan ini dilakukan pada suhu sekitar 65 – 80 °C. Bahan pada pengasapan panas akan menjadi matang, lebih berair (*juicy*), tetapi tidak tahan lama disimpan karena kadar air masih tinggi.

Pada pengasapan tradisional, alat pengasapan hanya dapat

difungsikan untuk satu jenis pengasapan saja. Jika alat pengasapan dirancang untuk pengasapan dingin, maka alat tersebut tidak dapat digunakan untuk pengasapan panas. Gambar di bawah ini merupakan ilustrasi dari alat pengasapan tradisional.



Sumber: [Saraswati (ed.), 1993]

Keterangan gambar:

1. Alat pengasapan dingin
2. Alat pengasapan panas

Gambar 3.19 Ilustrasi alat pengasapan

Pengasapan dapat diatur baik untuk pengasapan dingin maupun pengasapan panas. Ruang asap dilengkapi dengan pemanas listrik (*heater*) serta pengatur kelembaban dan suhu. Generator asap juga dilengkapi dengan pemanas listrik. Pemasaan bahan bakar diatur dengan vibrasi (getaran) sehingga densitas asap yang masuk ruang asap dapat diatur.

Pada perusahaan yang memproduksi berbagai produk daging asap, peralatan produk-sinya terdiri

atas mesin pemotong dan penghancur daging, mesin pencampur vakum, mesin pengisi, lemari asap, mesin pengiris, mesin penge-mas vakum. Jenis-jenis produk daging asap yang telah umum beredar di pasaran adalah sosis.

3.12.6. Pengaruh Terhadap Nilai Gizi

Pengasapan dapat menurunkan nilai gizi dari produk yang diasap karena:

- a. Senyawa fenol cenderung bereaksi dengan grup S-H (sulfur – hidrogen) protein. Adanya reaksi tersebut dapat mengakibatkan pro-tein terdenaturasi yang bisa menyebabkan menurunnya nilai protein dari bahan yang diasap. Selanjutnya penurunan nilai protein dapat menyebabkan menurunnya daya cerna dari protein tersebut sehingga protein yang diserap tubuh menjadi berkurang.
- b. Senyawa karbonil cenderung bereaksi dengan grup amino dari protein. Reaksi ini pun dapat mengakibatkan daya cerna protein turun.
- c. Vitamin B kompleks, niasin, dan riboflavin mengalami kerusakan sedikit, sedangkan tiamin dapat mengalami kerusakan total.

3.12.6. Perkembangan Pengasapan

Cara-cara baru dalam pengasapan dilakukan dengan menggunakan asap cair hasil proses distilasi. Asapnya disebut asap cair. Penggunaan asap cair memiliki keuntungan yaitu tidak perlu instalasi, dapat digunakan berulang-ulang, dan tidak karsinogenik.

Aplikasi asap cair dengan cara daging dicelup ke dalam asap cair tersebut atau dapat juga dengan disemprot. Sebelum diaplikasikan pada bahan, asap cair dicampur dengan vinegar (semacam cuka) dengan perbandingan 20:5, sedangkan airnya sebanyak 75 bagian.

Aplikasi asap cair dengan cara dioles pada permukaan bahan yang akan diasap tersebut ditujukan untuk menambah cita rasa tanpa proses pengasapan panas. Fungsi asap sebagai pengawet sedikit sekali.

3.13. Pengasapan

Pengasapan pangan telah digunakan secara luas, walaupun pada saat itu peranannya sebagai pengham-bat kerusakan belum dipahami. Asam, sebagaimana garam, digunakan secara luas dalam pengawetan produk-produk sayuran, seperti mentimun, kubis, dan bawang yang merupakan contoh-contoh penting di masyarakat barat.

3.13.1. Sifat-sifat Antimikroorganisme dari Asam

Asam, terutama asam asetat dan asam laktat dapat terkandung dalam makanan yang awet karena dua sebab, yakni:

- a. asam ditambahkan pada bahan-bahan yang tidak difermentasi, misalnya asam sitrat atau asam fosfat;
- b. asam ada sebagai hasil fermentasi oleh mikroorganisme pada jaringan-jaringan berkarbohidrat dan bahan-bahan dasar lainnya. Proses fermentasi penting yang menghasilkan asam adalah perubahan alkohol menjadi asam asetat karena aktivitas *Acetobacter sp.*

Asam yang dihasilkan oleh salah satu mikroba selama fermentasi biasanya akan menghambat perkembangbiakan mikroba lainnya. Oleh karena itu fermentasi dapat digunakan untuk mengawetkan makanan dengan cara melawan bakteri terutama bakteri proteolitik atau mikroba pembusuk lainnya.

Pengaruh antimikroorganisme dari asam sebagai berikut:

1. Asam memiliki pH rendah yang tidak disukai oleh mikroorganisme.
2. Asam-asam yang tidak terurai bersifat racun bagi mikroorganisme.

Setiap jenis asam memiliki sifat penghambatan yang berbeda-

beda. Asam asetat lebih bersifat menghambat terhadap mikroorganisme tertentu dibandingkan asam laktat. Demikian juga asam laktat lebih bersifat menghambat dibandingkan asam sitrat. Asam-asam benzoat, parahidroksi benzoat, dan asam sorbat juga menunjukkan pengaruh antimikroorganisme yang berbeda-beda.

Jumlah asam yang cukup akan menyebabkan denaturasi protein bakteri. Oleh karena itu beberapa mikroba sensitif terhadap asam.

Asam yang dikombinasikan dengan panas akan menyebabkan panas tersebut lebih efektif terhadap mikroba.

Beberapa makanan misalnya tomat, air jeruk dan apel, mengandung asam yang masing-masing mempunyai pengaruh yang berbeda-beda sebagai bahan pengawet. Hal ini sebagian besar disebabkan terutama oleh tinggi atau rendahnya konsentrasi ion hidrogen (pH). Penting diingat bahwa semakin tinggi konsentrasi ion hidrogen maka pH semakin rendah. Sebaliknya, semakin rendah konsentrasi ion hidrogen maka pH semakin tinggi.

Karena peranan asam (pH) terhadap daya hambat pertumbuhan mikroba pembusuk, maka makanan dibagi menurut tingkat keasamannya. Penge-lompokan makanan tersebut selengkapnya dapat dilihat pada subbab Penggunaan/Pengawetan Suhu Tinggi.

Penting juga diingat bahwa mikroba yang berspora pada umumnya tidak dapat hidup dan berkembang biak pada pH di bawah 4,0 dan mikroba berspora yaitu *Clostridium botulinum* tidak dapat hidup di bawah pH 4,6. Oleh sebab itu, makanan dengan kandungan asam yang tinggi, baik terdapat secara alami, ada karena penambahan asam, atau terbentuk selama proses fermentasi, lebih tahan lama dibandingkan makanan berasam rendah.

Produk asinan mempunyai ketahanan terhadap mikroorganisme karena pengaruh pengawetan dari asam. Kadar asam asetat minimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya awet yang baik bagi produk-produk acar adalah sekitar 3,6% berdasarkan bahan-bahan yang mudah menguap dari produk. Adanya gula, garam, rempah-rempah, dan lain-lain menurunkan kebutuhan akan asam karena kadar air yang tersedia dalam produk telah diturunkan dan beberapa bahan tersebut juga mempunyai sifat-sifat antimikroorganisme.

3.13.3. Kerusakan karena Mikroorganisme dari Produk-produk Acar

Pada bahan-bahan pangan yang telah cukup diasin dan diasamkan hanya sedikit organisme perusak yang telah ditemukan. Stabilitas mikroorganisme dari produk-produk ini tergantung dari suatu interaksi yang kompleks dari

pengawet-an atau pengaruh penghambatan karena garam, asam, pH, pengaruh a_w karena garam dan penambahan gula, rempah-rempah, bahan pengawet kimia, besarnya pelakuan pasteurisasi dan faktor-faktor lingkungan lainnya (seperti oksigen, zat-zat gizi) yang dibu-tuhkan untuk pertumbuhan organisme-organisme yang mencemari. Walaupun organisme-organisme tersebut telah diketahui, misalnya untuk dapat tumbuh dalam bahan pangan di mana kadar asam asetat dalam bahan-bahan yang mudah menguap diatas 3,6%, distribusinya sangat terbatas (kecuali dalam lingkungan acar) dan karenanya kerusakan tidak biasa terjadi. Acar-acar yang mengandung sekitar 1% asam asetat dan dipasteurisasi untuk stabilitasnya akan tetap stabil terhadap mikroorganisme untuk jangka waktu cukup lama setelah dibuka, sebagai akibat dari distribusi terbatas dari mikroorganisme perusak yang tahan terhadap asam asetat. Penyimpanan dingin untuk produk-produk acar yang sudah dibuka biasanya membe-rikan daya simpan yang baik.

Rangkuman

Pengecilan ukuran

1. Pengecilan ukuran adalah suatu satuan operasi atau kegiatan yang ditujukan untuk mengurangi ukuran rata-rata bahan pangan.

2. Ada tiga jenis kekuatan yang digunakan untuk me-ngurangi ukuran bahan pangan: gaya tekan (*com-pression forces*), gaya tum-bukan (*impact forces*), dan *shearing (attrition forces)*.
3. Pengecilan ukuran memiliki manfaat:
 - meningkatkan rasio luas permukaan terhadap volume bahan pangan sehingga dapat meningkatkan kecepatan penge-ringan, pemanasan, atau pendinginan.
 - memperbaiki efisiensi dan kecepatan ekstraksi dari komponen terlarut.
 - menyebabkan pencampuran bahan-bahan lebih sempurna
4. Pengecilan ukuran dikla-sifikasikan sesuai dengan ukuran partikel yang dihasilkan:
 - Besar hingga sedang
 - Sedang hingga kecil
 - Kecil hingga granular
4. Proses pencampuran dapat terjadi pada bahan-bahan yang fasenya sama atau berbeda.
5. Pencampuran dapat dilaku-kan dengan menggunakan alat atau tanpa alat. Hasil pencampuran dengan alat akan lebih sempurna.
6. Dalam merencanakan pro-ses pencampuran perlu untuk melakukan analisis dari setiap tahap pencampuran.

Ekstraksi

1. Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen terlarut dari suatu campuran komponen tidak terlarut dengan meng-gunakan pelarut yang sesuai.
2. Pemisahan tercapai jika komponen yang dipisahkan larut dalam larutan sementara komponen yang lainnya masih tetap berada dalam bahan asalnya.
3. Pelarut yang biasa digunakan untuk proses ekstraksi dalam praktek sehari-hari adalah air.
4. Tahap pertama di dalam proses ekstraksi pada umumnya adalah penghancuran secara mekanis, yaitu bahan mentah di-potong atau dihancurkan menjadi ukuran kecil yang dikehendaki agar men-dapatkan permukaan per-sentuhan yang luas untuk ekstraksi.
5. Daya ekstraksi akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran bahan. Namun, bahan yang terlalu halus dapat membentuk suspensi dengan pelarut dan dapat terjadi penguapan

Pencampuran

1. Pencampuran adalah suatu satuan operasi yang ditujukan untuk memperoleh campuran yang homogen dari dua atau lebih komponen, baik bahan yang berbentuk kering maupun cair (*liquid*).
2. Pencampuran meliputi pe-arutan padatan, persiapan emulsi atau buih (*foam*), atau pencampuran bahan-bahan kering.
3. Tujuan utama dari proses pencampuran adalah untuk mencampur bahan-bahan hingga homogen.

senyawa volatil (mudah menguap) yang berlebihan sebelum proses ekstraksi.

6. Cara ekstraksi dalam pengolahan minyak dan lemak, yaitu rendering (*wet rendering* dan *dry rendering*), *mechanical expression*, dan *solvent extraction*.

Penggunaan/Pengawetan Suhu Tinggi

1. Penggunaan/pengawetan dengan suhu tinggi adalah proses pengawetan pangan yang menggunakan panas untuk menginaktifkan bakteri.
2. Penggunaan/pengawetan dengan suhu tinggi dibedakan atas empat jenis:
 - a. proses termal dengan menggunakan uap (*steam*) atau air;
 - b. proses termal dengan menggunakan udara panas;
 - c. proses termal dengan menggunakan minyak panas;
 - d. proses termal dengan menggunakan energi iradiasi;
3. Dalam pengalengan makanan, perambatan panas biasanya berjalan secara konveksi dan konduksi. Sifat perambatan panas ini perlu diperhatikan untuk menentukan jumlah panas optimum yang harus diberikan pada makanan kaleng.
4. Di dalam makanan kaleng dikenal istilah "*cold point*", yakni titik atau tempat yang paling lambat menerima panas. Berdasarkan perambatan panasnya, *cold point* terletak:

- *Cold point* untuk bahan-bahan yang merambat-kan panas secara konduksi terdapat di tengah atau di pusat bahan tersebut.
 - *Cold point* untuk bahan-bahan yang merambat-kan panasnya secara konveksi terletak di bawah atau di atas pusat yakni kira-kira seperempat bagian atas atau bawah sumbu
5. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan panas untuk pengalengan bahan makanan adalah:
 - a. Pemilihan bahan mentah (*raw material*);
 - b. Persiapan sebelum pengolahan;
 - c. Pengolahan dan pengemasan.
 6. Berdasarkan derajat keasamannya, bahan pangan yang akan diolah dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan:
 - a. Bahan pangan alkalis, memiliki pH > 7,0, seperti telur tua, soda, *crackers*, dan bubur jagung;
 - b. Bahan pangan asam rendah, memiliki kisaran pH antara 5,0 – 6,8;
 - c. Bahan pangan asam, memiliki pH antara 3,7 – 4,5;
 - d. Bahan pangan asam tinggi, memiliki kisaran pH antara 2,3 – 3,7.
 7. Dalam penggunaan panas ada 2 faktor yang perlu diperhatikan:
 - a. Jumlah panas yang diberikan harus cukup untuk mematikan mikroba pembusuk dan patogen;

- b. Jumlah panas yang digunakan sedapat mungkin akan menyebabkan penurunan zat gizi dan cita rasa yang minimal;
- c. kontrol higienis selama pengolahan dan pengemasan;
- d. sifat-sifat barrier dari bahan pengemas;
- e. suhu selama distribusi dan penjualan.

Pengawetan/Penggunaan Suhu Rendah

1. Prinsip dasar pengawetan dengan menggunakan suhu rendah adalah:
 - a. memperlambat kecepatan reaksi metabolisme;
 - b. menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab busukan dan kerusakan.
2. Cara-cara pengawetan dengan suhu rendah secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yakni:
 - a. pendinginan (*cooling*),
 - b. pembekuan (*freezing*).
3. Faktor-faktor yang mengendalikan waktu simpan bahan pangan segar dalam penyimpanan dingin meliputi:
 - a. jenis dan varietas bahan pangan;
 - b. bagian dari bahan pangan;
 - c. kondisi panen;
 - d. suhu pendistribusian dan suhu penjualan;
 - e. kelembaban relatif pada ruang penyimpanan yang mempengaruhi kehilangan air (dehidrasi).
4. Faktor-faktor yang menentukan penyimpanan dingin dari pangan olahan meliputi:
 - a. jenis makanan;
 - b. tingkat kerusakan mikroba atau inaktivasi enzim yang diperoleh melalui proses;
5. Peralatan untuk pendinginan dibedakan berdasarkan metode yang digunakan untuk memindahkan panas:
 - a. refrigerator mekanik,
 - b. sistem kriogenik
6. Pembekuan adalah suatu unit operasi di mana suhu makanan dikurangi di bawah titik pembekuan dan bagian air mengalami perubahan untuk membentuk kristal-kristal es.
7. Ada 3 cara pembekuan cepat, yaitu:
 - a. pencelupan bahan ke dalam refrigerant;
 - b. kontak tidak langsung dengan refrigerant;
 - c. *air-blast freezing* dengan udara dingin: - 17,8 hingga -34,4 °C.
8. Metode pembekuan yang dipilih untuk setiap produk tergantung pada:
 - a. mutu produk dan tingkat pembekuan yang diinginkan;
 - b. tipe dan bentuk produk, pengemasan, dan lain-lain;
 - c. fleksibilitas yang dibutuhkan dalam operasi pembekuan;
 - d. biaya pembekuan untuk teknik alternatif.
9. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju pembekuan adalah:
 - a. cara pembekuan (cepat atau lambat);
 - b. suhu yang digunakan;

- c. sirkulasi udara (refrigerant);
 - d. ukuran dan bentuk pembungkus;
 - e. jenis komoditi.
10. Kelebihan pembekuan cepat dibandingkan pembekuan lambat adalah:
 - a. memperkecil kerusakan mekanis apabila bahan dicairkan (*thawing*);
 - b. faktor pemadatan air lebih cepat;
 - c. pencegahan pertumbuhan mikroba lebih cepat;
 - d. kegiatan enzim cepat menurun.
 11. Faktor-faktor dasar yang mempengaruhi mutu akhir dari makanan beku adalah:
 - a. Mutu bahan baku yang digunakan;
 - b. Perlakuan sebelum pembekuan;
 - c. Metode dan kecepatan pembekuan yang dipakai;
 - d. Suhu penyimpanan dan fluktuasi suhu;
 - e. Waktu penyimpanan;
 - f. Kelembaban lingkungan tempat penyimpanan.
 12. Perlakuan-perlakuan pendahuluan sebelum pembekuan meliputi:
 - a. Blansir ;
 - b. Penambahan atau pencelupan ke dalam larutan asam askorbat atau larutan sulfurdioksida;
 - c. Pengemasan buah-buahan dalam gula kering atau sirup;
 - d. Perubahan pH beberapa buah untuk menurunkan kecepatan reaksi pencoklatan.
 13. Es krim digolongkan berdasarkan komposisi, cita-rasa, warna, bentuk, dan ukuran. Menurut jenisnya dikenal es krim *standard* dan es krim *special*.
 14. Es krim terbuat dari susu bubuk dengan atau tanpa susu segar, lemak susu, gula, bahan pengental atau penstabil, bahan pengemulsi dengan atau tanpa bahan tambahan seperti pewarna, rasa, dan telur.
 15. Tahap-tahap pembuatan es krim meliputi penimbangan bahan, pencampuran, pemanasan (pasteurisasi), pengecilan ukuran butiran lemak (homogenisasi), pendinginan, aging (penuaan), pembekuan penge-rasan.

Pengeringan

1. Pengeringan pangan adalah pemindahan air dengan sengaja dari bahan pangan. Dibandingkan metode pengawetan yang lain, pengeringan merupakan metode yang sederhana karena tidak memerlukan alat yang khusus.
2. Salah satu manfaat terbesar dari makanan yang dikeringkan adalah makanan kering mengambil tempat penyimpanan yang lebih sedikit dibandingkan makanan kaleng dan makanan beku. Namun, pengeringan tidak dapat menggantikan pengalengan dan pembekuan karena kedua metode tersebut lebih baik dalam hal mempertahankan rasa, penampilan, dan nilai gizi.

3. Pengeringan mempunyai tujuan untuk:
 - a. mengawetkan bahan pangan;
 - b. meningkatkan efisiensi pengemasan, penyimpanan, dan transportasi;
 - c. memperpanjang daya guna dan hasil guna,
 - d. mengubah struktur bahan pangan.
 4. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengeringan:
 - a. Kecepatan,
 - b. Suhu,
 - c. Kelembaban dan ventilasi,
 - d. Pengeringan yang seragam
 5. Jenis-jenis metode pengeringan:
 - a. Pengeringan dengan oven
 - b. Pengeringan dengan pengering makanan (*Food Dryer*)
 - c. Pengeringan dengan sinar matahari (*Sun Drying*)
 - d. Pengeringan dengan pengering beku (*Freeze Drying*)
 - e. Pengeringan dengan pengering semprot (*Spray Drying*)
 - f. Pengeringan dengan pengering drum yang Berputar (*Drum Dryer*)
 6. Jenis-jenis makanan yang dikeringkan antara lain:
 - a. Berbagai buah-buahan segar, sayuran, rem-pah rempah, daging;
 - b. Semua jenis rempah-rempah;
 - c. Daging sapi, kambing, dan ikan
 9. Makanan yang dikeringkan mempunyai nilai gizi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan segarnya.
 10. Selama pengeringan terjadi perubahan warna, tekstur, aroma, dan lain-lain.
- ### Penggaraman
1. Garam berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu.
 2. Garam mempengaruhi aktivitas air (a_w) dari bahan sehingga dapat mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme.
 3. Beberapa aplikasi penggaraman antara lain:
 - a. Penggaraman ikan.
Pengawetan dilakukan dengan cara mengu-rangi kadar air dalam badan ikan sampai titik tertentu sehingga bakteri tidak dapat hidup dan berkembang biak lagi.
 - b. Telur asin
Dalam pembuatan telur asin biasa digunakan abu gosok, bubuk bata merah yang dicampur dengan garam sebagai medium pengasin. Fungsi garam adalah menarik air sampai kadar air tertentu sehingga bakteri tidak dapat berkembang lagi.
 4. Acar
Proses penggaraman dilakukan pada tahap awal pembuatan acar dengan cara fermentasi. Terkadang dilakukan penambahan gula sebanyak 1% apabila sayur atau buah yang digunakan berkadar gula rendah.

Penggulaan

1. Apabila gula ditambahkan ke dalam bahan pangan dalam konsentrasi yang tinggi (paling sedikit 40% padatan terlarut), maka sebagian air yang ada terikat oleh gula sehingga menjadi tidak ter-sedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (a_w) dari bahan pangan berkurang.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan produk-produk penggulaan terhadap mikroorganisme adalah:
 - a. Kadar gula yang tinggi sekitar 65 – 73% padatan terlarut.
 - b. pH rendah, sekitar 3,1 – 3,5 tergantung pada tipe pektin dan konsentrasi.
 - c. a_w , berkisar antara 0,75 – 0,83.
 - d. Suhu tinggi selama pendidihan atau pemasakan
 - e. Tegangan oksigen rendah selama penyimpanan
3. Beberapa aplikasi peng-gulaan antara lain:
 - a. Selai
Adalah produk makan-an yang kental atau setengah padat yang dibuat dari campuran 45 bagian berat buah dan 55 bagian berat gula;
 - b. Jeli
Dibuat dari campuran 45 bagian sari buah dan 55 bagian berat gula;
 - c. Marmalade
Adalah produk buah-buahan yang dijadikan bubur buah ditambah gula dan asam dengan

konsentrasi tertentu dan diberi irisan kulit jeruk/potongan buah;

- d. Manisan buah
Adalah produk buah-buahan yang diolah dengan menambahkan gula dalam konsentrasi tinggi;
- e. Buah dalam sirup
Adalah suatu produk olahan buah-buahan yang dibuat melalui proses blansir, dimasukkan ke dalam wadah steril ditambah larutan gula 40%, di-*exhausting*, ditutup rapat, disterilisasi, dan dilewatkan di air dingin;
- f. Produk lainnya adalah:
 - *Conserves*,
 - *Preserves*,
 - Mentega buah,
 - Madu buah.

Fermentasi

1. Fermentasi secara mudah-nya dapat diartikan sebagai suatu proses pengolahan pangan dengan menggu-nakan jasa mikroorganisme untuk menghasilkan sifat-sifat produk sesuai yang diharap-kan.
2. Berdasarkan penambahan starter (kultur mikroorganis-me), fermentasi dibedakan atas dua jenis:
 - a. Fermentasi spontan, berjalan alami, tanpa pe-nambahan starter;
 - b. Fermentasi tidak spontan, berlangsung dengan penambahan starter/ragi.
3. Fermentasi ditujukan untuk memperbanyak jumlah mikroba dan menggiatkan meta-bolismenya dalam makanan.

4. Selama fermentasi terjadi beberapa perubahan karena kerja dari mikroba yang memang diinginkan dan pertumbuhannya dipacu. Mikroba fermentatif yang mengubah karbohidrat menjadi alkohol, asam, dan CO₂ pertumbuhannya cukup tinggi.
5. Keuntungan-keuntungan dari fermentasi antara lain:
 - a. Dapat mencegah pertumbuhan mikroba beracun;
 - b. Mempunyai nilai gizi tinggi dari bahan asalnya;
 - c. Dapat terjadi pemecahan bahan-bahan yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim tertentu.
6. Kerugian dari fermentasi diantaranya adalah dapat menyebabkan keracunan karena toksin yang terbentuk
7. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi:
 - a. Asam,
 - b. Alkohol,
 - c. Mikroba,
 - d. Suhu,
 - e. Oksigen,
 - f. Garam.
8. Produk-produk fermentasi antara lain adalah:
 - a. Fermentasi Sayuran
 - b. Sosis
 - c. Roti
 - d. Kecap
 - e. Tauco
 - f. Brem
 - g. Nata de Coco

Bahan Tambahan Pangan (BTP)

1. BTP adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam pangan (makanan dan minuman) selama produksi, pengolahan, pengemasan, atau penyimpanan untuk tujuan tertentu.
2. BTP dibenarkan penggunaannya hanya jika ditujukan untuk keperluan-keperluan sebagai berikut:
 - a. untuk mempertahankan nilai gizi makanan;
 - b. untuk konsumsi golongan orang tertentu yang memerlukan makanan diit;
 - c. untuk mempertahankan mutu atau kestabilan makanan atau untuk memperbaiki sifat-sifat organoleptiknya;
 - d. untuk keperluan pembuatan, pengolahan, penyediaan, perlakuan, pewadahan, pembungkusan, pemindahan, atau pengangkutan;
 - e. membuat makanan menjadi lebih menarik.
3. Secara umum, bahan tambahan pangan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan besar:
 - a. BTP yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan/minuman;
 - b. BTP yang tidak sengaja ditambahkan ke dalam makanan/minuman.
4. Yang termasuk BTP yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan/minuman antara lain:

- a. Pemanis buatan,
 - b. Pengatur keasaman,
 - c. Pewarna,
 - d. Penyedap rasa dan aroma serta penguat rasa,
 - e. Pengawet,
 - f. Antioksidan dan antioksidan sinergis,
 - g. Antikempal,
 - h. Pemutih dan pematang tepung,
 - i. Pengemulsi, pemantap dan pengental,
 - j. Pengeras,
 - a. Sekuestran,
 - b. Enzim,
 - c. Penambah gizi,
 - d. BTP lainnya:
 - Antibusa,
 - Humektan,
 - *Processing aid* (bahan pembantu),
 - *Carrier solvent*,
 - Penyalut,
 - Pengisi (*body, texturizer*),
 - Karbonasi dan gas pengisi
5. BTP yang tidak sengaja ditambahkan ke dalam makanan/minuman tidak mempunyai fungsi dalam makanan tersebut. Keberadaannya disebabkan perlakuan selama proses produksi, pengolahan, dan pengemasan.
6. Berdasarkan dari bahan asalnya, bahan tambahan pangan dibedakan menjadi dua, yakni:
1. Sumber alamiah,
 2. Bahan sintetik.
7. Kelebihan bahan sintetik adalah lebih pekat, lebih stabil, dan lebih murah. Adapun kelemahannya adalah sering

terjadi ketidaksempurnaan proses sehingga mengandung zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan.

Pengasapan

1. Pengasapan merupakan salah satu bentuk pe-ngawetan produk dengan menggunakan garam, pa-nas, dan asap.
2. Pengasapan memiliki tujuan untuk pengawetan dan pembentukan sifat organoleptik yang meliputi:
 - a. Cita rasa asap (*smoky flavor*);
 - b. Memiliki warna spesifik (coklat mahoni);
 - c. Meningkatkan keempukan daging.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengasapan adalah sebagai berikut:
 - a. Suhu pengasapan,
 - b. Kelembaban udara,
 - c. Jenis kayu,
 - d. Jumlah asap, ketebalan asap, dan kecepatan aliran asap dalam alat pengasap,
 - e. Mutu bahan yang diasap,
 - f. Perlakuan sebelum pengasapan.
4. Proses kuring adalah proses pengolahan daging yang lebih luas daripada proses penggaraman yang konvensional. Dalam pengolahan digunakan aditif lain selain garam dan dapat dilanjutkan dengan pengasapan/pengeringan.
5. Komponen asap terdiri atas fraksi uap dan fraksi partikel yang dapat dibagi atas lima kelompok, yaitu:

- a. Kelompok fenol,
 - b. Kelompok alkohol,
 - c. Kelompok asam-asam organik,
 - d. Senyawa karbonil,
 - e. Senyawa hidrokarbon.
6. Pengasapan dapat menurunkan nilai gizi dari produk yang diasap karena:
- a. Senyawa fenol cenderung bereaksi dengan grup S-H (sulfur – hidrogen) protein.
 - b. Senyawa karbonil cenderung bereaksi dengan grup amino dari protein.
 - c. Vitamin B kompleks, niasin, dan riboflavin mengalami kerusakan sikit, sedangkan tiamin dapat mengalami kerusakan total.

Pengasaman

1. Pengasaman merupakan salah satu bentuk pengawetan makanan karena asam memiliki sifat antimikroorganisme sebagai berikut:
 - a. asam memiliki pH rendah yang tidak disukai oleh mikroorganisme;
 - b. asam-asam yang tidak terurai bersifat racun bagi mikroorganisme.
2. Asam dapat terkandung dalam makanan yang awet karena dua sebab, yakni:
 - a. asam ditambahkan pada bahan-bahan yang tidak difermentasi, misalnya asam sitrat atau asam fosfat;
 - b. asam ada sebagai hasil fermentasi oleh mikroorganisme.

Saran

Untuk meningkatkan wawasan dan pemahaman mengenai dasar-dasar proses pengolahan pangan, maka sebaiknya anda juga membaca referensi lainnya yang sejenis.

Soal Latihan

1. Apa manfaat dilakukannya pengecilan ukuran pada proses pengolahan pangan?
2. Apakah yang dimaksud dengan pencampuran?
3. Apa yang dimaksud ekstraksi?
4. Berikan 4 contoh kegiatan ekstraksi dalam proses pengolahan pangan!
5. Sebutkan proses termal berdasarkan bentuk panas yang digunakan!
6. Jelaskan perbedaan antara pendinginan dan pembekuan dalam hal suhu yang digunakan dan daya awetnya!
7. Sebutkan metode pengeringan yang Anda ketahui!
8. Sebutkan produk-produk pangan yang menggunakan prinsip penggulaan dalam pembuatannya!
9. Sebutkan tiga zat yang berperan dalam pembentukan struktur jeli!
10. Mengapa penggaraman dapat dikategorikan sebagai bentuk pengawetan?
11. Jelaskan perbedaan antara fermentasi spontan dengan fermentasi tidak spontan, berikan pula contoh produknya!

12. Sebutkan bahan tambahan pangan yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan dengan tujuan untuk memperbaiki nilai gizi, mempertahankan kesegaran, memperoleh cita rasa yang diinginkan, dan membantu pengolahan.
13. Sebutkan fungsi dari komponen-komponen asap!
14. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi pengasapan?
15. Mengapa pengasaman dapat dikatakan sebagai bentuk pengawetan makanan?
16. Apakah fermentasi dapat dikatakan sebagai salah satu cara pengawetan dengan pengasaman?

IV. PENANGANAN PASCAPANEN PRODUK NABATI DAN HEWANI

Teknologi pascapanen merupakan suatu usaha untuk menangani berbagai produk hasil pertanian dalam bentuk bahan baku maupun bahan setengah jadi yang dihasilkan oleh pertanian kita. Bagaimana dan apa yang dapat dilakukan agar produk-produk yang dihasilkan tersebut dapat bertahan lama dan ketersediaannya cukup untuk memenuhi kebutuhan pasar, terhindar dari kerusakan dan memiliki umur simpan yang cukup lama. Untuk itu diperlukan suatu teknologi tepat guna dalam menangani produk-produk pasca panen mulai dari kegiatan penanganan sampai pengelolaan dan penyimpanan, karena tanpa memperhatikan kegiatan tersebut maka akan menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen akibat penanganan yang kurang baik.

Bahan pangan selepas panen masih memiliki kemampuan untuk melangsungkan kehidupan seperti buah dan sayur, proses kehidupannya terus berlangsung sampai terjadi kebusukan. Proses tersebut adalah *respirasi*, yang merupakan salah satu proses biologis. Pada proses ini oksigen di udara diserap untuk digunakan pada proses pembakaran yang menghasilkan energi dengan diikuti pengeluaran sisa pembakaran dalam bentuk air dan

gas karbondioksida. Semua hasil-hasil pertanian masih melakukan proses ini setelah panen dan proses metabolisme lain. Bahan-bahan yang masih melakukan proses-proses seperti itu dikelompokkan sebagai benda yang masih hidup selepas di panen.

Proses metabolisme yang terus berlangsung selepas panen mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan, baik secara fisik, kimia maupun biologis yang mengarah ke tanda-tanda kerusakan. Apabila dibiarkan dan akibat proses yang tidak terkontrol serta penanganan yang kurang serius, metabolisme itu akan menyebabkan rusaknya bahan pangan yang mengarah ke kebusukan dan peningkatan jumlah mikroba sehingga produk tersebut menjadi rusak, baik kuantitatif maupun kualitatif yang pada akhirnya menyebabkan kehilangan harapan untuk bisa menyiapkan dan menyimpan pangan dalam waktu yang lama.

Kerusakan-kerusakan tersebut dapat dihambat dengan menerapkan teknologi tepat guna penanganan pascapanen, mengingat hasil-hasil pertanian, peternakan dan perikanan yang cukup melimpah dan setelah dipanen diperkirakan mengalami kerusakan 20-40%.

Kerusakan tersebut umumnya disebabkan oleh beberapa hal antara lain bisa disebabkan karena tidak tepatnya waktu panen, perlakuan mekanis, fisik, biologis dll.

4.1. Metabolisme Bahan Pangan

Bahan pangan merupakan makhluk hidup yang melakukan berbagai proses-proses biologis untuk melangsungkan hidupnya terutama menghasilkan energi, agar segala proses biologis dan fisiologisnya dapat berkembang dengan baik. Dengan adanya energi yang dihasilkan, reaksi-reaksi kimiapun terjadi. Energi ini dapat diperoleh dari matahari (fotosintesis) dengan bantuan kloroplas pada tanaman hijau, respirasi dan fermentasi.

4.1.1. Fotosintesis

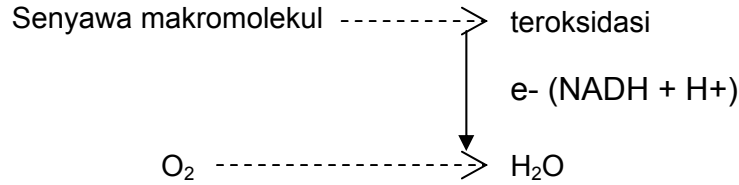
Fotosintesis adalah suatu proses metabolisme dalam tanaman untuk membentuk karbohidrat dengan bantuan CO_2 dari udara dan air dari dalam tanah dengan sinar matahari dan klorofil sebagai reseptor sinar.

Klorofil dan sinar matahari akan menghasilkan energi dalam tanaman yang dapat digunakan untuk sintesis makromolekul dalam sel, misalnya untuk membentuk karbohidrat dengan mereduksi CO_2 . Hasil reaksi sampingan yang terjadi berupa molekul O_2 yang merupakan sumber oksigen bagi sistem respirasi makhluk hidup.

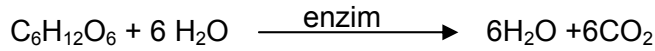
Tanaman yang mengandung klorofil atau jasad renik tertentu, misalnya ganggang biru atau hijau dapat menggunakan sinar matahari untuk menaikkan energi dari elektron-elektron yang dihasilkan oleh oksidasi air dalam proses fotosintesis. Elektron-elektron yang telah mempunyai tingkat energi tinggi, setelah kembali ke tingkat energi semula akan menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk proses biologis atau sintesis molekul dalam sel.

4.1.2. Respirasi

Respirasi atau pernafasan adalah suatu proses metabolisme dengan cara menggunakan oksigen dalam pembakaran senyawa makromolekul seperti karbohidrat, protein, lemak, yang menghasilkan CO_2 , air dan sejumlah elektron-elektron. Senyawa makromolekul dioksidasi dengan membentuk NADH (*Nicotiamida Adenin Dinukleotida*) dan ion H^+ , kemudian melalui flavoprotein dan sistem *cytochrom*, elektron yang dihasilkan akan mereduksi oksigen dan akan menghasilkan air. Dari reaksi yang panjang tersebut akan dihasilkan energi dalam bentuk ATP (*Adenosin Triposfat*) yaitu sebesar 38 mol ATP/mol glukosa. Gambaran proses respirasi sebagai berikut :



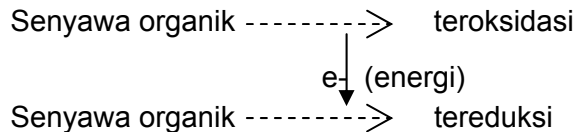
Apabila senyawa molekul tersebut adalah glukosa maka reaksinya :



Oksigen merupakan senyawa yang baik untuk direduksi oleh elektron karena mempunyai harga “potensial listrik”(Eo) yang positif dan besar. Eo merupakan suatu ukuran kekuatan untuk melakukan oksidasi dan reduksi. Nilai Eo oksigen adalah (+0,82) sedangkan nilai Eo senyawa makromolekul umumnya negatif. Semakin besar perbedaan Eo yang ada, maka semakin besar energi yang dihasilkan. Disamping hal tersebut di atas, oksigen mudah didapat dan selalu ada tersedia dalam jumlah yang cukup besar di udara, yaitu kira-kira 20,1%.

4.1.3. Fermentasi

Fermentasi juga merupakan proses biologis yang melibatkan reaksi oksidasi reduksi, dimana baik zat yang teroksidasi (pemberi elektron) dan yang direduksi (penerima elektron) adalah zat organik. Hal ini berbeda dengan respirasi, dimana zat anorganik (O₂) sebagai penerima elektron.



Senyawa organik yang banyak digunakan dalam proses fermentasi pada umumnya adalah glukosa. Melalui proses glikolisis gula tersebut dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana menjadi *aldehid*, *alkohol* atau asam.

Pada hasil pertanian seperti buah dan sayur, sistem fermentasi tersebut dapat berlangsung terutama bila persediaan oksigen berkurang, sehingga pola pembentukan energi berubah dari cara respirasi ke fermentasi. Bila buah melakukan fermentasi, maka energi yang diperoleh relatif lebih

sedikit persatuan berat substrat yang tersedia. Untuk memenuhi kebutuhan energi, maka diperlukan substrat (glukosa) dalam jumlah yang banyak, sehingga dalam waktu yang singkat persediaan substrat akan habis dan akhirnya buah-buahan tersebut akan mati dan busuk. Dalam proses fermentasi, kapasitas sel untuk melangsungkan proses oksidasi tergantung dari jumlah senyawa penerima elektron terakhir yang dapat digunakan.

4.1.4. Pengukuran Proses Pernafasan

Mengukur Proses Respirasi

Dalam proses respirasi beberapa senyawa penting yang dapat digunakan untuk mengukur proses ini adalah glukosa, ATP, CO₂ dan O₂. Oleh karena itu ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengukur perubahan kandungan gula, jumlah ATP, jumlah CO₂ yang dihasilkan dan jumlah O₂ yang digunakan.

Perubahan kandungan Gula

Perubahan kandungan gula dalam bahan pangan digunakan untuk mengukur atau mengetahui keaktifan respirasi, akan tetapi secara praktis sukar dilakukan karena gula yang terdapat dalam bahan jumlahnya tidak tetap. Hal ini disebabkan karena pembentukan gula hasil degradasi karbohidrat bersama dengan degradasi gula dalam proses glikolisis.

Kandungan ATP (Adenosin Tri Fosfat)

Kandungan ATP yang dihasilkan selama proses metabolisme secara teoritis dapat diukur, akan tetapi dalam praktek sangat sukar dikerjakan, sebab untuk menghitung jumlah ATP yang terbentuk dibutuhkan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi.

Produksi CO₂

Jumlah CO₂ yang diproduksi selama proses respirasi relatif cukup besar, sehingga mudah untuk melakukan pengukuran. Dalam tanaman proses respirasi sesungguhnya dapat terjadi secara aerobik dan anaerobik. Respirasi anaerobik adalah proses respirasi dengan menggunakan senyawa penerima elektron bukan oksigen, tetapi menggunakan senyawa yang terdapat dalam bahan itu sendiri, dikenal sebagai proses fermentasi. Oleh karena itu, pengukuran proses respirasi dengan mengukur jumlah CO₂ yang keluar tersebut, tidak akan dapat diketahui apakah proses respirasi itu bersifat aerobik maupun anaerobik.

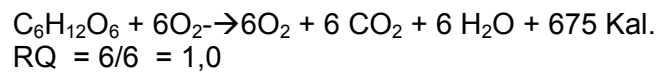
Penyerapan O₂

Jumlah oksigen yang digunakan dalam proses respirasi relatif sangat sedikit. Walaupun cara pengukuran ini mungkin dapat dikerjakan dengan menggunakan alat kromatografi gas yang mempunyai kepekaan yang cukup tinggi. Untuk mengukur proses respirasi dapat digunakan rumus sebagai berikut :

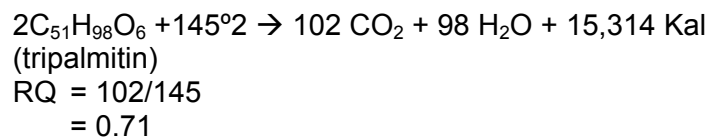
$$\text{RQ} = \frac{\text{Volume CO}_2 \text{ yang diproduksi}}{\text{Volume O}_2 \text{ yang diserap}}$$

$$\text{RQ} = \text{Respiratory quotient}$$

Senyawa-senyawa yang dapat digunakan dalam proses respirasi dapat berupa glukosa dari karbohidrat atau senyawa makro lainnya seperti lemak dan protein. Apabila yang dioksidasi adalah glukosa maka reaksi akan terlihat sebagai berikut :



Apabila dalam reaksi respirasi hanya lemak yang dioksidasi, misalnya *tripalmitin* yang terdiri dari 3 asam lemak palmitat maka akan dihasilkan RQ sebesar 0,71 dengan perhitungan:



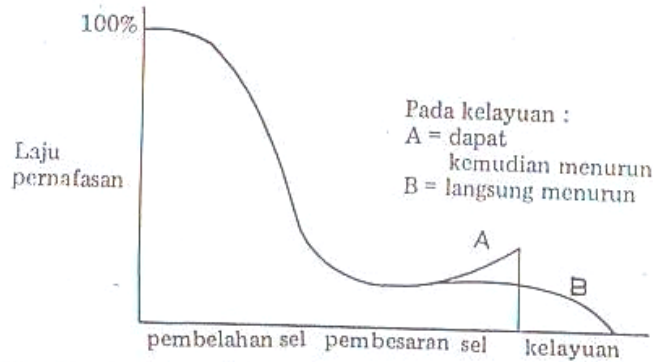
Sedangkan pada respirasi yang berlangsung dengan cara mengoksidasi protein maka akan dihasilkan RQ sekitar 0,80. Jadi apabila RQ = 1, kemungkinan bahan yang dioksidasi adalah karbohidrat. Bila nilai RQ = 0,71 bahan yang mengalami proses oksidasi adalah lemak, sedangkan bila RQ diantara 0,71-1,0 berarti bahwa yang dioksidasi adalah campuran.

mendukung bakal buah dan gabungan dari kedua betuk tersebut. Pada umumnya tahap-tahap proses pertumbuhan atau kehidupan buah dan sayuran meliputi pembelahan sel, pembesaran sel, pendewasaan sel (*maturasi*), pematangan (*ripening*), kelayuan (*sinescence*) dan pembusukan (*deterioration*). Khususnya pada buah, pembelahan sel segera berlangsung setelah terjadinya pembuahan yang kemudian diikuti dengan pembesaran atau pengembangan sel sampai mencapai volume maksimum. Setelah itu sel-sel dalam buah berturut-turut mengikuti proses pendewasaan, pematangan, kelayuan dan pembusukan. Meskipun tanpa melalui pembuahan. Beberapa sayuran umumnya juga mengalami proses yang sama seperti pada buah.

4.2. Klimaterik dan Kelayuan

4.2.1. Pengertian Klimaterik

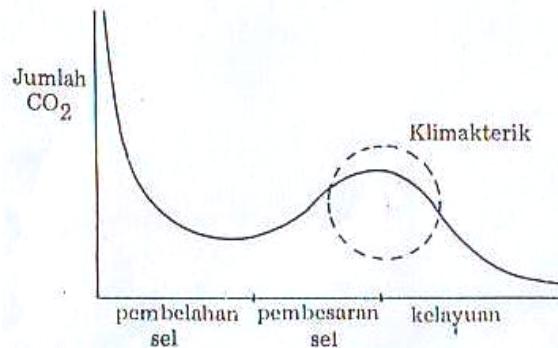
Terjadinya buah adalah hasil dari beberapa jenis bentuk pertumbuhan, yaitu pembesaran bakal buah, pembesaran jaringan yang



Gambar 4.1. Skema hubungan antara proses pertumbuhan dengan laju respirasi (Winarno, F.G. Moehammad A. 1979)

Selama proses pertumbuhan terjadi respirasi yang pola grafiknya dapat dilihat pada gambar 4.2. dimana laju proses respirasi tinggi pada saat pembelahan sel dan menurun pada tahap pembesaran sel. Setelah itu laju respirasi dapat tiba-tiba baik kemudian turun atau terus turun dengan perlahan-lahan sampai pada tahap kelayuan. Untuk mengetahui hubungan antara proses

pertumbuhan, dengan jumlah CO₂ yang dihasilkan, dapat dilihat pada gambar 4.2. Pada gambar tersebut yang mempunyai kemiripan dengan gambar 4.1, disebabkan oleh laju respirasi yang berbanding lurus dengan jumlah produksi CO₂. Jumlah CO₂ yang dihasilkan terus menurun sampai mendekati proses kelayuan. Pada saat kelayuan, tiba-tiba produksi CO₂ meningkat, kemudian turun lagi.



Gambar 4.2. Skema hubungan antara proses pertumbuhan dan jumlah CO₂ (Winarno, F.G. Moehammad A. 1979)

Perubahan pola respirasi yang mendadak sebelum terjadinya proses kelayuan pada beberapa jenis komoditi hasil pertanian dikenal dengan istilah *klimakterik respirasi*. Klimakterik adalah suatu

fase yang kritis dalam kehidupan buah dan selama terjadinya proses ini banyak sekali perubahan yang berlangsung. Merupakan suatu keadaan "*auto stimulation*" dari dalam buah tersebut sehingga

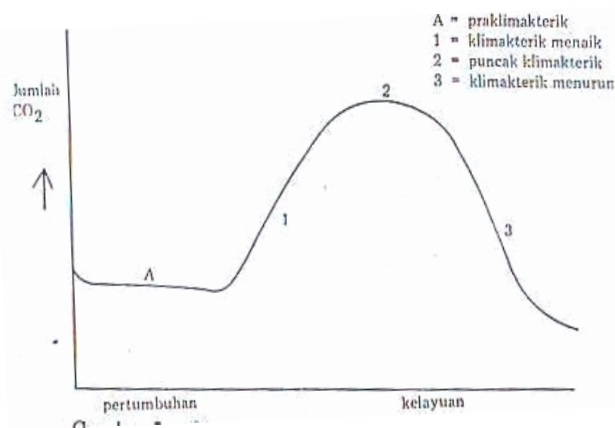
buah menjadi matang yang disertai peningkatan proses respirasi.

Selain itu klimaterik dapat diartikan sebagai suatu masa peralihan dari proses pertumbuhan menjadi layu. Meningkatnya proses respirasi ternyata tergantung pada beberapa hal diantaranya adalah jumlah etilen yang dihasilkan serta meningkatnya sintesa protein dan RNA (*Ribose Nucleic Acid*).

Dari semua pendapat tersebut dapat disimpulkan, bahwa klimaterik adalah suatu periode mendadak bagi buah tertentu dimana selama proses ini terjadi serangkaian perubahan-perubahan biologis yang diawali dengan meningkatnya produksi etilen. Proses ini ditandai dengan dimulainya proses pematangan. Buah-buahan yang tidak pernah

mengalami periode tersebut dikelompokkan kedalam buah non klimaterik.

Berdasarkan sifat klimateriknya, proses ini pada buah dapat dikelompokkan menjadi tiga tahap yaitu klimaterik menaik, puncak klimaterik dan klimaterik menurun seperti gambar 4.3 berikut. Proses respirasi pada buah apel yang terjadi selama pematangan, ternyata mempunyai pola yang sama dengan proses respirasi buah-buahan lainnya seperti tomat, advokat, pisang, mangga, pepaya, peach dan pear, karena buah-buahan tersebut menunjukkan adanya peningkatan CO_2 yang mendadak selama pematangan buah sehingga dapat digolongkan kedalam buah-buahan klimaterik.



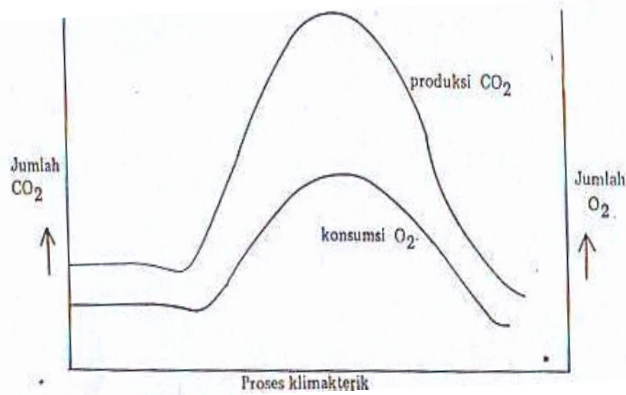
Gambar 4.3. Skema pembagian tahap-tahap klimaterik (Winarno, F.G. Moehammad A., 1979)

Buah-buahan yang mengalami pola berbeda dengan pola diatas diantaranya adalah ketimun, limau, semangka, jeruk, nenas, dan arbei. Pola respirasi buah tersebut berbeda karena setelah dipanen

CO_2 yang dihasilkan tidak terus meningkat tetapi terus menurun perlahan-lahan. Buah-buahan tersebut dapat digolongkan ke dalam buah-buahan nonklimaterik.

Pada buah klimaterik, jumlah O_2 yang digunakan dan CO_2 yang dikeluarkan selama proses pematangan dapat dilihat seperti dalam Gambar 4.4. Pada gambar 4.4 terlihat bahwa produksi CO_2 selama klimaterik lebih besar daripada konsumsi O_2 , sehingga nilai RQ pada praklimaterik lebih

kecil daripada RQ pada puncak klimaterik, Hal ini mungkin disebabkan oleh karena adanya proses *dekarboksilasi*, sedangkan nilai RQ pada pra dan puncak klimaterik sama. Berarti proses *dekarboksilasi* tidak ada atau sangat sedikit.



Gambar 4.4. Skema hubungan antara O_2 yang digunakan dan CO_2 yang dihasilkan pada proses klimaterik (Winarno, F.G. Moehammad A. 1979)

4.2.2. Terjadinya Klimaterik

Ada dua teori yang dapat digunakan untuk menerangkan terjadinya klimaterik yaitu, teori perubahan fisik dan teori perubahan kimia.

Teori perubahan Fisik

Karena banyak sekali buah yang melakukan proses klimaterik, khususnya untuk menerangkan sebab terjadinya klimaterik karena perubahan fisik, seperti apel, pisang dan advokat. Dalam proses klimaterik yang terjadi pada buah diperkirakan karena adanya perubahan permeabilitas dari sel. Perubahan tersebut akan menyebabkan enzim-enzim dan

substrat yang semula dalam keadaan normal akan bergabung dan bereaksi satu dengan lainnya sehingga klimaterik terjadi.

Perubahan Kimia

Perubahan kimia diperkirakan dapat menyebabkan terjadinya klimaterik, karena selama proses pematangan kegiatan yang berlangsung di dalam sel buah meningkat sehingga memerlukan energi yang diperoleh dari ATP. Karena kebutuhan ATP meningkat maka mitokondria sebagai penghasil ATP juga terus mengalami peningkatan aktivitas produksi dan proses respirasi akan meningkat yang akhirnya menyebabkan peristiwa klimaterik. Oleh karena itu

pernafasan dapat digunakan sebagai cara untuk mengontrol klimaterik. Klimaterik terjadi apabila buah matang dan apabila buah tersebut telah matang maka klimaterik tidak akan terjadi. Buah diperkirakan hanya mengalami satu kali klimaterik selama proses pematangan.

4.2.3. Kelayuan

Kelayuan (*senescence*) adalah suatu tahap normal yang selalu terjadi dalam siklus kehidupan tanaman. Dapat terjadi di setiap saat dalam tahap-tahap tertentu pada siklus kehidupan. Gejala-gejala kelayuan pada tanaman ditandai dengan adanya proses *abscisi* pada daun, buah dan bagian bunga. Pematangan buah, menyebabkan pengurangan daya tahan terhadap penyakit. Gejala-gejala tersebut merupakan hasil perubahan-perubahan yang terjadi karena gejala ketuaan. Kematian pada daun biasanya ditandai dengan menguningnya daun (buah) yang diikuti dengan pembentukan bercak-bercak coklat pada bagian-bagian tersebut.

Perubahan dalam Sel

Banyak perubahan yang terjadi di dalam sel akibat proses kelayuan, demikian juga pada setiap tahap klimaterik perubahan yang terjadi dalam sel pun berbeda-beda. Pada tahap praklimaterik sel umumnya masih baik susunannya, pada tahap klimaterik kloroplas pecah menjadi bagian yang lebih kecil, endoplasmik retikula menjadi rusak dan sitoplasma terlihat penuh dengan

kotoran-kotoran hasil pecahan tersebut, tetapi mitokondria masih tetap utuh. Terjadi kerusakan-kerusakan pada mitokondria pada tahap-tahap selanjutnya menyebabkan timbulnya anggapan bahwa penyediaan energi untuk metabolisme diperoleh dari mitokondria.

Perubahan lain yang dapat digunakan sebagai tanda terjadinya kelayuan adalah hilangnya klorofil dari tanaman. Hal ini bisa terlihat dari berubahnya warna hijau daun menjadi kuning. Selain itu turunnya kandungan protein juga dapat menyebabkan terjadinya proses kelayuan. Tetapi perlu diketahui bahwa selama proses pematangan (sebelum proses kelayuan terjadi) kandungan protein menunjukkan jumlah yang menarik. Pada daun turunnya kandungan klorofil dan protein umumnya bersamaan.

Kegiatan pernafasan dan fotosintesis umumnya juga menurun. Hal ini disebabkan karena adanya kerusakan mitokondria yang dapat diketahui dengan menghitung perbandingan antara produksi posfat dengan konsumsi O_2 yang berlangsung pada mitokondria. Disamping perubahan tersebut juga terjadi perubahan permeabilitas dari membran sel. Hal ini disebabkan karena jaringan-jaringan sel terus melemah sehingga sifat permeabilitasnya berubah.

Prinsip terjadinya peristiwa kelayuan salah satunya disebabkan oleh pengaruh enzim/protein dimana bila terdapat sesuatu yang menghambat protein maka akan mempercepat

terjadinya proses kelayuan. Sebaliknya pada *kinetin* karena dapat mempercepat pembentukan RNA dan protein, maka dapat menghambat proses kelayuan, dan *tiourasil* mempercepat terjadinya kelayuan.

4.2.4. Hormon dalam proses kelayuan

Beberapa hormon tanaman yang aktif dalam proses kelayuan adalah *auxin*, *giberelin*, *asam absisat*, *sitokinin*, dan *etilen*. *Auxin* banyak peranannya dalam sintesis *etilen*, dimana makin tinggi jumlah *auxin* maka sintesis *etilen* pun makin tinggi.

Secara langsung *auxin* tidak menyebabkan kelayuan, tetapi menghambat terjadinya proses tersebut, sehingga hilangnya *auxin* dapat menyebabkan terjadinya kelayuan. Hal ini dapat dibuktikan dalam peristiwa rontoknya buah dari pohon merupakan salah satu gejala proses kelayuan. Dengan menyemprotkan *auxin* sintesis, terjadinya perontokan buah dapat dihambat.

Hormon *giberellin* bekerja secara spesifik pada tanaman, yaitu dapat menghambat terjadinya pematangan, yang berarti dapat menghambat terjadinya kelayuan. Tetapi tidak semua tanaman dapat memberikan respon yang baik terhadap hormon ini, misalnya pisang dan tomat dapat dipengaruhi oleh *giberellin* sedangkan apel tidak.

Asam absisik (*abscissic acid*) adalah hormon yang dapat merangsang terjadinya proses absisi yaitu apabila tanaman disemprot dengan asam tersebut. Banyak tanaman yang peka terhadap hormon ini. Semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang disintesis, maka semakin banyak kandungan klorofil yang tertinggal dalam daun kubis. Daun kubis akan tetap segar dan proses menguningnya daun dapat dihambat.

Umumnya terbentuknya bunga pada tanaman dapat mempercepat berlangsungnya kelayuan, misalnya pohon tomat, setelah berbunga pertumbuhannya menjadi lebih lambat dan akhirnya mati. Pada kubis setelah berbunga akan mati tetapi jika bunganya dipotong, pertumbuhan akan terus berlangsung sampai keluar bunga lagi. Hal ini disebabkan oleh adanya mobilisasi makanan untuk pertumbuhan biji. Pada kondisi ini, sebagian besar asam amino digunakan dalam pembentukan biji. Mungkin dengan adanya mobilisasi asam amino dapat menyebabkan terjadinya proses kelayuan.

4.3. Sifat Hasil Pertanian

4.3.1. Karakteristik Pangan

Hasil pertanian merupakan produk dari budidaya suatu jenis tanaman. Produk ini siap dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia ataupun hewan. Masing-masing

bahan hasil pertanian memiliki sifat dan karakter yang berlainan satu dengan yang lain. Sifat dari hasil pertanian yang penting meliputi sifat fisik, biologis, dan kimia.

Sifat Fisik

Sifat fisik bahan, berhubungan erat dengan struktur dan penampilan bahan. Bahan hasil pertanian umumnya berupa masa yang keadaannya relatif lunak dan mengandung air dalam jumlah yang cukup tinggi sehingga bersifat labil. Sebagian produk pertanian akan menampilkan penampilan fisik yang tetap baik meskipun bahan telah dikeringkan dan sebagian lagi sifat fisiknya akan berubah. Sifat fisik bahan merupakan ciri khas dari suatu produk pertanian yang secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen. Oleh karena itu sifat fisik bahan harus senantiasa terpelihara agar tidak mengalami banyak perubahan dari sifat aslinya.

Untuk jenis bahan pangan tertentu seperti biji-bijian berkurangnya kandungan air tidak banyak berpengaruh terhadap sifat fisik bahan. Pada produk pertanian seperti buah dan sayur segar, hilangnya sejumlah air dapat merubah sifat fisik bahan sehingga kualitasnya lebih rendah. Oleh karena itu dalam menangani sifat bahan hasil pertanian harus dicari jalan terbaik agar bahan tidak banyak berubah penampilannya, terutama penampilan luarnya, karena hal ini merupakan suatu kriteria konsumen dalam memilih suatu bahan pangan.

Biologis

Bahan hasil pertanian dapat dipandang sebagai masa yang masih memiliki sifat kehidupan. Meskipun telah dipetik atau dipisahkan dengan tanaman induknya, hasil pertanian tetap masih dapat melanjutkan perubahan. Perubahan yang terjadi berupa proses pertumbuhan lanjutan dan proses fisiologis lainnya. Seperti buah dan sayur segar akan mengalami proses pematangan.

Kimia (nilai gizi)

Hasil pertanian secara kimia tersusun atas komponen-komponen penting seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Senyawa-senyawa tersebut dijadikan sebagai suatu sumber energi dan pembangun sel bagi tubuh manusia maupun hewan. Oleh karena itu, sangat diharapkan bahan hasil pertanian tetap dapat mempertahankan isi kandungannya sampai bahan dikonsumsi.

Kandungan nilai gizi bahan hasil pertanian secara langsung dapat dipengaruhi oleh peristiwa yang berlangsung secara biologis, misalnya perkecambahan biji. Untuk berlangsungnya perkecambahan diperlukan energi. Energi pertumbuhan diperoleh dari karbohidrat dan protein serta lemak yang ada dalam biji tersebut. Oleh karena itu pada setiap perkecambahan, kandungan senyawa penting akan berkurang.

4.3.2. Kerusakan Bahan Pangan Selama Penyimpanan

Bahan pangan selepas panen sangat mudah sekali mengalami perubahan dan kerusakan. Derajat kerusakan bahan pangan sangat bervariasi, antara lain terjadi perubahan sifat organoleptik, nilai gizi, keamanan dan estetika. Kerusakan bahan pangan diasosiasikan dengan terjadinya pembusukan, karena bahan pangan tersebut menjadi tidak dapat dikonsumsi. Bahan pangan sejak dipanen sampai diproses akan mengalami kerusakan yang dapat berlangsung dengan cepat atau lambat, tergantung dari pada macam bahan pangan tersebut. Kerusakan tersebut dapat secara kimiawi, fisik maupun secara biologis. Zat-zat organik maupun anorganik pada bahan pangan sangat sensitif sekali, dan terjadi keseimbangan biokimia dari senyawa-senyawa tersebut dapat mempengaruhi struktur dan konsistensi bahan pangan yang disertai pula oleh adanya pengaruh lingkungan. Panas, dingin, sinar dan radiasi, oksigen, kadar air, kekeringan, enzim dari bahan pangan, mikro dan makroorganisme kontaminan dalam industri, dapat merusak bahan pangan.

Suatu bahan dikatakan rusak jika terjadi penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lain yang biasa digunakan. Beberapa bahan dianggap rusak bila menunjukkan penyimpangan konsistensi serta tekstur dari

keadaan normal. Misalnya suatu bahan pangan dalam keadaan normal berkonsistensi kental tetapi bila berubah menjadi encer maka dikatakan mengalami kerusakan. Umbi kentang, wortel, ubi jalar menjadi lunak dalam keadaan segar sudah dikatakan mengalami kerusakan. Buah-buahan yang memar terjadi penyimpangan konsistensi menjadi sangat lembek dianggap sudah rusak.

Sayuran yang diasinkan untuk membuat sayuran asin terfermentasi, baunya menjadi asam bukan suatu kerusakan karena sayuran asin justru dikehendaki rasanya asam. Tetapi kalau sayuran tersebut berlendir maka dikatakan sudah mengalami kerusakan. Bahan yang digoreng jika telah mengalami kegosongan juga dianggap sudah rusak. Demikian juga bila mengalami *browning* yang tidak diinginkan. Tepung menggumpal dan mengeras sehingga tidak dapat memenuhi fungsinya seperti yang diharapkan juga dianggap sudah rusak.

Penyebab utama kerusakan bahan pangan meliputi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri, kapang dan khamir, insekta, parasit dan binatang pengerat, aktivitas enzim pada bahan pangan, suhu, panas maupun dingin, keadaan basah maupun kering, udara terutama oksigen, sinar, dan waktu. Faktor-faktor ini sangat sulit diisolasi di alam, misalnya bakteri, insekta, sinar dapat secara kontinyu menimbulkan kerusakan baik selama di lapangan maupun setelah di gudang. Faktor panas, kadar air, dan udara selain dapat

menyebabkan kerusakan dapat juga menunjang aktivitas mikroba. Berbagai bentuk kerusakan terjadi pada bahan pangan tergantung dari bahan pangan tersebut dan keadaan lingkungan. Untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan dapat dilakukan dengan jalan pengawetan/penanganan hasil selepas panen dengan teknik-teknik penanganan yang membuat seminimal mungkin terjadinya kerusakan, seperti pengawetan dengan pengalengan, penggaraman, penggulaan, pengeringan dan beberapa proses lainnya untuk menjaga hasil panen dari kerusakan yang tidak dikehendaki karena akan menurunkan kualitas dan kuantitasnya.

Kerusakan fisiologis

Komoditas yang tidak cocok dapat menyebabkan kerusakan fisiologis muncul. Komoditas diperlakukan atau ditempatkan dibawah temperatur beku komoditas tersebut akan mengalami *freezing injury*. *Chilling injury* terjadi terutama pada komoditas yang berasal dari daerah tropik dan subtropik, ditempatkan temperatur diatas titik bekunya dan dibawah 5-15°C (41-59°F) tergantung komoditas. Gejala luka fisiologis menyebabkan hilangnya warna di permukaan ataupun di bagian dalam, lubang-lubang, pembentukan bagian-bagian yang berair, gagalnya pemasakan, gagalnya perkembangan rasa dan dipercepatnya serangan jamur dan pembusukan. *Heat injury* merupakan kerusakan fisiologis yang disebabkan oleh komoditas yang dibiarkan terkena sinar

matahari langsung atau pada temperatur yang sangat tinggi akan memperlihatkan gejala, pucat, terbakar pada permukaan, gagalnya pemasakan, pelunakan berlebihan dan pengeringan.

Jenis-jenis tertentu dari kerusakan fisiologis diawali dari ketidakseimbangan nutrisi saat panen. Contohnya berkembangnya busuk ujung buah tomat dan rasa kecut pada apel disebabkan oleh kekurangan kalsium. Meningkatnya kandungan kalsium pada buah-buahan tertentu melalui perlakuan prapanen dan pasca panen dapat mengurangi kepekaannya terhadap kerusakan fisiologis.

Sangat rendahnya oksigen (kurang dari 1%) atau tingginya karbondioksida (lebih dari 20%) di atmosfer dapat menyebabkan kerusakan fisiologis pada kebanyakan komoditi hortikultura segar. Perlakuan etilen dapat menyebabkan berbagai tipe kerusakan fisiologis pada komoditas tertentu. Interaksi antara konsentrasi oksigen, karbondioksida dan etilen, temperatur dan lamanya penyimpanan berpengaruh terhadap timbulnya dan beratnya kerusakan fisiologis.

Banyak tipe kerusakan fisik (luka permukaan, memar karena tumbukan, memar karena gesekan dsb.) adalah penyebab utama deteorisasi. Luka-luka mekanik tidak hanya terlihat tetapi juga dapat mempercepat kehilangan air, mempermudah terinfeksi jamur, dan merangsang dihasilkannya karbondioksida dan etilen oleh komoditas.

Kerusakan patogenik

Suatu gejala yang sangat umum dan jelas dari deteriorasi adalah akibat aktivitas bakteri dan jamur, serangan oleh kebanyakan organisme biasanya sebagai akibat luka-luka fisik atau kerusakan fisiologis dari komoditi. Dalam beberapa hal, patogen dapat menginfeksi jaringan sehat dan menjadi penyebab utama deteorisasi. Secara umum, buah dan sayuran yang dipanen menunjukkan ketahanan terhadap patogen selama kehidupan pasca panennya. Permulaan pemasakan pada buah dan *senescence* pada kebanyakan komoditi membuat komoditi tersebut semakin peka terhadap infeksi patogen. Tekanan ("stress"), seperti luka bakar karena sinar matahari menyebabkan ketahanan komoditas terhadap patogen menjadi rendah.

Pembahasan tentang penanganan pascapanen seterusnya akan dikelompokkan ke dalam 2 kelompok bahan pangan, yaitu penanganan pascapanen produk hewani dan nabati.

4.4. Penanganan Pascapanen Produk Nabati

4.4.1. Biji-Bijian Kering

Hasil pertanian berupa biji-bijian kering disimpan dengan tujuan untuk keperluan konsumsi manusia atau hewan ternak dan untuk keperluan menyediakan benih

tanaman. Produk biji-bijian untuk keperluan konsumsi, misalnya padi (gabah), beras, jagung, kopi, kakao, kacang-kacangan, pala, lada, dan gandum. Untuk keperluan benih berupa semua biji tersebut diatas ditambah biji yang dihasilkan dari tanaman sayuran dan buah-buahan.

Biji yang kering ternyata dapat berupa kering kebun/kering sawah dan kering karena dijemur (dikeringkan). Dalam keadaan kering kebun, biji umumnya masih mengandung kadar air yang cukup tinggi sehingga keadaannya masih tergolong lembab. Sebelum disimpan, kadar air ini harus diturunkan lagi sampai tingkat rendah. Persentase kandungan air terendah yang dapat dicapai sangat tergantung pada ukuran biji, keadaan kulit luar biji dan umur fisiologis biji.

Biji yang berukuran cukup besar dan kulit luarnya cukup keras. Untuk dapat mencapai kadar air dibawah 10-11% cukup sulit. Misalnya gabah, beras, kopi dan kacang-kacangan. Biji yang berukuran kecil dengan kulit permukaan relatif lunak, umumnya dapat/ mudah mencapai kadar air yang rendah di bawah 10%, misalnya biji dari tanaman sayuran (cabai dan tomat). Biji-biji yang belum cukup umur (belum masak fisiologi) umumnya dapat mencapai kadar air yang cukup rendah tetapi bentuk biji menjadi keriput.

Hubungan antara kadar air biji dengan perubahan yang dapat dialami, secara umum seperti tabel berikut :

Tabel 4.1. Hubungan antara kadar air biji secara umum dengan perubahan biji dan kehidupan organisme perusak.

Kadar Air Bahan	Perubahan Biji
>45%	Terjadi proses perkecambahan biji ditempat penyimpanan. Kondisi ruang yang gelap akan memacu proses perkecambahan biji.
18-20%	Dalam ruang penyimpanan akan timbul uap panas. Biji yang terbawa akan berkembang subur dan merusak biji.
12-18%	Cendawan, bakteri dan serangga air akan merusak biji dalam simpanan.
8-9%	Kehidupan serangga dan patogen gudang dapat dihambat
4-8%	Keadaan aman untuk menyimpan biji.

Kartasapoetra, 1994

Menyimpan biji untuk konsumsi a. Gabah

Tujuan utama menyimpan biji-bijian untuk keperluan konsumsi manusia atau hewan ternak adalah mendapatkan mutu bahan yang keadaannya tetap prima dan terhindar dari berbagai kerusakan meskipun telah disimpan cukup lama. Agar tujuan yang dimaksud dapat terlaksana maka diperlukan persiapan dan penanganan bahan secara baik dan benar.

Untuk itu sebaiknya bahan dikeringkan dan diupayakan agar kadar air bahan rendah. Untuk melakukan uji secara sederhana, yaitu cukup menggigit biji kering. Jika mudah retak atau pecah berarti tingkat kekeringan bahan tercukupi. Penyimpanan juga diperhatikan terutama dalam volume yang besar seperti.

Gabah disimpan kering bila kadar air 13,5-14%, bersih dari segala macam kotoran, dan bagian bulir yang pecah/hancur. Gabah dapat disimpan dalam bentuk onggokan atau dikemas dengan menggunakan karung beras, goni. Dalam jumlah yang besar gabah yang belum dipisahkan dari jeraminya juga dapat disimpan dengan cara menempatkan di para-para diatas perapian.

Bulir padi (gabah) yang disimpan dalam keadaan bersih atau telah dipisahkan dari berbagai macam kotoran biasanya tidak mudah mengalami kerusakan perubahan tingkat kelembabannya sehingga keadaannya tetap terjaga baik. Pada proses pengeringan dan pengemasan, diharapkan bahan tidak bercampur dengan serangga. Sumber serangga dapat berasal dari karung kemasan atau

tercemar dari kemasan yang telah lama disimpan. Oleh karena itu, menyimpan gabah sebaiknya dilakukan secara terpisah antara kemasan yang baru dengan kemasan yang lama.



www.bkpiatim.or.id

b. Jagung

Jagung dapat disimpan dalam bentuk jagung pipilan atau tongkol yang masih tertutup kelobot (kelaras). Jagung yang disimpan dalam bentuk tongkol biasanya jumlah atau volumenya terbatas karena memakan tempat yang cukup luas. Jagung pipilan dapat disimpan dalam kemasan. Kemasan yang dapat dipakai sama dengan kemasan gabah

Kadar air jagung pipilan sebaiknya 12-13%. Dalam bentuk jagung tongkol, kadar air bahan masih cukup tinggi terutama bagian yang berdekatan dengan tongkol. Jagung tongkol kering sawah umumnya belum cukup tingkat kekeringannya sehingga perlu dijemur untuk mengurangi kadar airnya. Jagung tongkol ini dapat disimpan di para-para diatas perapian dapur. Dengan demikian asap dapur juga mampu mengeringkan tongkol dan bulir jagung.



shril.net

c. Beras

Beras giling atau beras tumbuk yang dikemas mempunyai kadar air 13%. Kemasan yang dipergunakan tergantung pada tujuan penyimpanan. Jika penyimpanan untuk persediaan konsumsi, beras dapat disimpan dengan menggunakan wadah (kemasan) berupa kotak kayu, kaleng, gentong. Jika untuk kepentingan perdagangan maka beras harus dikemas dengan menggunakan karung.

Beras merupakan hasil olahan gabah, karena kulit luarnya sudah dikupas maka keadaannya mudah sekali menjadi lembab akibat uap air. Beras yang bulirnya hancur akibat penggilingan sebaiknya dipisahkan dengan yang utuh. Hancuran beras ini cepat sekali menjadi lembab sehingga dapat menjadi sumber kehidupan serangga terutama ngengat. Hal ini perlu diperkirakan jika menginginkan menyimpan beras untuk jangka waktu yang cukup lama. Selain itu akibat transportasi, beras yang hancur umumnya akan mengendap didasar kemasan sehingga dapat mengundang kehadiran serangga perusak.



lampung.litbang.deptan.go.id/www.michaelbach.de

d. Kopi

Biji kopi yang akan disimpan sebaiknya berupa biji yang dipanen tua dan cukup kering. Tanda biji kopi yang kering adalah permukaan biji keras, halus, dan mengkilap, serta bebas dari sisa daging buah. Cara pengeringan buah kopi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan atau pengolahan cara basah dan pengolahan cara kering.

Pengolahan cara basah dilakukan dengan cara melumatkan bagian daging buah dengan fermentasi. Biji yang dihasilkan kemudian dikeringkan. Pengolahan cara kering yaitu daging buah sedikit dilumatkan (dihancurkan) kemudian dijemur, setelah kering biji dipisahkan dengan bagian daging buah keringnya.

Pengolahan cara kering dilakukan 10-14 hari dapat menghasilkan biji yang siap panen. Biji yang telah kering dikemas dengan menggunakan karung beras atau goni untuk disimpan. Biji yang disimpan sebaiknya telah dibersihkan dari sisa daging buah karena bagian daging buah akan mudah lembab sehingga dapat mengundang cendawan gudang.



www.sabah.edu.my/practicalaction.org

e. Kakao

Biji kakao yang aman untuk disimpan adalah biji yang mempunyai kadar air 6-7% dan keadaannya bersih. Agar biji dalam penyimpanan kondisinya tetap baik, sebaiknya disimpan dengan menggunakan kemasan dan di tempat yang bersuhu 30°C serta kelembaban relatif 74%. Sedangkan suhu minimal yang diijinkan sekitar 25°C pada kelembaban yang sama.

Biji kakao kering mudah sekali menyerap uap air. Oleh sebab itu kemasan karung yang dipergunakan untuk penyimpanan biji dipilih yang anyamannya lebih rapat dan mempunyai permukaan halus atau licin. Dalam jumlah yang tidak banyak biji dapat dikemas dengan kaleng, seperti menyimpan biji kopi kering.

f. Teh

Daun teh dipetik dari tanaman *Camellia sinensis* L. Kuntze, memiliki kandungan tanin dan aktivitas enzim yang tinggi. Komposisi kimia daun teh sangat berpengaruh kepada mutu bubuk teh yang dihasilkan yang dipengaruhi oleh reaksi-reaksi kimia selama proses pengolahan.

Ada beberapa jenis teh berdasarkan proses pengolahannya yaitu teh hijau, teh hitam dan teh oolong. Teh hijau dibuat dengan cara menginaktivasi enzim oksidase atau fenolase yang ada di pucuk daun teh segar, dengan cara pemanasan atau penguapan menggunakan uap panas sehingga oksidasi enzimatik terhadap katekin dapat dicegah. Teh hitam diperoleh dari fermentasi daun teh hijau, dan teh oolong merupakan teh semifermentasi.

Daun teh mengandung 30-40 % polifenol, sebagian besar dikenal sebagai *catechin*. Catechin adalah antioksidan yang kuat, lebih kuat daripada vitamin E, C, dan betakaroten. Beberapa jenis *catechin* pada teh, yaitu *epigallocatechin-gallate* (EGCG), *epigallocatechin* (EGC), *epicatechin-gallate* (ECG), *gallocatechin*, dan *epicatechin* (EC). Komposisi daun teh sangatlah kompleks, lebih dari 400 komponen kimiawi telah diidentifikasi terkandung dalam daun teh terdiri dari bahan-bahan anorganik, ikatan-ikatan nitrogen, karbohidrat dan turunannya, polifenol, pigmen, enzim dan vitamin. Keberadaan senyawa ini dipengaruhi oleh faktor tanah, iklim, dan usia daun teh ketika dipetik.

Tabel 4.6. Komposisi kimia daun teh dan teh hitam

Komponen	Daun segar (%)	Teh hitam (%)
Selulosa dan serat kasar	34	34
Protein	17	16
Klorofil	1.5	1
Pati	8.5	0.25
Tanin	25	18
Mineral	4	4

(Adiwilaga dan Insyaf 2005)



blog.halcyontea.com/?p=62

Selain komponen tersebut di atas, teh juga mengandung kafein. Jika dikonsumsi secara berlebihan, dapat menyebabkan beberapa gangguan seperti insomnia, berdebar hati dan ketidakaturan detak jantung. Namun kandungan kafein dalam teh masih tetap lebih

rendah jika dibandingkan dengan kopi atau minuman ringan bersoda. Selain kafein, antioksidan flavonoid yang terdapat dalam teh menghambat penyerapan zat besi dari unsur-unsur tumbuhan seperti sayur dan buah. Namun, zat besi dari daging tidak terpengaruh penyerapannya.

Teh mengandung senyawa *thearubigens* yang menyebabkan warna coklat gelap pada teh hitam. Karena proses fermentasi, teh hitam hanya mengandung 3-10 persen *catechin*, sedangkan teh hijau kandungan *catechin*nya masih sangat tinggi (30-42 persen). Dalam proses pembuatan teh hitam, *catechin* dioksidasi (difermentasi) menjadi *theaflavins*, *thearubigens*, dan oligomer lainnya. Theaflavins bertanggung jawab terhadap munculnya flavor (rasa) yang khas pada produk teh hitam.

Banyak manfaat teh (teh hijau) bagi kesehatan seperti membantu membakar lemak, melindungi hati dari hepatitis, mencegah diabetes, keracunan makanan, menurunkan tekanan darah dll. Kandungan senyawa polifenol pada teh berperan sebagai pencegah kanker. Daun teh hijau yang telah dikeringkan mempunyai 40% kandungan polifenol. Polifenol merupakan hasil metabolisme sekunder dari tanaman, memiliki efek antioksidan yang sangat kuat, mampu menetralkan radikal bebas sebagai penyebab kanker.



en.wikipedia.org

g. Cengkeh

Tanaman cengkeh penghasil minyak atsiri berupa minyak cengkeh, memiliki beberapa nama latin yaitu *Eugenia Aromatica*, *Eugenia Crropyta* TUMB, *Jambosa caryophyllus* Spengel.

Komponen utama minyak cengkeh adalah *eugenol* (80%) dan sisanya *kariofilin* serta *seskuiterpen*, tergantung jenis, umur dan tempat tumbuh tanaman cengkeh yaitu rata-rata 5-6%, Minyak cengkeh bisa diekstraksi dari bunga, buah, batang dan daun, dengan cara destilasi uap atau ekstraksi.

Beberapa senyawa turunan eugenol seperti: *isoeugenol*, *vanillin*, *etil vanillin*. Eugenol termasuk senyawa alam yang menarik karena mengandung beberapa gugus fungsional yaitu *alil*, *fenol* dan *eter*. Berdasarkan strukturnya eugenol terdiri dari gugus alil yang dapat dirubah secara kimia menjadi bermacam-

macam gugus fungsional seperti reaksi adisi, reaksi hidrasi, isomerisasi dan oksidasi. Sehingga eugenol dapat diubah menjadi bahan dasar pembuatan senyawa yang lebih berdaya guna.

Eugenol merupakan cairan tidak berwarna atau kuning pucat bila kena cahaya matahari akan berubah menjadi coklat kehitaman dengan aroma yang khas. Minyak cengkeh dapat larut dalam etanol 70 atau 90% serta eter, memiliki berat jenis (25°C) 1.014-1.054 dan indeks bias (20°C) sebesar 1.528-1.537)

Berdasarkan SNI 1976 cengkeh dikelompokkan dalam 3 jenis mutu yaitu mutu I, II, dan III dengan kriteria berwarna coklat, bau tidak apek, benda asing maksimal 0.5% b/b, persentase gagang cengkeh 1, 3, 5% b/b. Cengkeh inferior 2, 2, 5% b/b, cengkeh rusak negatif, kadar air 14, 14, 24% b/b, dan kadar minyak atsiri 20, 18, dan 16%.



www.germes-online.com

h. Kacang-Kacangan

Biji kacang-kacangan seperti kacang hijau, kacang merah, kacang tanah, dan kedelai merupakan jenis biji yang mempunyai

kandungan minyak yang cukup tinggi. Cara menyimpan jenis biji-bijian ini disarankan agar menjemur bahan sehingga dicapai tingkat kekeringan yang maksimal. Kadar air biji-bijian yang aman untuk penyimpanan sekitar 15%. Tingkat kekeringan biji kacang-kacangan ditentukan dengan cara melihat kekeringan permukaan kulit biji. Permukaan kulit biji yang kering akan mengkilap. Biji kacang hijau dan kedelai yang kering umumnya kulitnya cukup keras dan tebal.

Tempat penyimpanan untuk kacang-kacangan hampir sama dengan tempat penyimpanan beras dan memperhatikan keadaan bahan dalam penyimpanan seperti temperatur dan kelembaban, sirkulasi udara, serta penyusunan kemasan.

Menyimpan biji untuk Benih

Hasil pertanian berupa biji-bijian yang akan dijadikan benih tanaman meliputi semua jenis biji untuk keperluan konsumsi ditambah biji tanaman sayur seperti cabe, terung, tomat, mentimun, kol, wortel, seledri, bayam, bawang putih selada dan biji dari tanaman buah-buahan. Biji tanaman buah-buahan umumnya diperlukan untuk membuat perbanyak tanaman secara vegetatif sebagai batang bawah.

Biji-bijian yang akan dijadikan benih tanaman memiliki karakter yang sama dengan biji-bijian untuk keperluan konsumsi. Kadar air bahan pangan cukup tinggi menyebabkan biji akan berkecambah atau dapat

mengalami kerusakan. Dua kejadian ini perlu diperhatikan karena berkaitan dengan kualitas biji dan ketahanan simpan biji. Faktor yang dapat mendorong timbulnya kerusakan benih dalam penyimpanan selain kadar air bahan, juga karena biji belum masak fisiologis dan adanya pengaruh serangan serangga. Agar mutu benih dapat terpelihara sampai jangka waktu yang lama, perlu diupayakan cara penyimpanan dan perlakuan benih sebelum benih disimpan.

Biji-bijian yang dipergunakan sebagai benih umumnya jumlahnya terbatas sehingga cara penanganannya lebih mudah dibandingkan dengan biji untuk keperluan konsumsi. Prinsip penyimpanannya sama dengan biji-bijian untuk dikonsumsi yaitu biji disimpan dalam keadaan sama dengan biji-bijian kering. Biji kering yang sudah dipisahkan dari daging buah atau kotoran lain, kemudian dikemas untuk disimpan. Cara lain untuk menyimpan biji sebagai benih adalah dengan mencampurkan biji dengan pasir kering dengan perbandingan 3:1 atau 1: 5. Selain itu kita dapat mengemas dengan botol yang bagian dasarnya dan atasnya ditutup dengan abu, pasir halus, sekam sehingga bahan berada di antaranya. Dengan cara seperti ini serangga, hama diharapkan tidak dapat masuk ke dalam botol dan kadar air bahan tetap dapat dipertahankan.

Tempat penyimpanan sangat besar pengaruhnya terhadap keutuhan bahan simpanan. Seperti biji-bijian

untuk konsumsi, perubahan lingkungan, tempat penyimpanan dapat berpengaruh pada kandungan air biji untuk benih yang selanjutnya akan mendatangkan permasalahan. Agar kondisi biji tidak banyak terpengaruh oleh perubahan temperatur atau kelembaban lingkungan benih sebaiknya dikemas dengan kemasan kedap udara seperti aluminium foil atau kantong plastik dan selanjutnya disimpan dalam kaleng atau kemasan kaca tertutup kemudian disimpan ditempat yang kering dan sejuk.

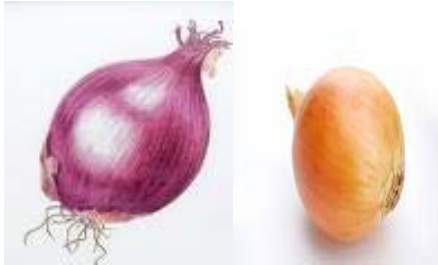
Penyimpanan dengan kantong plastik tidak aman karena ada beberapa serangga gudang yang mampu merusak kemasan plastik. Jika hanya tersedia kantong plastik saja, maka benih harus dimasukkan ke dalam plastik, dicampur dengan abu dapur atau pasir steril.

4.4.2. Umbi

Umbi merupakan akar atau pangkal batang yang membesar. Umbi tersebut ada dua yaitu berdasarkan ada tidaknya mata tunas. Umbi yang tidak dapat digunakan untuk berkembang biak, contohnya ketela pohon, wortel dan umbi, sedangkan yang bertunas dapat digunakan untuk berkembangbiak, contohnya bawang merah, bawang putih, ubi jalar dan kentang.

Teknik menyimpan umbi hampir sama dengan menyimpan produk sayuran dan buah-buahan segar.

Prioritas utama diarahkan untuk memelihara bahan agar tidak rusak karena gangguan serangga, patogen dan lingkungan.



www.ukcps.co.uk/www.netbsd.org

Bawang Merah dan Bawang Putih

Bawang merah dan bawang putih disimpan dalam keadaan telah dikeringkan. Proses pengeringannya berbeda dengan pegeringan biji-bijian. Dasar pengeringan pada umbi bawang adalah membuang atau menguapkan air yang terkandung dibagian kulit umbi atau bagian leher batang (ujung umbi). Kandungan air dalam umbi sendiri sedapat mungkin harus tetap dipertahankan, jangan sampai menguap. Dalam cuaca cerah, proses pengeringan memerlukan 1-2 minggu.

Umbi bawang dapat disimpan dalam bentuk ikatan bersama dengan bagian daun yang telah mengering atau dalam bentuk umbi pipilan tanpa menyertakan daunnya. Dalam bentuk pipilan umbi kering kulit ini dapat disimpan dalam tong berventilasi. Berat ikatan umbi bawang merah sekita 3-4 kg. Bawang ikatan disimpan dalam keadaan menggantung di udara dalam tempat penyimpanan.

Cara lain untuk menyimpan umbi bawang dengan dengan cara menggantungkan bawang ikatan di atas perapian dapur. Secara bertahap asap dapur akan mengeringkan kulit umbi sehingga umbi dapat awet untuk disimpan.



www.wkfarm.8m.com

Kentang

Umbi kentang hasil panen sebaiknya secepat mungkin diamankan dari pengaruh cahaya matahari dan segera diangkut ke tempat penampungan untuk dikeringkan. Pisahkan umbi yang rusak karena penyakit, serangga atau rusak akibat luka fisik. Jika umbi hasil panen dibiarkan terkena cahaya matahari, kulit umbi akan berubah menjadi kehijauan. Jaringan kulit yang berwarna hijau ini mengandung zat *solonium* yang dapat membahayakan konsumen (bersifat racun). Oleh karena itu untuk mengeringkan permukaan kulit ubi cukup dilakukan dengan mengangin-anginkan di udara terbuka yang sejuk selama 4-7 hari.

Penyimpanan umbi kentang diarahkan untuk mencegah kehidupan cendawan atau bakteri pembusuk, menunda terjadinya

pertunasan dan menghindari kerusakan umbi bagian dalam (endosperm).

Tempat penyimpanan umbi yang paling baik adalah di dalam ruangan yang berkelembaban 85-100% dan bersuhu 3,3-15,6 °C, suhu maksimum 18,3°C. Dalam kondisi penyimpanan seperti ini permukaan kulit bahan akan tetap dalam keadaan kering dan proses pertunasan dapat dihambat. Namun petani di pedesaan menyimpan kentang dengan kondisi seperti tersebut akan cukup merepotkan dan memerlukan ruang khusus dan harga yang mahal.

Meski demikian ada cara menyimpan umbi kentang yang lebih praktis dan mudah tetapi hasilnya tidak sebaik seperti cara di atas. Umbi hasil panen secepatnya dibawa ke tempat penampungan yang kering dan teduh, hindarkan kotak dengan sinar matahari. Umbi yang telah dikeringkan diinginkan ini kemudian dikemas menggunakan tong berventilasi. Tong tersebut disusun secara bertumpuk. Antara satu kemasan dengan yang lainnya terdapat lubang atau jarak untuk pertukaran udara segar. Cara lain adalah dengan membiarkan umbi diatas lantai dan usahakan agar udara segar tetap dapat mengalir ke semua permukaan bahan setiap saat.



neocassava.blogspot.com

Ubi jalar

Ubi jalar atau ketela rambat mempunyai kulit yang cukup tipis sehingga mudah sekali rusak karena gesekan atau oleh serangga. Prinsip menyimpan ubi jalar dapat disamakan dengan menyimpan kentang, yaitu kulit luar harus dalam keadaan kering. Pengeringan ubi jalar dapat menggunakan panas matahari. Setelah itu ubi baru disimpan dengan cara diunggokkan atau dikemas.

Menyimpan ubi jalar dalam bentuk unggokkan di lantai, sebaiknya dialasi plastik atau karung. Karena cuaca di Indonesia lembab basah, maka pada malam hari permukaan unggokkan sebaiknya ditutup dengan plastik atau bahan lain untuk menghindari embun malam. Penyimpanan ubi jalar dapat dalam bentuk kemasan. Setelah permukaan kering ubi jalar dikemas dengan karung goni atau karung beras yang anyamannya rapat dan tidak sobek-sobek. Lapisan atas ditutup dengan selapis tanah kering setebal 1-6 cm dan diupayakan agar dapat menutupi seluruh permukaan karung, kemudian lapisan tanah sedikit dipadatkan. Biarkan kemasan karung disimpan dalam keadaan permukaan terbuka dan lapisan tanah dipermukaan cukup menjadi pelindung.



budiboga.blogspot.com

Cara lain menyimpan ubi jalar adalah dengan membiarkannya berada di dalam tanah di kebun dan permukaan bedeng tanah sedikit dipadatkan agar serangga hama tidak dapat menembus. Ubi jalar diambil secara bertahap sesuai keperluan.

Di luar negeri, ubi jalar dapat menjadi komoditas cukup penting karena diperlukan untuk makan ternak. Untuk persediaan (stock) di luar negeri ubi disimpan dalam ruang pendingin.



warintek.bantulkab.go.id

Ubi kayu/Singkong

Menyimpan ubi kayu (ketela pohon) setelah panen umumnya tidak banyak mengalami kesulitan

karena kulitnya cukup tebal. Kulit gabus yang tebal dan kulit luar yang kasar dapat melindungi bagian daging ubi. Jika ingin menyimpan ketela pohon dapat dilakukan dengan cara seperti menyimpan ubi jalar secara tradisional. Karena ketela pohon dapat disimpan dalam betuk utuh dengan batangnya atau ubi dilepaskan dari tandannya dengan luka sayatan dibuat seminimal mungkin (tidak banyak permukaan umbi yang luka).



www.kapanlagi.com/karantina.deptan.go.id/

Wortel dan Kol

Wortel dan kubis memiliki banyak kesamaan dalam hal penyimpanannya karena kandungan airnya yang tinggi dan mudah rusak yang ditandai dengan terbentuknya lendir di permukaan dan berulat. Sayur ini dapat disimpan dengan cara dionggokkan di atas lantai yang dialasi kertas kering atau karung. Diusahakan tumpukan tidak terlalu tinggi agar bagian bawah tumpukan mendapat udara segar dalam jumlah yang cukup.

Ruang penyimpanan diusahakan mampu melindungi bahan dari pengaruh luar yang ekstrim, terutama sinar matahari dan uap air. Ventilasi udara juga diperhatikan, cahaya dan lampu merupakan salah satu faktor penting yang

harus diperhitungkan. Apabila penyimpanan dilakukan di *cool storage*, wortel dan kubis dapat bertahan cukup lama. Hal ini dikarenakan suhu dan kelembaban ruang dapat diatur sesuai dengan yang dikehendaki. Ubi kentang yang disimpan dalam ruang bersuhu 3,3-15,6°C dengan kelembaban 90-99% dapat bertahan selama 7 bulan dengan kehilangan berat 6,97% (umbi yang dipanen tua) dan 9,89% (umbi yang dipanen agak muda). Ubi kayu, ubi jalar, kol dan wortel yang disimpan pada suhu 13-16°C dan kelembaban 85-90% memiliki umur simpan sampai berbulan-bulan 6-12 bulan.

Untuk skala petani, penyimpanan dengan *cool storage* akan sulit untuk dilakukan. Selain alasan ekonomi, hal ini juga tidak memberi keuntungan secara ekonomi karena daya jual produk bukan komoditas unggulan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Ketahanan hasil panen yang disimpan secara tradisional lebih banyak dipengaruhi oleh faktor alam. Ubi jalar, wortel, dan kentang, yang disimpan secara tradisional hanya tahan 1-2 bulan bahkan mungkin juga lebih pendek lagi. Artinya setelah bahan disimpan selama 2 bulan biasanya sudah mulai menampakkan berbagai bentuk kerusakan dan kelainan. Ubi bawang merah dalam keadaan kering kulit jika disimpan dalam ruang yang bersuhu 26-29°C dan kelembaban 70-78%, waktu simpanya mencapai bulan dengan kualitas tetap prima. Jika suhu ruang 30-33°C dan kelembaban 70-80%, bawang merah hanya tahan

disimpan selma 4 bulan. Ubi yang belum kering daya tahan hanya 1-2 minggu saja setelah itu akan busuk.

Ketahanan bahan dalam simpanan ditentukan oleh banyak faktor, seperti suhu dan kelembaban ruang (teknik penyimpanan), gangguan serangga dan patogen serta lingkungan penyimpanan yang dapat memacu umbi untuk bertunas. Pada penyimpanan yang dilakukan secara tradisional, faktor-faktor tersebut umumnya sulit dikendalikan, terutama suhu dan kelembaban sehingga jangka waktu simpan umbi menjadi pendek. Pengendalian kerusakan umbi berupa timbulnya kerusakan karena pembusukan (busuk lunak, busuk hitam, busuk kering dan berlendir), pertunasan (umbi) dan serangga. Cara yang dapat dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan bahan adalah dengan mengeringkan permukaan kulit secara baik (kulit bahan harus benar-benar kering), menyimpan di tempat yang keadaannya sejuk, kering dan terlindung dari panas. Untuk menghambat pertunasan ubi jalar, dapat disemprot dengan menggunakan senyawa kimia seperti *maleic hydrazide*, atau *thiourea* 0,5-40%.

Pengendalian terhadap pembusukan hanya dapat dilakukan dengan cara membuang umbi yang busuk dan upayakan agar permukaan bahan tetap kering (aerasi lancar). Jika dianggap perlu dapat dibantu dengan kipas angin untuk memperlancar sirkulasi udara di dalam ruang penyimpanan.



www.nouriche.com

4.4.3. Tepung

Produk pertanian yang berupa tepung merupakan hasil olahan biji-bijian atau daging buah kering yang dihaluskan sehingga menjadi tepung atau bubuk. Contohnya tepung beras (beras ketan/beras biasa) tepung maizena, tepung terigu, tepung tapioka, sagu, kopi bubuk, kakao dan bumbu yang dihaluskan (lada, ketumbar, pala, kunyit, jahe, merica). Karena butiran tepung sangat halus, permukaan bidangnya menjadi sangat lebar. Hal ini menyebabkan bahan bersifat higroskopis, yaitu mudah sekali menjadi lembab karena mudah menyerap uap air. Aroma dan cita rasa bahan juga menjadi sangat menyolok.

Penyimpanan tepung/bubuk bertujuan mencegah timbulnya kerusakan bahan bersifat fisik maupun kualitatif (mutu). Berkurangnya kualitas adalah satu-satunya bentuk kerusakan yang harus dihindari. Namun dalam kenyataannya dua bentuk

kerusakan ini saling mempengaruhi sehingga akan membentuk kerusakan yang lebih serius.

Cara menyimpan produk tepung-tepungan adalah dengan mengemasnya. Jenis kemasan yang dipergunakan tergantung jenis bahan dan lamanya tepung akan disimpan. Terigu, tapioka dan tepung beras yang akan disimpan dalam waktu yang cukup lama dan volumenya cukup besar, dapat dikemas dengan menggunakan karung atau kantong lain seperti kantong terigu. Penggunaan kemasan ini cukup efektif untuk melindungi bahan dari gangguan udara yang lembab. Uap air yang ada di ruang penyimpanan akan diserap oleh kemasan sehingga isinya akan terlindungi. Bahan yang berupa bubuk seperti kopi bubuk, kakao, teh halus dan bumbu halus sebaiknya dikemas dengan kemasan yang dapat ditutup rapat atau kedap udara, contohnya kaleng, botol kaca, plastik kedap udara, atau aluminium foil. Kemasan seperti itu diperlukan untuk mencegah aliran udara dari luar ke dalam kemasan. Sebaiknya kemasan diberi selapis kertas sebagai media untuk menangkal kemungkinan adanya embun yang menempel di permukaan kemasan, agar embun ini tidak dapat mempengaruhi isi kemasan.

Ketahanan bahan yang disimpan secara tradisional berbeda untuk setiap jenis komoditasnya. Terigu dan tapioka mutunya sudah mulai menurun setelah disimpan 3 bulan.

Tepung beras dan maizena hanya bertahan kurang dari 1 bulan. Kopi bubuk dan kakao bubuk dalam keadaan yang kedap udara dapat disimpan dalam waktu lebih dari 1 tahun, terlebih lagi jika dicampur dengan bahan pengawet. Bumbu-bumbuan halus kering ketahanannya juga sangat terbatas, jika tanpa bahan pengawet. Dengan demikian penyimpanan modern, kemungkinan umur simpan tepung dapat lebih lama.

Agar bahan dapat lebih tahan dalam tempat penyimpanan, pastikan bahwa bahan telah kering sempurna dan terbebas dari kehidupan serangga. Terigu atau bubuk dikemas setelah keadaan bahan sudah dingin. Jika dalam keadaan masih hangat sudah dikemas, bahan akan mengeluarkan uap air dalam kemasan. Akibatnya bahan menjadi lembab dan akan tumbuh cendawan penyebab bau pengap. Untuk menghindari hal tersebut bahan disimpan dalam keadaan cukup kering dengan kemasan yang tepat.



www.indomedia.com/ www.sedap-sekejap.com

4.4.4. Rimpang

Rimpang merupakan batang yang tumbuh di dalam tanah dan membesar. Produk pertanian

berupa rimpang antara lain jahe, lengkuas, kunyit, temulawak, temuireng, kencur, ganyong, dan iles-iles. Bahan-bahan ini akan tumbuh subur jika kondisi lingkungannya cukup lembab dan tersedia cukup air. Beberapa jenis rimpang, seperti jahe dan sebangsanya akan bertunas jika masa istirahat (dorman) sudah terlampaui. Sifat seperti ini dapat dimanfaatkan untuk menyimpan bahan tersebut sehingga jangka waktu penyimpanannya dapat lebih panjang.

Rimpang tanaman yang disimpan mempunyai dua maksud, yaitu untuk membuat bibit atau persediaan pasar. Secara tradisional cara menyimpan rimpang yang akan dipergunakan sebagai bibit, adalah menyimpan pada suhu antara 13-14°C. Bila suhunya di atas 13°C, rimpang akan segera bertunas. Bila suhunya dibawah 13°C, maka tunas akan mati sehingga gagal untuk dijadikan bibit.

Untuk penyimpanan tradisional, rimpang dibersihkan dari segala kotoran yang melekat. Setelah itu rimpang dikeringkan dengan mengangin-anginkan sampai dicapai keadaan kulit yang kering. Rimpang dengan permukaan kulit kering selanjutnya dihamparkan pada rak penyimpanan dengan ketebalan 15-25 cm. Jika volume bahan cukup banyak rak dibuat bersusun dengan masing-masing rak dibuat jarak agar udara segar dapat leluasa masuk ke sela-sela bahan.

Sebelum penyimpanan, rimpang jahe dapat diberi perlakuan terlebih dahulu, yaitu dengan mencelupkan rimpang pada larutan parafin. Caranya, mula-mula rimpang dibersihkan dari tanah dan kotoran lainnya kemudian dikeringkan dengan mengangin-anginkan. Cairan parafin dipanaskan sampai 65-85°C. Rimpang yang telah kering dicelupkan kedalam parafin sampai seluruh permukaan rimpang diselimuti parafin. Keringkan rimpang dan simpan kering dalam kardus.

Rimpang jahe segar untuk saat ini lebih banyak disimpan dengan cara diasinkan atau diawetkan dengan larutan penyangga. Rimpang diawetkan setelah bagian kulit luarnya dikupas bersih. Untuk tujuan keperluan pembuatan obat, beberapa jenis rimpang disimpan dalam keadaan kering yang dicacah. Keadaan tempat penyimpanan untuk rimpang yang cukup ideal adalah ruang bersuhu 25-35°C dengan kelembaban tinggi.

Penyimpanan secara tradisional banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Rimpang jahe dan beberapa rimpang lainnya setelah dipanen dari tanaman yang tua, akan berhenti tumbuh untuk sementara waktu (kira-kira 2-4 minggu). Sifat seperti ini dapat dimanfaatkan untuk mengatur atau menunda pertunasan dengan cara mengatur kelembaban bahan itu sendiri dan kelembaban lingkungan. Jika permukaan rimpang kering maka jangka waktu simpannya lama. Biasanya selama rimpang keadaannya kering

pertunasannya akan terhambat. Lamanya kemampuan menghambat proses pertunasan tergantung bahan itu sendiri.

Rimpang jahe yang belum disimpan telah diberi lapisan parafin tahan 3 bulan. Untuk pengendalian kerusakan dalam bentuk kebusukan dan pertunasan atau oleh cendawan, maka langkah awal yang dilakukan adalah menjaga sirkulasi udara agar tetap kontinyu selama disimpan.

4.4.5. Daging Buah dan Bahan Kering

Produk pertanian berupa daging buah dan bahan kering yang dimaksud adalah hasil proses pengeringan dari bagian buah, bunga dan daun. Seperti kopra, gaplek, tembakau, cengkeh, dan kayu manis yang memiliki nilai esensial yang cukup potensial untuk dikembangkan. Penyimpanan yang benar untuk bahan ini harus diperhatikan, karena dalam kenyataannya petani menyimpan kopra dan gaplek selalu dihadapkan pada bagian persoalan yang dapat mengancam mutu bahan. Ancaman utamanya berupa susut berat dan susut mutu akibat serangan serangga dan patogen gudang.

Kopra

Sebelum disimpan kopra sudah harus dalam keadaan kering dengan kadar air 5-6%. Kelapa segar sebagai bahan baku untuk membuat kopra memiliki kadar air

sebesar 50-55%. Kadar air sejumlah ini harus diturunkan hingga mencapai kadar air yang dikehendaki. Ada tiga cara yang dapat dilakukan untuk mengeringkan daging buah kelapa segar, yaitu penjemuran dengan matahari, pengasapan (dengan arang) dan pemanasan secara tidak langsung (udara panas buatan).

Lama pengeringan dengan penjemuran sangat tergantung pada cuaca. Apabila cahaya matahari cukup terik, kopra keadaannya sudah kering dalam 2-4 hari. Cara pengasapan sangat tergantung pada besar kecilnya sumber api penghasil asap panas. Pengeringan dengan udara panas buatan yang suhu awalnya 70-80°C (10 jam), selanjutnya suhu diturunkan secara bertahap menjadi 60-65°C, dalam waktu sekitar 18-24 jam sudah dapat menghasilkan kopra bermutu baik, kadar air 5-6% dan warnanya putih bersih.

Petani umumnya menyimpan kopra dalam bentuk setengah lingkaran (1 kelapa dibelah dua). Ada cara lain yang lebih praktis dan aman yaitu menyimpan kopra dalam bentuk cacahan (1 buah kelapa dibagi 8) dengan cara demikian kopra menjadi lebih mudah dikemas dan dapat membantu mempercepat proses pengeringan karena dalam proses pengolahan nantinya kopra juga akan dihancurkan.

Gaplek

Gaplek adalah produk dari ketela pohon yang dikeringkan dan dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama. Penyimpanan dalam bentuk gaplek ini umumnya dengan kadar air 9-10%. Untuk mencapai kadar air yang rendah ini cukup sulit karena itu proses pengeringan harus dilakukan secara bertahap. Pada tahap awal penyimpanan kadar air bahan 14-15% sudah cukup untuk penyimpanan sementara, selanjutnya dikeringkan lagi sampai kadar air yang sudah dicapai.

Untuk mencapai proses pengeringan, bahan dapat dijemur setelah diiris tipis. Cara seperti ini dapat mengeringkan bahan terutama bagian tengah (sampai kepusat bahan). Kerusakan yang biasa terjadi pada gaplek dalam penyimpanan umumnya disebabkan oleh serangga yang dapat menurunkan berat. Susut berat bahan dalam penyimpanan dapat terjadi karena bahan dasar gaplek belum cukup tua (kandungan patinya maksimal). Kerusakan ini dapat menjadi sumber kerusakan gaplek yang lainya. Oleh karena itu cara yang baik untuk menyimpan gaplek adalah dengan memisahkan gaplek yang terbuat dari bahan yang belum tua dengan yang dipanen tua.

4.4.6. Sayuran dan Buah-Buahan



Ada empat macam faktor penting yang mungkin dialami sayuran dan buah segar dalam penyimpanan, 1). kondisi bahan tetap baik jika disimpan dalam tempat atau ruang dingin. 2). Jika disimpan dalam ruang yang terlalu dingin, maka bahan akan rusak (beku). 3). Jika bahan disimpan dalam ruang yang hangat atau panas bahan akan menjadi layu atau keriput. 4). Bahan mengalami kerusakan berupa kerusakan fisiologis dan pembusukan. Semua faktor tersebut memberi gambaran bahwa menyimpan produk hortikultura ini tidak dapat disamakan dengan cara menyimpan bahan lainnya.

Sayuran dan buah-buahan segar memiliki kandungan air yang cukup tinggi, yaitu sekitar 60-98%. Dalam lingkungan atmosfer yang kering,

air bahan akan mudah diuapkan secara kontinyu. Khusus sayuran, dua jam setelah dipetik kandungan airnya sudah berkurang sekitar 10%. Bila kandungan air terus berkurang kemungkinan sayuran akan layu dan berkerut. Apabila sayuran segar untuk keperluan konsumsi lokal, kehilangan kandungan air sebesar 10% tidak banyak mempengaruhi terhadap penampilan fisik bahan. Namun, jika untuk keperluan ekspor, kehilangan kandungan air awal sebesar 10% sudah menjadi ancaman yang cukup serius. Air yang telah menguap tersebut tidak mungkin digantikan atau dikembalikan. Oleh karena itu, penanganan pascapanen sayuran dan buah segar sangat berpengaruh terhadap keberhasilan penyimpanan.



Langkah-langkah yang perlu diperhatikan sebelum menyimpan produk pertanian segar meliputi cara dan waktu panen serta penanganan pascapanennya. Apabila produk akan disimpan, panen harus dilakukan secara hati-hati sehingga tidak menimbulkan kerusakan fisik. Panen sebaiknya dilakukan saat cahaya matahari tidak terik dengan tujuan untuk menghindari penguapan air dari bahan. Misalnya sayuran daun, sebaiknya dipanen pagi hari sebelum matahari terbit, kemudian secepatnya diamankan ditempat terlindung. Sayuran yang dipetik buahnya (terung, cabai, mentimun) dipanen pada waktu pagi atau sore hari karena saat itu kesegarannya sedang pada puncaknya. Selanjutnya hasil panen tersebut ditempatkan pada lokasi terlindung dari sinar matahari.



murnii.multiply.com

Sayuran

Sayuran segar, berdasarkan bentuknya dapat dikelompokkan kedalam 4 macam, yaitu sayuran daun (kol, caisin, seledri, daun bawang, kucai, lettuce, kangkung, bayam), sayuran buah (terung,

tomat, cabe, mentimun, gambas), sayuran ubi (kentang, wortel, lobak,) dan sayuran bunga (bunga kol). Semua jenis sayuran tersebut umumnya berupa bahan yang kandungan airnya cukup tinggi dan cepat mengalami kelayuan serta kebusukan.

Sayuran segar kebanyakan dipanen dan langsung dipasarkan tanpa dilakukan penyimpanan. Oleh karena itu perlakuan pasca panen kadang tidak diperlukan secara lebih teliti. Jika akan disimpan, diperlukan sortasi hasil dan penanganan yang lebih baik. Penanganan ini penting terutama jika menyangkut volume hasil yang lebih banyak dengan tingkatan kualitas yang berbeda.

Sayuran daun lebih mudah mengalami kerusakan dibandingkan sayuran lainnya. Komoditas sayuran ini kadang terpaksa harus disimpan dengan cara ditumpuk dilos pasar atau di rumah. Bila keadaan lingkungan relatif kering, penumpukan bahan yang demikian tidak banyak mendatangkan kerugian. Akan tetapi jika keadaan lingkungan lembab (musim hujan), kerusakan bahan tidak dapat dielakkan. Sayuran akan berlendir dan membusuk dengan cepat. Untuk mencegah kejadian seperti ini maka perlu diupayakan cara penyimpanan yang baik.

Secara umum, menyimpan produk-produk sayuran yang paling sederhana adalah dengan menempatkan bahan di tempat

yang bersih, kering, dan kelembaban lingkungan yang sama dengan kelembaban bahan. Cara ini ditempuh untuk menghindari kehilangan kandungan air bahan secara berlebihan. Untuk menghindari proses pembusukan pada sayuran dan buah, bahan disimpan dalam keadaan permukaan kulitnya kering. Kering disini artinya permukaan kulit bebas dari air permukaan yang menempel. Cara mengeringkan cukup diangin-anginkan.

Menjaga kesegaran dan menghindari pembusukan bahan merupakan dua sasaran utama dalam usaha penyimpanan bahan segar. Bahan yang keadaannya lembab dan kotor akan mendorong timbulnya pembusukan yang lebih cepat. Proses pembusukan bahan diawali dengan semakin meningkatnya suhu bahan dalam tempat penyimpanan. Meningkatnya suhu dan timbulnya bau pengap merupakan tanda terjadinya awal proses pembusukan, yang mudah dikenali. Dalam keadaan basah dan hangat, cendawan dan bakteri pembusuk akan cepat berkembang dan aktif merusak sehingga bahan akan menjadi cepat rusak.

Cara yang paling mudah untuk menghindari timbulnya uap pada masa bahan dalam penyimpanan yaitu dengan menyimpan bahan secara hamparan atau ongkakan. Tinggi (ketebalan) tumpukan perlu dipertimbangkan, maksudnya agar udara segar dapat mengenai permukaan bahan sehingga mengusir panas yang ada. Cara ini

dapat diterapkan pada semua jenis sayuran dalam penyimpanan. Menyimpan bahan segar dalam kantong atau karung yang kedap udara dapat memperburuk keadaan. Bahan akan mudah berair karena respirasi, suhu lingkungan akan naik dan mendorong kerusakan bahan.

Jika akan menyimpan sayuran dengan kemasan, gunakan kemasan yang memungkinkan terjadinya kontak antara bahan dengan udara lingkungannya. Kemasan tersebut misalnya keranjang plastik, atau keranjang bambu. Jika tidak mempergunakan kemasan, sayuran dapat disimpan dengan cara menghamparkan di rak-rak penyimpanan. Penyimpanan sayur dalam bentuk curah atau dihamparkan relatif lebih aman dibandingkan dikemas.

Sayuran segar dapat disimpan dalam kotak sterofoam dan diberi es batu sebagai pendingin untuk menjaga kesegarannya. Kemasan ini umum dipergunakan untuk menyimpan rebung (asparagus, bambu), paprika, lettuce dan sayuran lain yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Penggunaan rak-rak sebagai media penyimpanan sangat baik diterapkan untuk sayuran berupa buah dan umbi. Untuk sayuran daun lebih baik menggunakan kemasan keranjang bambu atau disusun pada lantai dekat sumber air. Pengaturan sirkulasi udara mutlak harus terpenuhi. Jika dianggap perlu dapat dibuat sirkulasi udara buatan dengan menggunakan kipas angin untuk membantu menyebarkan udara segar ke seluruh bagian

permukaan bahan. Hal ini dimaksudkan agar timbulnya udara panas yang berlebihan dapat segera ditanggulangi.

Sayuran buah yang bersifat klimaterik seperti cabai dan tomat disimpan dalam keadaan buah belum masak penuh. Cabai dipetik setelah tua dan mempunyai warna hitam kemerahan. Tomat dipetik setelah berwarna kemerahan. Hasil panen secepatnya diamankan dan dikeringanginkan agar permukaan kulitnya bebas dari air yang menempel. Selama dalam tempat penyimpanan, sayuran buah ini akan mengalami proses pemasakan menuju masak penuh.

Penyimpanan bahan hasil panen ini dapat dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu: (1). Tempat penyimpanan tradisional berupa lantai dan ruang dekat sumber air atau tempat lain yang keadaannya terlindungi. (2) Tempat menyimpan model yang diperbaharui berupa bangunan khusus yang dilengkapi dengan rak-rak penyimpanan. (3) Tempat penyimpanan modern berupa ruang dingin atau ruang bertekanan rendah.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menyiapkan tempat penyimpanan sayuran segar adalah temperatur ruangan ($25-29^{\circ}\text{C}$). Ada beberapa komoditas yang memerlukan suhu tertentu dalam penyimpanan optimal yaitu rebung asparagus ($2-4^{\circ}\text{C}$), kol/kubis ($0-1^{\circ}\text{C}$), mentimun (7°C), tomat (13°C), cabai (13°C) dan paprika ($2-4^{\circ}\text{C}$). Dalam kondisi seperti ini bahan dapat lebih awet

dan umur simpannya lebih panjang. Kelembaban udara yang disukai adalah 85-100% dan sayuran lebih menyukai kelembaban yang baik rendah dari 80%. Sirkulasi udara harus dilengkapi ventilasi untuk masuk dan keluarnya udara segar dalam ruang penyimpanan, serta kebersihan/sanitasi tempat menyimpan bebas dari hama/binatang pengerat dan serangga perusak.

Prosedur penanganan pascapanen sayuran

a. Pemanenan

Semua sayuran daun dipanen secara manual, tetapi pemanenan dengan alat-alat digunakan pada beberapa sayuran, seperti seledri dan partsley. Sistem mekanik telah dikembangkan untuk selada, seledri kubis dan kol kembang tetapi tidak digunakan secara komersil. Sebagai ukuran pemanenan adalah kematangan, dan kekompakkan jaringan sayuran.

Sayuran batang kebanyakan dipanen secara manual dengan cara memotong batang sepanjang 23 cm setelah muncul di permukaan tanah. Sayuran bunga juga dipanen secara manual. Demikian juga pada broccoli.

b. Kegiatan di ruang *packing*

Semua jenis sayuran tidak di *packing* di lapangan, tetapi diletakkan dalam kontainer, dibawa ke ruang *packing* dipilih, diukur, di *packing* ke dalam kotak karton,

didinginkan, dan ditempatkan pada ruang dingin untuk menunggu diangkat atau langsung diangkat dengan truk yang memiliki ruang dingin dan kemudian dibawa ke pasar. Dibandingkan dengan pengepakan di lapangan, pengepakan di ruang *packing* lebih sangat tidak efisien energi, menyebabkan banyak kerusakan yang timbul dan mengurangi hasil yang dapat dipasarkan. Oleh karena beberapa hal tersebut membuat metode pengepakan dalam ruang *packing* menjadi lebih mahal.

Kegiatan di ruang *packing* digunakan untuk mempersiapkan pemasaran dan kegiatan tersebut meliputi :

- Pemetongan, untuk lebih rapi/kompak dan pembersihan dengan air yang mengandung chlorin (konsentrasi 200 ppm)
- Pemilihan, untuk mengurangi produk-produk yang tidak sempurna
- Pengukuran, dalam banyak kasus pengukuran adalah subjektif dan dilakukan secara manual
- Pengepakan secara individu (kol kembang) atau dalam beberapa kasus dilakukan *prepacking* khusus (broccoli dan

kol kembang), diberi lapisan lilin atau kontainer kayu untuk mempertahankan perlakuan *hidrocooling*, pengepakan dalam packing es ataupun pemberian es pada bagian atas selama transportasi.

c. Pendinginan

Metode pendinginan sangat bervariasi pada setiap komoditi, metode pendinginan yang sering digunakan meliputi :

- *vacuum cooling* untuk selada, bayam, kol kembang, kubis Cina, kubis dan sayuran daun lainnya.
- *hydro-vac cooling* (modifikasi *vacuum cooling*) untuk seledri dan sayur daun lainnya.
- *hydrocooling*, untuk selada, seledri, bayam, bawang
- *packing-icing*, termasuk *liquid-icing*, untuk brokoli, bayam, bawang.
- *room cooling*, utamanya untuk kubis serta beberapa sayuran lainnya.
- *forced-air cooling* utamanya untuk kol kembang dan beberapa penggunaan terbatas sayuran daun dan batang lainnya.

Tabel 4.2. Kondisi penyimpanan yang optimum untuk sayuran umbi daerah tropis

Komoditi	Suhu (°C)		RH (%)	Umur simpan
Singkong	5-8	41-46	80-90	2-4 mg
Ginger	12-14	53.6-57.2	65-75	<6 bln
Ubi jalar	12-14	53.6-4.59	85-90	<6 bln
Lobak/talas	13-15	55.4-59	85-90	<4 bln
Yam/gadung	13-15	55.4-59	Mendekati 100	<6 bln

Sumber : Kartasapoetra, 1994

Buah-Buahan



Buah-buahan dapat dikelompokkan kedalam 2 jenis yaitu buah klimaterik dan nonklimaterik. Buah yang klimaterik merupakan semua jenis buah-buahan yang terus mengalami perubahan fisiologi, terutama dalam proses pemasakan (pematangan), meskipun buah telah dipetik. Proses perubahan fisiologi ditandai dengan perubahan struktur daging buah, warna kulit buah, aroma dan cita rasa, meningkatnya kandungan gula, serta menurunnya kandungan pati. Contoh buah klimaterik yaitu mangga, pepaya, pisang cempedak, kesemek. Buah non klimaterik adalah jenis buah yang tidak mengalami proses fisiologis meski telah dipetik dari pohon. Contoh sayuran buah (mentimun, terung dan gambas) dan pertimbangan penanganan lepas panen buah klimaterik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3. Pertimbangan lepas panen yang berkaitan dengan buah klimaterik

Pemanenan	Pilih maturitas terbaik untuk jenis buah kultivar tertentu Pilih buah yang tidak cacat Hindarkan dari buah yang busuk/ rusak
Transit	Tentukan suhu terendah untuk jenis kultivar agar konsentrasi ethilen minimal yang dipergunakan Jaga kehilangan air seminimal mungkin
Pematangan	Pilih suhu yang mampu memberikan penampilan yang terbaik dengan flavor yang ternikmat
Distribusi	Distribusikan buah pisang yang sudah diberi ethilen dan mulai matang Hindarkan buah yang rusak dan busuk

Sumber :Kartasapoetra, 1994

Hampir semua buah-buahan termasuk ke dalam kelompok buah klimaterik. Secara alami, jika buah yang dipetik berumur tua, dan disimpan dalam kondisi normal, proses pemasakan buah akan berlangsung secara bertahap. Pemasakan buah memerlukan udara dan menghasilkan gas CO₂. Apabila gas CO₂ bereaksi dengan

air (H_2O) maka akan terbentuk etilen (C_2H_4), yang dikenal sebagai hormon pemacu pematangan buah. Oleh karena itu apabila buah sedang mengalami pematangan, kandungan etilen di sekitar masa bahan akan semakin meningkat. Hal ini tidak terjadi pada buah non klimaterik. Konsentrasi gas etilen di udara normal hanya 0,01 ppm, dalam ruang atau tempat penyimpanan buah klimaterik konsentrasi gas etilen sebanyak 0,1-1 ppm sudah dapat memicu proses pematangan buah.

Dalam penyimpanan buah klimaterik, peristiwa yang dikehendaki kebalikan dari proses pematangan. Artinya selama penyimpanan, diharapkan proses pematangan buah klimaterik dapat dihambat kelangsungannya sehingga bahan dapat disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Selain itu penyimpanan juga bertujuan untuk mencegah pembusukan buah.

Cara menyimpan buah

Penanganan pascapanen buah yang akan disimpan memegang peran yang sangat penting. Bila akan disimpan, buah yang telah dipetik harus segera disimpan di tempat yang teduh terlindung dari sinar matahari dan kelembaban yang tinggi. Jika dibiarkan pada suhu $37^{\circ}C$, akan timbul bintik-bintik hitam dan proses pematangan awal terpacu. Jika disimpan dalam suhu udara normal (suhu kamar) buah akan masak tidak normal. Buah hasil panen sebaiknya ditangani dan dilindungi agar lingkungan tidak banyak berpengaruh.

Upaya yang dapat ditempuh untuk menyimpan buah-buahan secara umum yaitu dengan cara mengatur tingkat kemasakan buah, mengeringkan permukaan kulit buah dan menyusun buah dalam tumpukan yang aman. Contohnya, buah pisang disimpan masih dalam betuk tandannya, dan disusun agar udara segar dapat mengenai semua bagian permukaan buah. Syarat utama dalam penyimpanan buah adalah tempat/ ruang harus bersih, sejuk, ventilasi dan sirkulasi udara lancar dan terhindar dari panas matahari secara langsung.

Masa simpan buah yang ditempatkan di suhu ruang dan sedikit tertutup, buah yang dipetik tua 100% akan masak penuh setelah disimpan 8-10 hari. Jika dipetik dalam keadaan belum masak penuh dan sirkulasi udara berlangsung baik secara kontinyu, daya tahan buah lebih lama, tetapi kurang dari 3 minggu. Pada kasus lain buah yang diperlakukan dengan pelapisan menggunakan parafin, lilin, atau bahan kimia lain dapat memberikan umur simpan yang lebih lama.

Memelihara buah di tempat penyimpanan sama dengan menyimpan sayuran segar. Bentuk kerusakan yang dialami oleh buah-buahan berupa keadaan kelewatan masak, pembusukan buah dan kerusakan akibat suhu dingin (pembekuan, reaksi pencoklatan). Dalam ruang pendingin proses kerusakan tersebut sampai batas-batas tertentu dapat dikendalikan, sedangkan dalam penyimpanan sederhana umumnya lebih sulit dikendalikan.

Mencegah kerusakan buah dapat dilakukan dengan cara perlakuan kimiawi, seperti pada pisang dengan menggunakan fungisida. Perlakuan tersebut tujuannya untuk membunuh cendawan yang ada pada pisang. Jika tidak diperlakukan, permukaan buah pisang umumnya akan berbercak hitam atau coklat yang dapat mempercepat pembusukan.

Cara lain untuk mencegah kerusakan adalah dengan mengatur sirkulasi udara segar agar dapat berlangsung lancar. Sirkulasi udara yang lancar menjadikan permukaan kulit bahan tetap kering dan kandungan gas etilen ditekan sampai jumlah yang paling kecil dibawah (0,1-1ppm). Dengan cara menggantikan gas etilen dengan udara segar, maka proses pemasakan buah dapat dihambat.



marketing.sragenkab.go.id

a. Buah Mangga

Buah mangga memiliki arti ekonomis yang cukup penting karena banyak dibutuhkan. Selain karena rasanya yang enak, juga merupakan sumber vitamin C dan A. Buah mangga dapat memberikan cukup keuntungan bagi petani, dapat diolah

menjadi beragam produk untuk meningkatkan umur simpan dan meningkatkan nilai ekonomisnya serta merupakan komoditas ekspor yang dapat mendatangkan devisa.

Panen buah mangga sebaiknya dilakukan pada saat sebagian buahnya yang telah dewasa berada pada tingkat masak optimal, yang dapat diketahui karena buah menunjukkan tanda-tanda sebagai berikut :

- kulit dan buah yang berbentuk wajar, tidak terserang penyakit, telah berwarna hijau pekat, atau kekuning-kuningan atau agak jingga
- pada beberapa buah, kulit tampak mengkilat, berlapis lilin
- bagian buah yang terbawah benar-benar telah memadat. sedang bagian tengahnya bila diketuk-ketuk dengan jari agak nyaring
- pada beberapa buah hampir penuh dengan bintik-bintik coklat, bukan terserang gigitan larva, hama/kutu.
- umur masak buah seperti mangga arum manis dinyatakan masak optimal setelah berumur antara 93-107 hari, mangga golek 75 hari-85 hari.

Perlakuan-perlakuan dalam penanganan sementara buah setelah panen meliputi penyortiran tidak hanya berdasarkan ukuran tetapi juga berdasarkan rusak tidaknya buah dan tingkat kematangannya. Buah yang telah disortir selanjutnya dicuci dan dibersihkan agar tidak ada kotoran, cendawan ataupun telur-telur hama dan penyakit yang menempel.

Perlakuan yang benar-benar harus diperhatikan selanjutnya adalah menyiapkan agar produk tanaman ini tetap dalam keadaan segar. Untuk itu perlu perlakuan pendinginan secara alami dan secara mekanis dengan menempatkan buah pada tempat dan ruangan yang terkendali dengan baik dan teratur pada suhu dan kelembaban yang tepat yaitu 8-10°C dan RH 85-90%.

Suhu optimal untuk pematangan mangga setelah panen berbeda tergantung kultivarnya. Demikian halnya dari daerah produksi satu ke daerah produksi lainnya. Thomas (1975) melaporkan hasil penelitian terhadap jenis mangga *Alfonso* di India, bahwa suhu penyimpanan di bawah 25°C akan merugikan terhadap pengembangan pigmen karotenoid pada mangga selama proses pematangan.



www.freefoto.com

b. Buah Nenas

Nenas banyak tumbuh di berbagai daerah di tanah air terutama daerah yang suhunya antara 25-30°C, di dataran rendah maupun

daerah yang curah hujannya lebih dari 760 mm pertahun, pada berbagai macam tanah yang terairi dengan baik, dengan keasaman (pH) tanah 5,9-6,5. Buah yang masak disukai konsumen karena rasanya manis lezat dengan aroma yang khas, dan merupakan sumber vitamin A dan C.

Penanganan pascapanen buah nenas tujuannya adalah untuk mendapatkan buah nenas yang segar, masak dan dapat dikonsumsi dengan baik. Untuk itu perlakuan dan penanganan harus diperhatikan agar tidak sampai menimbulkan kerusakan pada buah. Termasuk dalam perlakuan-perlakuan itu dimulai saat pemetikan. Pemetikan nenas dalam kondisi terlalu muda ataupun terlalu tua akan menghasilkan nenas yang bermutu rendah. Dalam pemetikan hendaknya jangan sampai buah menjadi rusak, dan demi keperluan ekspor buah sebaiknya dipetik yang benar-benar tengah dalam proses pemasakan. Pemetikan sebaiknya menggunakan pisau tajam dan buah nenas jangan sampai dilempar ke gerobak. Dengan cara demikian aktivitas fisiologis yang merugikan dapat dicegah, sementara penyimpanan hasil panen dalam ruang dingin sampai temperatur 0°C dapat menghambat semua aktivitas fisiologis

Pemanenan buah nenas dalam suatu kebun hendaknya dilakukan apabila rata-rata buah nenas telah menunjukkan tanda tanda sebagai berikut :

- mata demi matanya berjarak agak lebar, berbentuk mendatar sedang tepinya membundar
- bagi jenis buah yang menguning warnanya menjadi kuning sedang jenis lainnya warna hijaunya telah menjadi agak gelap atau bercampur warna hijau tua dengan warna agak kuning kemerah-merahan.
- Mengeluarkan aroma yang khas

Penanganan hasil panen selalu dimulai dengan melakukan sortasi, pengemasan untuk menciptakan warna yang seragam menggunakan CaCO_2 (karbit) sehingga gas etilen dan asetilen berperan aktif dalam proses tersebut, dan memberikan warna yang cukup seragam. Perlakuan selanjutnya meliputi pengepakan ke dalam peti-peti kayu kering yang konstruksinya dibuat jarang-jarang untuk aerasi dan memperhitungkan juga jenis alat angkutnya agar sedikit mungkin terhindar dari kerusakan mekanik oleh benturan atau gesekan selama perjalanan.



semuacinta.blogspot.com

c. Buah Tomat

Buah tomat dimanfaatkan dalam keadaan masih segar, dapat

dimakan langsung tanpa diolah, dijadikan sayur, dijadikan minuman segar dan dijadikan selai, permen dan produk olahan lainnya. Buah tomat banyak mengandung vitamin A dan C. Tanamannya tumbuh baik di daerah-daerah yang beriklim panas dapat menyesuaikan pada keadaan yang berbeda-beda, tetapi pada kelembaban yang eksekif dan temperatur yang sangat tinggi hasil buahnya akan kurang atau menurun.

Tujuan penanganan lepas panen adalah untuk mendapatkan hasil tomat yang segar, tidak cacat dan menarik untuk dipasarkan sebagai hasil tomat yang berkualitas tinggi. Penanganan tomat tahap pertama meliputi kegiatan saat pemetikan hasil, dalam melakukan pemanenan buah tomat hendaknya diperhatikan apakah tujuan pemasaran atau untuk tujuan pengolahan-pengolahan khusus, seperti pengalengan, pembuatan miuman sari buah, selai dsb.

Panen untuk tujuan pemasaran segar tentunya harus dilakukan pada saat buah tomat berada dalam kondisi sedikit di bawah masak, dengan demikian pada waktu buah tomat itu sampai di pasar kedaannya masak dan masih segar. Sedangkan jika panen untuk tujuan pengolahan (industri) keadaan buah tomat harus telah masak dengan warna kulit buah berwarna merah. Panen sebaiknya menggunakan gunting agar buah yang masih muda atau berwarna hijau tidak ikut terambil

atau berjatuhan, tetapi dengan tanganpun bisa asalkan dilakukan dengan hati-hati. Kulit buah tomat terutama yang telah masak sangat tipis sehingga mudah sekali rusak.

Para petani umumnya kurang memperhatikan cara-cara panen tersebut sehingga kadang-kadang buah masih muda pun dipetik sekaligus. Akibatnya kerusakan fisiologis tidak dapat dihindarkan lagi. Untuk itu penting diketahui tahapan-tahapan penanganan buah selepas panen yaitu :

Sortasi, hasil panen yang baik (dengan memperhatikan tujuan pemasaran segar atau pengolahan). Setelah dipanen buah dikumpulkan di ruang penyimpanan sementara untuk dipilih dan dipisah-pisahkan. Kalau untuk tujuan pemasaran segar yang berwarna agak kemerahan, dikelompokkan berdasar kesamaan ukuran. Hasil sortasi ini dicuci dan dibersihkan, selanjutnya ditiriskan untuk mengeringkan air yang masih menempel.

Untuk tujuan pengolahan (industri) yang berwarna merah dan keadaannya telah masak dikumpulkan sampai tahap penirisan dilakukan proses penyemprotan untuk membersihkan dari segala kotoran. Selanjutnya dikemas dalam peti kayu yang kedua sisinya cukup berventilasi dengan terlebih dahulu dialasi daun pisang segar yang bersih. Penyusunan/penempatan demikian mengingat buah tomat masih dalam keadaan sedikit di bawah masak optimal dan

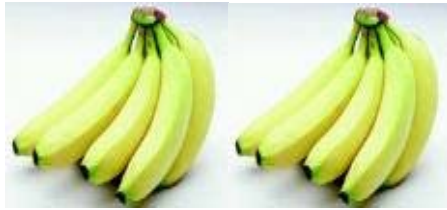
diharapkan agar sesampainya di tujuan, buah telah masak segar dengan sifat dan warna yang menarik. Dengan penyusunan demikian diharapkan pula agar berlangsungnya proses fisiologis enzimatik dan kimiawi dalam buah selama pengepakan tidak sampai menimbulkan kerusakan.

Pengangkutan/transportasi juga perlu diperhatikan, baik ke pasar lokal atau ke tempat pengolahan (industri) dengan syarat ditutup terpal agar tidak terkena panas/hujan, dan bila memerlukan perjalanan yang lama sebaiknya dimasukkan ke tempat yang dilengkapi alat pendingin.

d. Advokat

Tingkat kematangan buah pada saat dipanen sangat penting diperhatikan untuk tujuan penyimpanan buah advokat. Waktu pemetikan optimum sangat dipengaruhi oleh lama waktu penyimpanan yang diinginkan. Umur buah yang terlalu tua harus dihindarkan, sebab akan memberikan *flavor* (aroma) dan tekstur yang kurang baik pada pematangan.

Usaha-usaha penentuan kematangan buah untuk dipanen secara obyektif belum diperoleh. Biasanya indeks panen yang digunakan adalah ukuran buah, warna dsb, yang diperoleh berdasarkan pengalaman petani.



sl.biotrop.org

e. Pisang

Buah pisang biasanya dipanen pada waktu masih berwarna hijau dengan tingkat kematangan yang berbeda. Apabila akan ditransportasikan jarak jauh, biasanya buah dipanen pada waktu buah masih agak muda (75-80% kematangan) dengan sudut-sudut buah yang masih kelihatan. Buah seperti ini akan matang kira-kira dalam waktu 3 minggu. Untuk pengangkutan jarak pendek biasanya pisang dipanen pada saat 85-95% matang, yaitu ketika buah telah berkembang penuh tetapi sudut-sudut buah masih sedikit kelihatan. Buah seperti ini akan matang dalam waktu 1-2 minggu. Untuk pemasaran lokal, sebaiknya pemanenan dilakukan saat buah telah lebih tua, yang akan matang dalam waktu kurang dari 1 minggu.

Indeks panen yang digunakan dapat bervariasi antar petani dan antar daerah. Untuk menentukan saat panen yang tepat, sebaiknya digunakan gabungan kriteria-kriteria tersebut, misalnya hilangnya penampakan sudut-sudut buah (*fullness of finger*), ukuran buah, dan jumlah hari setelah keluarnya bunga sampai buah menjadi tua.



commons.wikimedia.org

f. Sitrus/Jeruk

Indeks kematangan untuk buah jeruk bervariasi antar varietas. Cara yang paling mudah dilakukan adalah berdasarkan perubahan warna (dari hijau menjadi kuning). Tetapi kesulitannya ada beberapa varietas jeruk yang tidak mudah berubah warna, sehingga perlu dilakukan uji rasa.

Standar indeks kematangan buah jeruk yang berlaku di Filipina didasarkan atas perubahan warna, kadar padatan terlarut, kadar asam, perbandingan kadar padatan dan asam serta kadar sari buah (rata-rata 50%).



safarouk.fotopages.com

g. Anggur

Untuk buah anggur, indeks panen yang umum digunakan adalah

berdasarkan kadar padatan terlarut. Disamping itu beberapa sifat fisik juga digunakan untuk menentukan saat pemanenan, misalnya tekstur daging buah, warna kulit, serta pembentukan flavor dan aroma yang khas.



juandanza.blogdrive.com

h. Nangka

Beberapa macam indeks yang biasa digunakan untuk menentukan waktu panen terbaik buah nangka adalah:

- bunyi yang ditimbulkan bila buah dipukul-pukul dengan jari
- menguningnya daun pada tangkai buah
- duri buah telah terbentuk dengan sempurna dan terpisah jauh satu sama lain
- duri dapat ditekan dengan jari
- timbulnya aroma buah yang khas

Pemetikan buah juga tergantung apakah untuk konsumsi sendiri atau untuk dijual ke pasar. Biasanya buah untuk konsumsi langsung harus dipanen bila kulitnya telah agak lunak, daun pada tangkai buah telah berubah menjadi oranye dan telah timbul aroma khas. Pada tingkat kematangan ini daging buah agak berair.

Buah yang akan dijual atau ditransportasikan pada jarak jauh harus dipanen waktu kuitnya masih keras dan belum mengeluarkan aroma, tetapi daun pada tangkai buah harus sudah berubah warna menjadi kuning dan durinya sudah terbentuk sempurna serta terpisah jauh satu sama lainnya. Pada tingkat kematangan ini daging buahnya agak keras dan berwarna kuning pucat.

i. Duku

Buah duku dianggap telah cukup tua bila semua buah dalam satu tangkai berwarna kuning tanpa ada yang berwarna hijau. Timbulnya bintik-bintik coklat pada kulit buah dan hilangnya daun pada buah, dapat juga merupakan indeks kematangan. Biasanya petani membiarkan buah duku sampai tingkat kematangan lebih lanjut (*over mature*) karena rasanya akan lebih manis.



web.ipb.ac.id

j. Pepaya

Bila diinginkan untuk pemasaran lokal buah pepaya sebaiknya dibiarkan dipohon sampai tingkat kematangan "*firm-ripe*" yang

ditandai dengan adanya perubahan warna pada ujung buah dari hijau menjadi kuning kemerahan. Buah yang dipanen pada saat tersebut akan matang dalam waktu 4-5 hari. Indeks panen lain yang bisa digunakan adalah total padatan terlarut.

k. Melon (*Watermelon*)

Tergantung dari varietasnya, terdapat tiga kriteria yang biasanya digunakan untuk menentukan kematangan buah melon :

- Bunyi yang dikeluarkan waktu buah dipukul dengan jari
- Bagian buah yang terdapat di atas tanah berubah warnanya dari putih pucat menjadi kuning-krem
- tendoil yang terdapat bersama buah telah mengkerut dan mati.

4.5. Penanganan Pasca Panen Produk Hewani

Hasil-hasil pertanian dari produk hewani meliputi, air susu, madu, telur, dan daging.



www.mercola.com

4.5.1. Susu

Susu merupakan bahan pangan yang tersusun oleh zat-zat makanan dengan proporsi seimbang, dari sudut lain air susu dipandang sebagai bahan mentah yang mengandung sumber zat-zat makanan yang penting. Diperoleh dari hasil pemerahan kelenjar mammae sapi yang sehat, tanpa atau dengan penambahan zat tertentu. Komposisinya terdiri atas komponen utama air, dan sisanya protein, lemak, hidrat arang, mineral, dan vitamin.

Sebagai bahan pangan, air susu dapat digunakan baik dalam bentuk asalnya sebagai satu kesatuan, maupun dari bagian-bagiannya. Banyak sekali masalah yang dihadapi dalam penanganan susu baik dalam pengolahan, penyimpanan dan penggunaan air susu. Air susu dapat berasal dari berbagai binatang baik dari golongan ruminansia seperti sapi, kambing, domba, kerbau atau kijang maupun dari hewan yang bukan kelompok ruminansia yaitu kuda.

Dengan pemuliaan (seleksi), kini ternak-ternak dapat menghasilkan air susu melebihi kebutuhan yang diperlukan untuk peratan dan pertumbuhan anaknya. Oleh karena itu kelebihannya dapat digunakan manusia untuk keperluan bahan pangan. Zat-zat makanan yang terdapat dalam air susu berada dalam tiga keadaan yang berbeda yaitu :

- a. Sebagai larutan sejati, misalnya karbohidrat, garam-garam organik, vitamin-vitamin dan senyawa-senyawa nitrogen bukan protein,
- b. Sebagai larutan koloidal, terutama partikel-partikel yang besar yang dapat memberikn *efek Tyndal*. Dalam golongan ini termasuk protein, enzim, dan garam-garam yang terkait dalam misel.
- c. Sebagai emulsi, seperti lemak dan senyawa-senyawa yang ada hubungannya dengan lemak misalnya *gliserida-gliserida*. Lemak yang terdapat sebagai emulsi tersebut berbentuk globula-globula.

Susu sebagai hasil sekresi yang memiliki komposisi sangat berbeda dari komposisi darah yang merupakan asal susu, misalnya lemak susu, casein, laktosa yang disintesa oleh alveoli dalam ambing, tidak terdapat di tempat lain manapun dalam tubuh sapi. Sejumlah besar darah harus mengalir melalui alveoli dalam pembuatan susu yaitu sekitar 50 kg darah yang dibutuhkan untuk menghasilkan 30 liter susu.

Komposisi Air Susu

Air susu mengandung komponen gizi yang cukup kompleks seperti terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kompoosisi kimia air susu

Komponen kimia	Kadar (%)
Air	87.0
Lemak	3.9
Laktosa	4.9
Protein	3.5
Abu	0.7

Sumber : Buckle, *et al.* 2007

Kadar zat-zat yang terkandung dalam air susu dapat bervariasi tergantung dari beberapa faktor seperti spesies, individu, musim, makanan. Spesies hewan satu dapat memberikan komposisi yang sangat berbeda dengan spesies yang lain. Dalam satu spesies karena terjadinya kelainan proses fisiologis dari satu individu ke individu yang lain dapat juga menghasilkan komponen yang berbeda.

Disamping bahan utama diatas, dalam air susu juga terkandung bahan-bahan lain dalam jumlah sedikit seperti asam sitrat, enzim-enzim, fosfolipid, vitamin A, vitammin B dan vitamin C. Susu dari binatang selain sapi perah yang digunakan sebagai sumber susu dan komposisinya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Komposisi kimia susu dari berbagai sumber susu

Sumber susu	Komposisi Kimia				
	Lemak (%)	Protein (%)	Laktosa (%)	Abu (%)	Air (%)
Kambing	4,09	3,71	4,20	0,79	87,81
Ikan paus	22,24	11,9	1,79	1,66	63,00
Kelinci	13,60	12,95	2,40	2,55	68,50
Kerbau	7,40	4,74	4,64	0,78	82,44
Kuda	1,59	2,00	6,14	0,41	89,86
Domba	8,28	5,44	4,78	0,90	80,60
Anjing laut	54,0	12,00	Tidak ada	0,53	34,00
Sapi	3,9	3,40	4,80	0,72	87,10
Manusia	3,8	1,20	7,00	0,21	87,60

Sumber : Buckle, *et al.* 2007

Kandungan air

Air yang terkandung dalam air susu berkisar antara 32-89% dengan rata-rata 87,20%, perubahan persentase ini tergantung pada naik turunnya bahan kering yang terlarut di dalamnya. Air berfungsi sebagai bahan pelarut zat-zat penyusun air susu; bahan kering didalam air susu terdapat dalam bentuk larutan koloid yaitu protein, emulsi yaitu lemak dan sebagai larutan biasa yaitu laktosa, albumin, mineral dan vitamin. Air sangat penting sebagai bahan segar dari bahan kering air susu serta merupakan bahan encer dengan bahan keringnya yang mudah dicerna.

Lemak

Lemak atau lipid terdapat di dalam susu dalam bentuk jutaan bola kecil (globula). Butiran-butiran ini mempunyai daerah permukaan yang luas dan hal tersebut menyebabkan susu mudah dan cepat menyerap flavor asing. Butiran-butiran ini mempertahankan keutuhannya karena: 1). Tegangan permukaan yang disebabkan oleh ukuran yang kecil dan 2). Karena adanya suatu lapisan tipis (membran) yang membungkus butiran tersebut, yang terdiri atas protein dan fosfolipid. Pembungkus ini mencegah butiran lemak untuk bergabung dan membentuk butiran yang lebih besar. Kalau didiamkan butiran-butiran lemak ini biasanya akan muncul ke permukaan susu untuk membentuk lapisan/krim. Bila susu atau krim diaduk secara mekanis, lapisan

tipis sekeliling masing-masing butiran itu bergabung membentuk masa lemak yang terpisah dari bagian susu yang lain. Selain protein, vitamin A, zat warna alami karoten, enzim-enzim tertentu seperti *posfatase*, *fosfolipid* seperti *lecitin* dan *sterol*, kolesterol juga berada pada lapisan tipis lemak susu. Kira-kira 98-99% dari lemak susu berbentuk trigliserida, yang tiga molekul asam lemaknya diesterifikasi terhadap gliserol. Monogliserida dan digliserida berisi satu atau dua asam lemak yang dihubungkan pada gliserol dan jumlahnya di dalam susu dapat mencapai 0,5% digliserida dan 0,04% monogliserida. Komposisi lemak pada susu sapi 60-75% bersifat jenuh dan 25-30% tidak jenuh dan sekitar 4% merupakan asam lemak polyunsaturated.

Kerusakan yang dapat terjadi pada lemak susu merupakan sebab dari berbagai perkembangan flavor yang menyimpang pada produk seperti ketengikan, yang disebabkan karena proses hidrolisis dari gliserida dan pelepasan asam lemak seperti butirat dan kaproat yang mempunyai bau keras, khas dan tidak menyenangkan, *tallowiness* yang disebabkan karena oksidasi asam lemak tak jenuh, flavor teroksidasi yang disebabkan karena oksidasi fosfolipid, amis/bau seperti ikan yang disebabkan karena oksidasi dan reaksi hidrolisa. Ketengikan terutama ditimbulkan oleh enzim lipase yang terdapat secara alami dalam susu. Pasteurisasi dapat membuat enzim menjadi inaktif, tetapi ketengikan masih dapat berkembang pada

susu yang sudah dipasteurisasi karena lipase yang dihasilkan oleh pertumbuhan mikroorganisme. Flavor seperti yang kurang enak disebabkan karena kondisi seperti suhu yang tinggi, keasaman, adanya katalisator logam seperti tembaga, sinar ultraviolet dan sinar matahari yang cenderung mempercepat oksidasi asam lemak.

Komponen mikro dari lemak susu antara lain adalah fosfolipid, sterol, tokoferol (vitamin E), karoten dan vitamin A dan D. Susu mengandung kira-kira 0,3% fosfolipid terutama *lesitin*, *sphingomielin* dan *sepalin*. Pada waktu susu dipisahkan menjadi susu skim dan krim, kira-kira 70% dari fosfolipid terdapat di dalam krim. Fosfolipid dapat dengan cepat teroksidasi di udara dan akibatnya ikut menyebabkan penyimpangan cita rasa susu. *Sterol* utama yang terdapat di dalam susu adalah kolesterol yang mencapai jumlah 0,015%.

Protein

Protein susu terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu *casein* yang dapat diendapkan oleh asam dan enzim renin serta protein *whey* yang dapat mengalami denaturasi oleh panas pada suhu kira-kira 67,5°C. Casein adalah protein utama susu yang jumlahnya mencapai kira-kira 80% dari total protein. Casein terdapat dalam bentuk casein kalsium (senyawa kompleks dari kalsium posfat) dan terdapat dalam bentuk partikel-partikel kompleks koloid yang disebut micelles. Partikel-partikel casein dalam susu segar tampak

sebagai bulatan-bulatan yang terpisah dengan garis tengah sekitar 10-200 milimikron. Pasteurisasi nampaknya tidak mengubah penyebaran casein. Homogenisasi susu menyebabkan sebagian dari partikel-partikel casein menyatu dengan butiran lemak. Partikel-partikel casein ini dapat dipisahkan dengan sentrifugasi kecepatan tinggi atau dengan penambahan asam. Pengasaman susu oleh kegiatan bakteri juga menyebabkan mengendapnya casein. Bila terdapat cukup asam yang dapat mengubah pH susu menjadi kira-kira 5,2-5,3 akan terjadi pengendapan disertai dengan melarutnya garam-garam kalsium dan posfor yang semula terikat pada protein secara berangsur-angsur pada titik isoelektrik pH 4,6-4,7 casein diendapkan sehingga bebas dari semua garam organik. Sesudah pengendapan, casein dapat dilarutkan kembali dengan menambah alkali asam, pada pH 8,5. Casein itu sendiri terdiri atas campuran sekurang-kurangnya tiga komponen protein yang diberi istilah casein alpha, betha dan gamma.

Setelah lemak casein dihilangkan dari susu, air sisanya dikenal sebagai whey. Kira-kira 0,5-0,7% dari bahan protein yang dapat larut tertinggal dalam whey yaitu protein-protein *laktalbumin* dan *laktoglobulin*. *Laktalbumin* berjumlah kira-kira 10% dari protein susu seluruhnya dan jumlahnya merupakan kedua terbesar sesudah *kasein*. *Laktalbumin* ini mudah dikoagulasi oleh panas

meskipun prosedur-prosedur pasteurisasi yang biasa tidak banyak merusak sifat protein whey. Susu digunakan sebagai sumber casein komersil, biasanya ke dalam susu skim atau susu dengan kandungan lemak yang sangat rendah, ditambahkan asam untuk mengendapkan sein. Sesudah dipisahkan dari whey "tahu" dari kasein dicuci dengan air, ditiriskan, dipres dipotong-potong dan dikeringkan. *Casein* digunakan sebagai garam kalsium untuk memperbaiki sifat adukan dari krim yang terbuat dari lemak tumbuh-tumbuhan yang dipergunakan sebagai bahan pelapis atas (*topping*) dan untuk memperbaiki keseluruhan struktur asam krim dan yoghurt. *Casein* dapat diubah menjadi lem (jika dibuat bersifat basa dengan penambahan kapur, sodium karbonat, boraks, atau triethanolamine), atau diubah menjadi suatu lapisan dalam pembuatan kertas atau suatu bahan pokok untuk pembuatan sejenis plastik yang digunakan untuk membuat kancing, hiasan, dan akhirnya juga digunakan dalam produksi tekstil yang bersifat seperti wool.



www.rileks.com/
akishmu.wordpress.com

4.5.2. Madu

Madu merupakan produk yang unik dari hewan, mengandung persentase karbohidrat yang tinggi, tidak ada mengandung protein ataupun lemak. Nilai gizi madu sangat tergantung dari kandungan gula-gula sederhana, fruktosa dan glukosa.

Bahan pangan ini bersifat kental dengan warna emas sampai gelap diproduksi di dalam kandung madu dari berbagai jenis tawon dari berbagai nektar bunga. Rasa dan harumnya madu sangat dipengaruhi oleh jenis bunga asal nektar bunga tersebut.

Madu yang diproduksi secara komersial tidak diperoleh dari lebah liar tetapi dari *domestic honey bees*. Nektar tersebut diperam sehingga menjadi madu dengan cara inversi sebagian besar dari gula *sukrosa* menjadi gula *levulosa* atau *fruktosa* dan *dekstrosa* (glukosa), diikuti dengan penguapan air yang berlebihan dengan ventilasi dari sayap yang dihempas-hempaskan.

Madu adalah nektar atau eksudat gula dari tanaman yang dikumpulkan oleh lebah madu, diolah dan disimpan didalam sarang madu dari lebah *Apid mellifera*. Madu mempunyai sifat-sifat yang secara optis dapat memutar kekiri (*levo rotary*) bidang polarisasi, dan mengandung tidak lebih dai 25% kadar air, 0,25% abu dan 8% sukrosa.

Madu yang dijual di pasaran dibedakan dalam 3 bentuk yaitu 1). Madu dalam sarang, yaitu madu

yang secara alamiah masih tetap terdapat dalam sarang, 2). Madu hasil ekstraksi, yaitu madu yang didapatkan melalui proses gravitasi atau pemusingan dari sarang lebah yang tidak dirusakkan, 3). Madu hasil perasan yaitu madu yang didapatkan setelah melewati pemerasan dan penyaringan dari sarang lebah yang telah diremukkan.



hanieliza.fotopages.com/
shw.fotopages.com

4.5.3. Ikan

Ikan merupakan bahan pangan hewani yang berasal dan hidup di perairan. Karena hidup di dalam air maka secara otomatis komponen yang membentuk tubuh ikan banyak dipengaruhi keadaan perairannya. Ikan yang hidup di perairan laut akan berbeda komposisinya dengan ikan-ikan yang hidup di perairan payau dan tawar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu ikan sebagai ikan basah yang baru ditangkap adalah :

- a. Jenis ikan. Ada jenis ikan yang mudah sekali busuk, seperti lemuru, kerang-kerangan, molusca dan crustacea dan adapula yang tahan lama seperti ikan bandeng, tuna, dan cakalang

- b. Ukuran ikan. Umumnya ikan yang ukurannya kecil lebih cepat rusak dibandingkan dengan ikan-ikan yang berukuran besar. Hal ini disebabkan karena ikan-ikan yang berukuran kecil, disamping luas tubuhnya sempit, juga disebabkan dagingnya masih belum kompak, terutama pada ikan muda sehingga penguraian daging oleh kegiatan mikroba akan berlangsung cepat.
- c. Kondisi biologis. Ikan-ikan yang saat ditangkap dalam keadaan kenyang akan lebih cepat menjadi busuk dibandingkan dengan ikan yang dalam keadaan lapar. Pembusukan ini disebabkan oleh dari cepatnya isi perut dan dinding perut mengalami penguraian dan pembusukan, mengingat isi perut merupakan salah satu sumber mikroba.
- d. Suhu air saat ikan ditangkap. Suhu air akan berpengaruh pada kecepatan pembusukan. Kalau ikan ditangkap pada suhu air yang tinggi akan mempercepat proses pembusukan dibandingkan dengan ikan yang ditangkap pada suhu rendah. Suhu yang tinggi akan mempengaruhi kecepatan perubahan komposisi daging ikan.
- e. Cara penangkapan dan kematian, ikan yang ditangkap dengan suatu jenis alat tangkap tertentu (jala atau pancing) yang dalam proses kematiannya banyak mengeluarkan tenaga untuk melepaskan diri dari jeratan alat tangkap dapat mempercepat proses *rigor mortis* dan pembusukan dibandingkan dengan ikan yang diproses kematiannya dalam keadaan tenang.
- f. Cara penanganan. Pengangkutan dan pendistribusian ikan pascapenangkapan ikan sangat mempengaruhi mutu ikan. Ikan-ikan yang diperlakukan secara kasar dan kurang hati-hati sehingga terjadi pelukaan dan lecet-lecet pada tubuhnya akan lebih cepat mengalami pembusukan dibandingkan dengan ikan yang diperlakukan secara baik. Luka pada tubuh ikan akan menjadi pintu masuknya mikroba dan mempercepat pembusukan pada daging ikan.

Kesegaran ikan merupakan hal yang sangat penting dalam industri perikanan karena menyangkut kualitas produk agar dapat diterima oleh konsumen. Ikan tergolong ke dalam produk yang cepat mengalami pembusukan pada suhu kamar. Mutu kesegaran ikan mempunyai arti penting dalam pemanfaatan sumber daya yang lebih rasional dan berdaya guna.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ikan cepat busuk yaitu faktor internal (komposisi kimia ikan, umur ikan, jenis ikan, ukuran ikan, jenis makanan saat ikan ditangkap, dan cara kematian ikan), faktor eksternal (suhu air saat ikan ditangkap,

daerah penangkapan, alat penangkapan, cara penangkapan, tersedianya air bersih dan es).

Disamping itu mutu kesegaran juga mempunyai arti penting bagi semua pihak yang terlibat, baik dalam pembangunan dan pembinaan perikanan maupun dalam perusahaan hasil perikanan yaitu dari produksi, pasca panen, pengolahan pemasaran hingga konsumsi.

Penanganan Ikan Segar

Penanganan ikan segar sangat memegang peranan penting, sebab tujuan utama penanganan ikan adalah mengusahakan agar kesegaran ikan setelah tertangkap dapat dipertahankan selama mungkin. Penanganan yang dilakukan bukan berarti mencegah proses pembusukan, tetapi mempertahankan atau memperlambat agar ikan itu tetap dalam keadaan segar.

Dalam penanganan ikan segar, suhu lingkungan atau tempat dimana ikan itu ditempatkan harus selalu diusahakan agar tetap rendah, mendekati 0°C, dan suhu ini harus selalu dijaga agar tetap stabil. Begitu juga dengan hasil laut lainnya harus tetap dijaga dengan baik, harus dihindarkan dari sinar matahari langsung. Kekurangan es selama pengangkutan tidak lagi bisa mempertahankan suhu rendah, maka proses pembusukan ikan menjadi lebih cepat, untuk itulah dalam setiap pengangkutan ikan, pengemasan sebelum ikan

dikonsumsi, es yang digunakan usahakan tidak cepat mencair.

Pendinginan pada ikan-ikan segar harus disesuaikan dengan fasilitas dan jarak yang ditempuh, biaya yang dibutuhkan dan jenis ikan yang diinginkan. Untuk unit yang tergolong lengkap pendinginan dilakukan dengan menggunakan es kering (*dry ice*) yang dapat menghasilkan suhu sampai 0°C, atau menggunakan nitrogen cair. Es juga berfungsi sebagai pencuci saat ikan didinginkan, air yang berasal dari cairan es akan menghanyutkan substansi-substansi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, sehingga pertumbuhan bakteri pembusuk menjadi terhambat dan secara langsung dapat memperpanjang kesegaran ikan sampai jangka waktu tertentu.

Penanganan Ikan Segar di Kapal

Penanganan ikan di kapal atau perahu-perahu ikan merupakan langkah pertama dalam penanganan ikan untuk diproses lebih lanjut, sebab dari sini mutu ikan dapat ditentukan :

- a. Penanganan ikan dari perahu nelayan tradisional
Fasilitas-fasilitas yang terdapat pada perahu sangat sederhana dan bahan pengawet seperti es balok dan es kering juga mahal maka nelayan mengawetkan hasil tangkapannya dengan merendam ikan dalam air untuk mempertahankan kesegaran ikan dan

menghindari kontak langsung dengan sinar matahari untuk mencegah oksidasi. Ada juga nelayan yang menggunakan pecahan es atau untuk menahan laju pencairan es dengan mencampur es dengan garam. Kondisi ikan saat ditangkap banyak berontak akan mempercepat kondisi *rigor mortis*, luka memar akibat alat tangkap dan kerusakan fisik lainnya, akan mempercepat pembusukan ikan karena bakteri akan mudah masuk ke dalam tubuh ikan melalui permukaan kulit yang luka.

b. Penanganan ikan segar di kapal-kapal besar

Penanganan ikan di kapal besar umumnya lebih baik dan sudah dipersiapkan sarana dan prasarannya yang lebih lengkap. Kapal-kapal tersebut telah dilengkapi fasilitas yang cukup memadai, karena penangkapan ikan di laut dilakukan sampai sehari-hari sehingga kesegaran ikan juga harus dipertahankan.

Penanganan ikan segar dikapal meliputi tahapan sebagai berikut:

- *Dressing* (penyiangan ikan). Ikan dibersihkan dari kotoran yang menempel saat diangkat dari perairan, selanjutnya ikan disortir berdasarkan jenis dan ukurannya. Penyiangan dilakukan pada ikan besar dengan cara menghilangkan isi perut dan insangnya, karena isi perut ikan merupakan sumber mikroba

pembusuk, sedang ikan yang kecil tidak disiangi dan hanya diproses sesuai dengan permintaan pasar.

- Pencucian
Pencucian bertujuan untuk membersihkan ikan dari sisa-sisa darah akibat proses penyiangan serta membebaskan tubuh ikan dari bakteri pembusuk. Pencucian dilakukan dengan air bersih yang mengalir, dan penggunaan air dingin sangat dianjurkan.
- Pengaturan ikan dalam palka/*cool box*
Segera setelah ikan ditangkap, ikan harus dimasukkan ke palka. Bagian bawah palka sudah bersih dan ditaburi es/pecahan es setebal 20 cm. Ketika dipindahkan, pemindahan ikan harus dilakukan dengan hati-hati dan cepat. Penyusunan ikan harus diatur berselang-seling antara ikan dengan pecahan es. Tinggi susunan sebaiknya hanya maksimum 1 m. Hal ini untuk mengurangi resiko ikan yang berada di bagian bawah tidak tergecet/menjadi gepeng untuk setiap 1 m, dan perlu diberi sekat.
- Pendinginan
Pendinginan di dalam palka dapat diatur sebagai berikut:
 - Palka sebelum dipakai harus dalam keadaan bersih. Pada sudut bawah dilengkapi lubang pengeluaran. Bagian bawah isi hancuran es setebal 20 cm untuk

lama pelayaran 7 hari. Untuk penambahan lama pelayaran 1 hari maka lapisan es harus ditambah 2,5 cm.

- Penyusunan ikan dapat dilakukan dengan cara perut ikan menghadap ke bawah, tubuh ikan dikelilingi es setebal 4 cm dan tidak boleh menyentuh dinding palka. Penyusunan sampai mencapai tinggi 1 m
- Secara keseluruhan perbandingan es dengan ikan adalah 1:2, sudah dapat menjamin suhu pendingin rata-rata 0°C.

Penanganan Ikan Segar di Pelabuhan

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada penanganan ikan segar setelah sampai di pelabuhan adalah mengusahakan agar waktu melakukan pembongkaran ikan tidak sampai menimbulkan luka-luka pada bagian kulit ikan, karena akan mempercepat proses pembusukan. Perlakuan yang hati-hati dan cekatan harus mendapat prioritas. Penggunaan alat yang tajam dan perlakuan kasar tidak diperbolehkan.

Untuk tetap menjaga kesegaran ikan maka suhu dingin harus tetap dipertahankan karena kesegaran ikan bersifat temporer, dan akan berubah seiring berubahnya suhu. Selain itu harus dihindari kontak dengan sinar matahari secara langsung.

Penanganan Ikan Segar pada Waktu Transportasi

Agar ikan tiba ditujuan dalam keadaan tetap segar, maka harus digunakan sarana angkutan yang tepat dan cepat dilengkapi unit pendingin yang bertujuan memperlambat proses pencairan es dengan cara memperlambat penetrasi panas dari luar. Wadah pengangkutan bisa dari wadah berinsulasi seperti cool box dengan unit pendingin/ refrigerator.

Penanganan Ikan di Tingkat Pedagang

Selama penanganan ikan segar ditingkat pedagang, ikan harus tetap diperlakukan pada suasana dingin sehingga kesegarannya dapat dijaga,. Kondisi kebersihan sarana dan prasarana juga diperhatikan. Perlakuan seperti ini akan menjamin kualitas ikan segar sampai ke tangan konsumen.



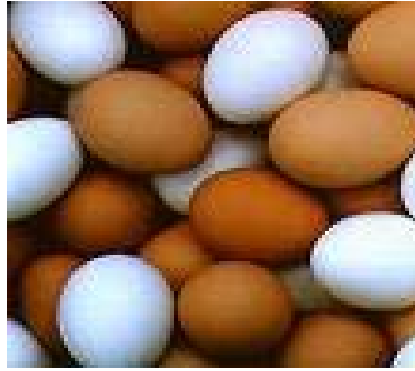
www.silose.com/www.pisangkremes.com

4.5.4. Telur

Telur merupakan salah satu hasil ternak terutama telur unggas yang bernilai gizi tinggi seperti hasil ternak lainnya, sebenarnya telur yang dihasilkan oleh hewan tertentu adalah digunakan untuk

kelanggengan hidupnya atau sebagai alat berkembang biak. Akan tetapi mengingat nilai gizi yang tinggi maka telur dapat digunakan sebagai baha pangan. Telur merupakan hasil hasil pembuahan sel telur pada hewan betina oleh sperma dari hewan jantan, sehingga telur merupakan calon hewan dewasa. Oleh karena itu telur mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang sam dengan induknya.

Dari sekian banyak telur yang dihasilkan oleh berbagai hewan hanya beberapa jenis telur yang dapat dikonsumsi manusia yaitu antara lain telur ayam, bebek, puyuh dan telur penyu. Berdasarkan asal hewannya, bentuk telur bermacam-macam mulai dari hampir bulat sampai lonjong. Ukuran bentuk telur biasa dinyatakan dengan indeks perbandingan antara panjang dengan lebar dikalikan 100. Disamping itu bentuk dan ukuran telur bermacam-macam. Besar telurpun bervariasi, ada yang berat ada pula yang ringan. Pengaruh jenis hewan juga penting, seperti telur bebek lebih besar dari telur ayam dan warnanyapun berbeda-beda, faktor-faktor yang mempengaruhi besar telur diantaranya: jenis hewan, umur, perubahan musim, waktu bertelur, sifat turun temurun induk, umur pembuahan, berat tubuh induk dan makanannya.



kayla2107.blogspot.com

Perbedaan warna telur juga dipengaruhi oleh jenis induk, seperti telur ayam berwarna putih, kuning sampai kecoklatan. Sedangkan telur bebek berwarna biru langit. Kadang-kadang telur ada yang berbintik-bintik hal ini disebabkan karena adanya kapang yang tumbuh pada permukaan kulit telur.

Struktur Telur

Telur terdiri dari tiga komponen utama yaitu: kuning telur, putih telur dan kulit telur beserta selaput pembungkusnya. Berdasarkan berat rata-rata telur itik, persentase putih telur, kuningtelur dan kulit telur masing-masing 57%,32%, dan 11%.

Di dalam telur bagian kuning telur terdapat pada bagian yang paling dalam, diikat oleh putih telur melalui struktur jonjot berpilin yang disebut khalaza. Kuning telur dibungkus oleh suatu selaput (membran) yang disebut *membran vitelina*, sedangkan bagian luar putih telur dikelilingi oleh dua buah membran. Kedua membran ini terpisah sehingga membentuk ruangan (rongga udara) yang merupakan rongga yang berfungsi

sebagai tempat persendian udara pada saat embrio bernafas. Oleh karena itu letak embrio pada telur dibelakang rongga udara.

a. Kulit telur

Telur unggas biasanya mempunyai kulit yang halus, kuat dan berkapur, faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan kulit telur antara lain sifat turun temurun dari induk, musim, makanan dan faktor fisiologis lainnya. Tebal kulit telur sangat bervariasi, tetapi umumnya berkorelasi dengan besarnya telur. Kekuatan dan ketebalan kulit telur menjadi pelindung isi telur terhadap serangan-serangan dari luar. Dalam kondisi lingkungan yang baik dan kulit tetap utuh maka isi telur akan aman dari serangan mikroba, namun apabila ada sedikit saja keretakan atau lubang pada kulit telur, maka isi telur akan sangat mudah terserang mikroba.

Strukturnya dapat dibedakan menjadi empat bagian yaitu kutikula, lapisan bunga karang, lapisan mamila dan lapisan membrana. Kerabang telur merupakan kerangka yang terdiri dari bahan matrik organik yang tersusun berupa anyaman serabut kolagen seperti protein dan bahan mineral yaitu sebagian besar terdiri dari karbonat dan posfat dari kalsium dan magnesium serta sebagian besar berupa kalsium karbonat. Permukaan kerabang telur agak berbintik-bintik .

Pada permukaan kulit telur terdapat pori-pori yang tidak

beraturan bentuknya, peranan dari pori-pori ini adalah untuk pertukaran gas. Semakin lama telur disimpan maka pori-pori kulit telur yang terbuka akan semakin banyak. Telur yang baru ditelurkan permukaan kulitnya berlendir dan lendir ini akan mengering dengan cepat sehingga membentuk kutikula yang menutupi pori-pori kulit telur. Kutikula adalah pembungkus terluar yang bersifat transparan dan sangat tipis serta terbentuk oleh bahan "*mucin*" suatu protein. Ketebalan kutikula pada telur mencapai 0,03 mm, sedangkan pada telur ayam mencapai 0.005-0.01 mm. Sifat kutikula ini tidak mempunyai pori-pori, namun dapat dilalui oleh gas CO₂ yang bisa keluar dari isi telur.

Lapisan spons adalah bagian terbesar dari kulit telur yang letaknya di bawah kutikula. Lapisan ini terdiri dari protein yang berbentuk anyaman dan lapisan kapur yang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium posfat, magnesium karbonat, magnesium posfat. Lapisan mamila adalah lapisan yang terdiri dari jonjot-jonjot kapur (*mamilae*). Lapisan ini merupakan lapisan ketiga pada kulit telur yang tebalnya kurang lebih sepertiga dari tebal kulit.

Lapisan selaput kulit telur (membrana) terdiri dari dua lapisan. Ketebalannya sekitar 65 mikron. Makin kearah bagian tumpul makin tebal. Lapisan luar melekat erat pada kerabang telur dan sulit dipisahkan.

b. Putih telur

Putih telur menempati 60% dari seluruh telur. Bagian tersebut dinamakan albumen. Umumnya 40% dari putih telur merupakan cairan kental dan sisanya merupakan bahan setengah padat. Putih telur dibagi menjadi 4 kelompok yaitu :lapisan encer luar (23,2%), lapisan kental luar (57,3%), lapisan encer dalam (16,38%) dan lapisan kental dalam (2,7%).

Lapisan kental dalam ini mengelilingi kuning telur seutuhnya. *Khalaza* sebagai lapisan berphilin akan mempertahankan kuning telur agar tetap berada di tengah. Putih telur bersifat alkalis dengan pH sekitar 7,6.

Putih telur bersifat antibakteri yaitu suatu sifat yang dapat membunuh atau mencegah pertumbuhan bakteri. Sifat ini disebabkan karena putih telur mempunyai pH yang tinggi, adanya enzim *lisozim* dan senyawa *avidin* yang mengikat *biotin*. Aktivitas enzim proteolitik menyebabkan rusaknya struktur serat dari *ovomucin* dan berkurangnya elastisitas putih telur sehingga putih telur menjadi rusak.

c. Kuning telur

Pada permukaan kuning telur terdapat suatu bintik putih. Dalam keadaan tidak berlembaga disebut *blastodisk (germ)* dan dalam keadaan berlembaga disebut *blastoderm*. *Blastodisk* memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan *blastoderm* yang pada telur fertil *germ* ini berkembang menjadi embrio, khususnya yang dihasilkan oleh

suatu proses pembuahan pada telur, sehingga kuning telur merupakan bagian terpenting pada telur. Selain itu kuning telur penuh dengan zat-zat gizi tinggi yang berfungsi untuk menunjang kehidupan embrio. Bentuk kuning telur hampir bulat, berwarna kuning sampai jingga dan terletak ditengah-tengah telur.

Kuning telur terdiri dari lapisan-lapisan yang berselang seling. Lapisan yang tipis dan terang disebut "*ligh yolk layer*", sedangkan lapisan yang tebal dan kuning gelap disebut dengan "*dark yolk layer*". Bagian tengah sebagai pusat dari kuning telur disebut "*latebra*" berwarna keputih-putihan. *Latebra* jumlahnya 0,6% dari seluruh kuning telur, pH kuning telur sekitar 6, lebih asam dari putih telur. Seluruh kuning telur dibungkus oleh suatu selaput yang disebut *membran vitelina*, yang mempunyai ketebalan 24 mikron, terbuat dari protein berbentuk *musin* dan *keratin*. Sifat lapisan ini sangat kuat dan elastis.

Rongga Udara

Telur yang baru dikeluarkan oleh induknya belum memiliki rongga udara. Tetapi setelah 6-10 menit, rongga udara timbul dengan diameter 0,5-0,9 cm (0,1-0,2 cc volume). Rongga udara ini merupakan rongga yang terdapat pada bagian tumpul isi telur dan berfungsi sebagai pemberi udara pada saat embrio bernafas. Oleh karena itu letak embrio pada telur tepat dibelakang rongga udara. Rongga udara ini muncul akibat

perbedaan suhu luar yang lebih rendah dari suhu tubuh induknya yang bersuhu lebih tinggi.

Komposisi Kimia Telur

Bagian utama isi telur segar adalah air, kemudian menyusul bahan organik terutama protein dan lemak dengan sejumlah kecil karbohidrat. Bahan anorganik terdapat kira-kira 1% dari isi telur dan terdapat bahan lain dalam jumlah yang lebih kecil.

Elemen utama yang termasuk dalam unsur kimia dari telur adalah karbon, oksigen, nitrogen, hidrogen, fosfor dan sulfur. Bahan kering telur ayam rata-rata mengandung karbon 53%, oksigen 20%, nitrogen 15%, hidrogen 7%, fosfor 4% dan sulfur 1%, sedangkan komposisi kimia telur itik dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Komposisi Telur Itik

Komposisi	Telur itik
Kalori (kal)	187
Protein (g)	11.8
Lemak (g)	14.2
Karbohidrat (g)	3.0
Kalsium (mg)	68
Fospor (mg)	268
Besi (mg)	6.0
Vitamin A (μ g)	180
Vitamin B1(mg)	0.02
Vitamin C (mg)	0.0
Air (g)	70.0

Sumber : Depkes RI, 2001

Perubahan-perubahan yang Terjadi Selama Penyimpanan Telur

Telur sebagai bahan makanan yang sangat labil, artinya mudah mengalami perubahan-perubahan apabila tidak diperlakukan dengan baik, terutama bila masih dalam keadaan mentah. Telur mentah yang dibiarkan di udara terbuka (disimpan dalam suhu kamar) dalam waktu yang lama akan mengalami beberapa perubahan seperti :

Perubahan Bau dan Cita Rasa

Secara alamiah telur sebenarnya tidak berbau, akan tetapi selama penyimpanan, telur dapat menyerap bau-bauan disekitarnya melalui pori-pori kulitnya. Telur sangat cepat menyerap bau-bauan luar terutama kalau dekat dengan desinfektan, jamur, sayur, atau buah busuk dan lain-lain. Dari faktor internal, bau dapat muncul akibat pemecahan unsur-unsur kimia dari isi telur terutama dari kerja mikroba dan akibat pengaruh suhu tinggi. Sedangkan cita rasanya terutama kuning telur dijumpai rasa yang khas dan berbeda-beda dengan cita rasa telur segar.

Perubahan pH

pH normal pada putih telur segar adalah 7,6-8,2, setelah 1 minggu pH putih telur meningkat menjadi 9,0-9,7, kemudian untuk beberapa hari saat pH konstan dan bisa turun kembali. Hal ini disebabkan

karena adanya kerusakan susunan kimia dalam telur.

Penurunan Berat Telur

Penurunan berat telur dapat terjadi terutama akibat penguapan air yang berasal dari telur yang berlangsung secara kontinyu. Proses ini juga bisa diakibatkan oleh penguapan gas dari dalam telur yang berasal dari pemecahan unsur-unsur kimia yang berasal dari zat-zat organik isi telur. Gas-gas tersebut antara lain CO₂, Amonia, dan Nitrogen.

Pembesaran Rongga Udara

Pembesaran rongga udara terjadi akibat proses penguapan air dan ga-gas dari dalam telur. Biasanya rongga udara terbentuk 6-10 menit, setelah dikeluarkan induknya dengan diameter sekitar 0,5-0,9 cm. Setelah 2 jam diameternya menjadi 1,3-2,5 cm. Selama disimpan akan menjadi semakin besar.

Penurunan Berat Jenis

Penurunan berat jenis terjadi karena kehilangan berat telur tersebut. Keadaan ini tampak jelas bila telur terapung pada saat dicelupkan ke dalam air. Setelah disimpan selama 3 bulan, berat jenis akan turun sekitar 0,825. rata-rata berat telur ayam segar yang bentuknya normal sekitar 1,095 dan yang tidak normal lebih rendah yaitu 1,088-1,090. Disamping itu berat jenis juga dipengaruhi oleh tebal kulit. Semakin tebal kulit semakin besar berat jenisnya.

Perubahan Indeks Putih Telur

Indeks putih telur merupakan perbandingan antara tinggi putih telur (albumen) dengan rata-rata lebar albumen terpendek dengan terpanjang. Pada telur segar nilai ini berkisar antara 0,050-0,174 dan dalam keadaan normal sekitar 1,090-0,120. Selama penyimpanan terjadi penurunan indeks putih telur yang sangat dipengaruhi oleh suhu. Semakin rendah suhu penyimpanan, maka semakin rendah indeks putih telur tersebut.

Perubahan Indeks Kuning Telur

Indeks kuning telur merupakan perbandingan antara tinggi dengan garis tengah kuning telur. Indeks kuning telur segar berkisar antara 0,30-0,50, umumnya antara 0,39-0,45. Yang mempengaruhi indeks kuning telur adalah berat kuning telur dan umur simpannya. Semakin kecil beratnya, maka semakin besar indeksnya dan semakin lama disimpan maka semakin menurun indeks kuning telur tersebut.

Perubahan Nilai Haugh Unit (HU)

Haugh Unit merupakan suatu unit yang memberi korelasi antar tinggi putih telur yang kental dengan berat telur. Semakin baik kualitas putih telur ditunjukkan oleh nilai HU yang tinggi, pada telur yang baru keluar nilai HU bisa mencapai 100.

Pengenceran Isi Telur

Pengenceran isi telur terjadi untuk telur yang telah lama disimpan akibat pecahnya membran vitelina

yang membatasi putih dan kuning telur sehingga kedua bagian ini bercampur. Keadaan ini dapat diamati dengan menempatkan telur yang sudah dipecahkan pada bidang datar. Telur yang masih segar mempunyai bagian putih dan kuning yang tebal, sedangkan telur yang lama disimpan ditandai dengan bentuknya yang lebar dan rata.

Mikrobiologi Telur

Telur segar secara teoritis adalah telur yang baru saja dikeluarkan oleh induknya, apabila disimpan dengan baik dapat dipasarkan sebagai telur konsumsi dalam jangka waktu dua sampai tiga minggu. Sebagian besar telur yang baru dikeluarkan induknya, bebas dari mikroba baik pada kulitnya maupun isi telur. Namun demikian kontak telur dengan sarangnya atau kotorannya dapat mengakibatkan adanya perbedaan tekanan osmose antara kuning telur dengan putih telur. Perpindahan air dari putih telur ke kuning telur juga diikuti oleh masuknya mikroba ke kuning telur sehingga akan merusak kuning telur yang menyebabkan kuning telur keadaannya menjadi lemah dan akhirnya akan mudah pecah. Telur yang disimpan akan mengalami beberapa perubahan fisik maupun kimiawi pada telur. Perubahan fisik umumnya disebabkan karena penguapan air dan gas-gas dari dalam telur, sedangkan perubahan kimiawi umumnya disebabkan oleh aktivitas mikroba dalam telur. Semakin banyak pori-pori yang terbuka, penguapan dan penyusutan isi telur akan semakin besar, disamping itu bakteri dan jamur

mudah masuk ke dalam telur sehingga berpengaruh buruk terhadap isi telur, walaupun banyak bakteri dan jamur yang dapat ditahan oleh selaput telur dan putih telur, tetapi ada juga yang sampai ke kuning telur dan berkembang disana, sehingga mengakibatkan telur menjadi busuk dan rusak.

Terkontaminasinya telur oleh mikroba tergantung dari kelembaban dan suhu tempat penyimpanan serta hilangnya lapisan kutikula pada permukaan kulit telur, sehingga mikroba mudah masuk ke dalam telur dan berkembang biak. Jumlah mikroba pada setiap permukaan kulit telur antara 10^2 - 10^7 atau rata-rata 10^5 koloni/ml, walaupun pada bagian permukaan kulit telur banyak ditemui mikroba, tetapi tidak semua bagian permukaan kulit telur banyak ditemui mikroba, tetapi tidak semua mikroba akan mencemari isi telur. Hal ini disebabkan karena telur mempunyai mekanisme pertahanan yang sangat kompleks. Komponen yang memegang peranan dalam hal ini adalah kutikula, kerabang kulit telur, selaput kulit telur, dan sifat antibakteri pada telur yang dapat membunuh atau mencegah pertumbuhan bakteri sifat ini disebabkan oleh karena putih telur mempunyai pH yang tinggi dan adanya enzim lisosim dan senyawa avidin yang mengikat biotin. Walaupun demikian tidak berarti telur akan bebas dari serangan mikroba yang dapat membuat telur menjadi rusak. Kerusakan dan kebusukan telur

akan dipercepat bila diletakkan pada tempat yang lembab dan kotor.

Mikroba yang umum terdapat di dalam telur adalah jenis *Pseudomonas*, *Cladosporium*, *Penicillium*, dan *Sporotrichum*. Bakteri-bakteri yang ada pada permukaan kulit telur adalah: *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Athrobacter*, *Bacillus Pseudomonas*, *Alkaligenes*, *Flayobacterium*, *Cytopaga*, *Coli aerogenes*, *Aeromona*, *Proteus*, *Serratia*, sedangkan bakteri-bakteri yang pernah diisolasi dari telur yang busuk adalah *Coli aerogenes*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* serta *Achromobacter*.

Pada telur yang rusak atau busuk biasanya mengandung campuran mikroba yaitu campuran bakteri gram negatif dan bakteri gram positif dalam jumlah yang sedikit. Bakteri yang selalu ditemui pada telur yang rusak biasanya *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomons maltophilia*, *Aeromonas*, *Hafnia* dan *Citrobacter*, sedangkan yang kadang-kadang dijumpai adalah *Plavobacterium*, *Achromobacter*, *Cytopaga*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus* dan yang paling jarang dijumpai adalah *Pseudomonas aeruginosa*.

Pengawetan Telur Segar

Daya simpan telur amat pendek, maka perlu perlakuan khusus jika akan disimpan lebih lama, terutama dalam bentuk segar. Salah satu cara memperpanjang kesegaran telur adalah dengan

mengawetkannya. Pengawetan telur segar ini berguna untuk mengatasi saat-saat harga telur rendah, sehingga peternak tidak mengalami kerugian. Cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengawetkan telur adalah: menggunakan kulit akasia, minyak kelapa, parafin dan kantong plastik.

- a. Menggunakan kulit akasia
Pengawetan dengan kulit akasia dapat mempertahankan kesegaran telur sampai sekitar 2 bulan. Caranya dengan menumbuk kulit akasia dan merebusnya. Air rebusan ini digunakan untuk merendam telur segar sebelum disimpan. Untuk setiap 10 liter air diperlukan 80 gram serbuk kulit akasia.
- b. Menggunakan minyak kelapa
Pengawetan telur dengan metode ini dapat memperpanjang umur simpan telur sampai 3 minggu. Cara pengawetannya dengan memanaskan minyak kelapa sampai mendidih dan didiamkan sampai dingin. Telur yang akan diawetkan dibersihkan dahulu, kemudian dicelupkan satu per satu dalam minyak tersebut. Telur selanjutnya diangkat dan ditiriskan, lalu disimpan dalam rak-rak. Untuk setiap 1 liter minyak kelapa dapat untuk mengawetkan telur sekitar 70 kg.
- c. Menggunakan parafin
Dengan menggunakan parafin, telur akan bisa diawetkan hingga 6 bulan. Caranya dengan membersihkan telur dengan

alkohol 96%. Sementara parafin dipersiapkan dengan memanaskan parafin hingga suhu 50-60°C. Telur dicelupkan selama 10 menit, telur selanjutnya diangkat, ditiriskan dan disimpan dalam rak telur. Untuk 1 liter parafin dapat mengawetkan sekitar 100 kg.

- d. Menggunakan kantong plastik Pengawetan dengan kantong plastik hanya dapat memperpanjang umur simpan sampai 3 minggu, caranya adalah dengan membersihkan telur terlebih dahulu, kemudian masukkan dalam kantong plastik yang cukup tebal. Selama penyimpanan tidak boleh ada keluar masuk kantong. Oleh karena itu, kantong harus ditutup rapat-rapat, misalnya menggunakan patri kantong plastik elektrionik (sealer).

memakannya karena kandungan gizinya lengkap, sehingga keseimbangan gizi untuk hidup dapat terpenuhi. Daging dapat diolah dengan cara dimasak, digoreng, dipanggang, disate, corned, sosis, dendeng, abon dll. Oleh karenanya daging dan hasil olahannya merupakan produk-produk makanan yang unik.

Daging didefinisikan sebagai semua jaringan hewan dan semua produk hasil pengolahan jaringan-jaringan tersebut yang sesuai untuk dimakan serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi yang memakannya. Organ-organ misalnya hati, ginjal, otak, paru-paru, jantung, limfa, pankreas, dan jaringan otot termasuk dalam definisi daging. Berdasarkan keadaan fisiknya daging dapat dikelompokkan menjadi :

- daging segar yang dilayukan tanpa pelayuan
- daging segar yang dilayukan kemudian didinginkan (daging beku)
- daging segar yang dilayukan, didinginkan, kemudian dibekukan (daging beku)
- daging masak
- daging asap, dan
- daging olahan

Daging yang dikonsumsi dapat berasal dari sapi, kerbau, babi, kuda domba, unggas, ikan dan organisme yang hidup yang hidup di air dan didarat, serta daging hewan-hewan liar dan aneka ternak. Di Indonesia, daging yang banyak dikonsumsi adalah daging sapi, domba, babi, dan kambing. Daging kuda juga dikonsumsi, daging-daging tersebut sering

4.5.5. Daging



archive.wn.com/larashati.files.wordpress.com

Daging adalah salah satu hasil ternak yang hampir tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Selain penganekaragaman sumber pangan, daging dapat menimbulkan kepuasan atau kenikmatan bagi yang

disebut daging merah, sedang daging unggas yang banyak dikonsumsi adalah daging ayam, itik. Daging lainnya adalah daging yang berasal dari hewan-hewan liar misalnya daging kijang dan daging babi hutan. Daging yang berasal dari organisme yang hidup di air yang paling banyak dikonsumsi dan tersedia dalam jumlah besar adalah ikan. Daging udang, kepiting, dan kerang juga dikonsumsi. Beberapa daging lainnya yang juga dikonsumsi adalah daging-daging yang berasal dari aneka ternak, misalnya daging kelinci, burung puyuh dan merpati. Daging juga dapat diperoleh dari hasil budidaya bekicot, dan beberapa jenis katak.

Daging untuk dikonsumsi diartikan sebagai otot tubuh hewan termasuk jaringan pengikat dan bagian tubuh lainnya. Sedangkan "meat product" adalah keseluruhan hasil pemotongan hewan termasuk hasil ikutannya (tulang, kulit, bulu, kuku dan sebagainya). Otot hewan berubah menjadi daging setelah pemotongan karena fungsi fisiologisnya telah berhenti. Otot merupakan komponen utama penyusun daging. Daging juga tersusun dari jaringan ikat, epitelia, jaringan-jaringan saraf, pembuluh darah dan lemak. Jadi daging tidak sama dengan otot.

Otot adalah jaringan yang mempunyai struktur dan fungsi utama sebagai penggerak. Ciri suatu otot mempunyai hubungan yang erat dengan fungsinya. Karena fungsinya, maka jumlah jaringan ikat berbeda diantara otot. Jaringan ikat ini berhubungan

dengan kealotan daging. Otot-otot yang berasosiasi dengan tulang yaitu berhubungan dengan kealotan daging. Otot-otot yang berasosiasi dengan tulang yaitu otot-otot yang berhubungan dengan tulang, sering disebut otot skeletal. Otot skeletal merupakan sumber utama dari jaringan otot daging. Jenis otot-otot lain yaitu otot-otot yang tidak berhubungan dengan tulang adalah otot jantung yang bergaris-garis melintang dan otot halus yang merupakan komponen utama pembuluh darah, saluran pencernaan dan saluran reproduksi. Di dalam tubuh hewan terdapat lebih dari 600 otot yang berbeda dalam hal bentuk, ukuran dan aktivitasnya. Otot juga berbeda dalam hal hubungannya dengan tulang, tulang rawan atau ligamentum, kandungan darah dan saraf dan berhubungan dengan jaringan-jaringan lain.

Daging adalah komponen utama karkas. Karkas juga tersusun dari lemak jaringan adipose, tulang, tulang rawan, jaringan ikat dan tendon. Komponen-komponen tersebut menentukan ciri-ciri kualitas dan kuantitas daging.

Struktur Otot

Secara umum tubuh ternak tersusun dari tiga tipe jaringan yaitu otot, jaringan ikat fibrous, dan lemak adipose. Ketiga tipe jaringan tersebut tersusun dari sel-sel didalam matrik yang mengandung serabut. Otot dan jaringan ikat tersebut merupakan komponen utama dari karkas ternak pedaging.

Karkas ternak daging tersusun oleh kira-kira 600 jenis otot yang berbeda ukuran dan bentuknya, berbeda pula susunan syaraf dan persendian darahnya, serta melekatnya pada tulang, persendian dan tujuan serta jenis gerakannya. Akan tetapi otot mempunyai persamaan pola struktur. Disekeliling urat daging, terdapat jaringan penghubung *epimisium* yang melekat diantara otot dan membaginya menjadi sekumpulan berkas otot, yang terdiri dari serat-serat yang berdiri sendiri. Serat-serat ini panjangnya kira-kira beberapa sentimeter, tetapi garis tengahnya sekitar 10-100 μm . Serat-serat ini dikelilingi oleh suatu selubung yang lentur (*sarkolema*), tersusun dari protein dan lemak, disekelilingnya terdapat serangkaian tubule. Serat otot tersusun atas sejumlah miofibril, pada suatu larutan cairan pekat bahan koloid (sarkoplasma). *Miofibril* adalah bagian organel; yang khas, terdapat pada jaringan otot, yang bentuknya memanjang merupakan barang silinder yang bergaris tengah 1-2 μm , dengan panjang yang sesuai dengan serta daging yang mengandung kira-kira 1000-2000 miofibril. Miofibril ini diikat sehingga memberi bentuk yang melintang dan berlapis-lapis. Sarkoplasma, terdiri dari 75-80% air, berisi campuran yang kompleks dari butiran kecil lemak, glikogen, ribosom, bahan-bahan nitrogen bukan protein dan bahan-bahan anorganik.

Miofibril terdiri dari serabut tipis dan tebal (miofilamen) yang membentuk suatu sistem yang

berliku-liku yang saling menutupi dalam garis sejajar dan lurus. Unit dasar ini (sarkomer) dimana serabut tebalnya terdiri dari (Hampir seluruhnya) protein *miosin* dan serabut tipis terdiri dari protein *aktin*. Serabut-serabut ini panjangnya kira-kira 1-3 μm dan diameternya 6-16 μm .

Struktur yang sangat halus inilah yang dipakai dalam kontraksi/pengerutan dan relaksasi/pengendoran otot selama ternak masih hidup. Selama kontraksi, serabut tipis menggeser bersama-sama diantara serabut-serabut tebal, sedangkan dalam keadaan istirahat atau pengenduran serabut-serabut itu menggeser keluar atau memisah.

Jadi struktur otot adalah jaringan yang kompleks dan sangat halus, jaringan penghubung yang mengandung protein *aktin* dan *miosin* dalam cairan protein sarkoplasma yang kompleks, sarkoplasma tersebut mengandung pigmen otot dan bermacam-macam bahan kompleks yang dibutuhkan oleh otot dalam melakukan fungsinya.

Komposisi Karkas Daging

Sebagian besar daging mengandung air, protein lemak dan juga mengandung karbohidrat dan komponen organik. Komposisi daging berbeda-beda tergantung dari jenis hewan, umur, jenis kelamin, bagian mana daging yang diambil, dan pengaturan gizi.

Keragaman yang nyata dalam komposisi lipid terdapat antara

jenis tenak mamahbiak dan ternak tidak memamah biak. Karena adanya hidrogenasi yang disebabkan oleh mikroflora didalam rumen. Protein adalah komponen bahan kering yang tersebar dari daging. Nilai nutrisi daging yang tinggi disebabkan karena daging mengandung asam-asam amino esensial yang lengkap dan seimbang. Otot mengandung 75% air, dengan kisaran 68-80%, protein sekitar 12 % (16-22%), substansi-substansi non protein yang larut 2,5% serta lemak sekitar 2,5% (1,5-13,0%) dan sangat bervariasi. Nilai kalori daging banyak ditentukan oleh kandungan lemak intraselular di dalam serabut-serabut otot yang disebut lemak marbling atau intramuskular. Nilai kalori daging juga tergantung pada jumlah daging yang dimakan. Secara relatif kandungan gizi daging dari berbagai bangsa ternak dan ikan berbeda, tetapi setiap 100 gram daging dapat memenuhi kebutuhan zat gizi seseorang dewasa setiap hari sekitar 10% kalori, 50% protein, 35% zat besi. 100% Fe bila daging berasal dari hati dan 25-26% vitamin B kompleks. Hati banyak mengandung Fe, vitamin A, B1 dan asam suksinat. Berbeda dengan daging segar, daging olahan mengandung lebih sedikit protein, air dan lebih banyak lemak dan mineral. Kenaikan persentase mineral daging olahan disebabkan karena penambahan bumbu-bumbu dan garam, sedangkan kenaikan nilai kalori disebabkan karena penambahan karbohidrat dan protein dari biji-bijian, tepung dan susu skim.

Pemberian makanan protein pelindung pada ternak memamah biak telah digunakan akhir-akhir ini untuk meningkatkan tingkat asam lemak tak jenuh (polyunsaturated) dalam daging sapi, kambing susu dan hasil olahannya untuk memenuhi kebutuhan diet khusus pasien yang menderita gangguan jantung. Perbedaan jenis ternak telah menunjukkan pula adanya perbedaan dalam mioglobin, otot, tetapi perbedaan yang besar adalah dalam hal warna dari mioglobin yang timbul karena keadaan kimiawinya. Seperti halnya hemoglobin, mioglobin juga dapat membentuk suatu senyawa tambahan yang dapat bereaksi dengan oksigen dan mengakibatkan perubahan warna. Meskipun oksihemoglobin terjadi hanya pada permukaan daging yang terkena udara, hal tersebut penting karena itulah warna yang diinginkan oleh pembeli yaitu warna merah cerah. Tingkat kecerahan warna ditentukan oleh tebalnya lapisan oksimioglobin dipermukaan atau "darah" oksigen. Bagian ini lebih banyak terjadi pada suhu rendah dan lebih kecil pada suhu tinggi. Oleh karena itu daging menjadi lebih merah cerah bila disimpan dalam lemari pendingin karena meningkatnya daerah oksigen pada darah.

Hal yang sama akan terjadi jika daging segar dibungkus dalam suatu lapisan tipis yang tidak tembus oksigen. Oksigen dalam bungkusan akan habis karena adanya aktivitas biokimia dan mikroorganisme aerobik dan daging tersebut berubah warnanya

menjadi ungu yang kurang menarik, yang merupakan warna dari mioglobin yang telah direduksi. Mioglobin dapat mengalami oksidasi yang sesungguhnya menjadi metmioglobin yang berwarna coklat abu-abu, disebabkan karena rusaknya globin seperti yang terjadi pada waktu memasak daging dan metmioglobin ini bereaksi dengan ion-ion nitrit sehingga menghasilkan wana merah muda yang stabil, yang merupakan warna daging yang diasin.

Perubahan-perubahan yang Terjadi Selama Penyembelihan

Setelah ternak disembelih, persediaan oksigen ke otot terhenti sebagai akibat berhentinya kerja jantung dan aliran darah. Akibat kedua, berhentinya aliran darah yang membawa persediaan glikogen tidak ada lagi di otot, dari hasil sisa metabolisme tidak dapat dikeluarkan dari otot-otot. Jadi otot yang hidup itu mengalami perubahan besar sebagai akibat penyembelihan. Perubahan-perubahan yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor :

Perubahan Suhu

Suhu permukaan karkas mulai menurun dari suhu darah ke suhu sekitarnya atau dibawahnya, tergantung pada cara penanganan sesudah penyembelihan. Walaupun demikian suhu jaringan yang ada di dalam mungkin naik sebanyak 1-2% tergantung pada besar kecilnya ternak, sebagai akibat proses glikolisis sesudah kematian dimana

glikogen diubah menjadi asam laktat. Proses ini adalah akibat dari glikolisis anerobik yang berbeda dengan pernafasan yang terjadi pada ternak yang hidup, dan ini merupakan proses eksoterm. Jelas bahwa besar perubahan itu dan jumlah panas yang dihasilkan sebagian besar oleh tingkat glikogen dalam ternak pada waktu itu mati

Perubahan pH

Perubahan pH sesudah ternak mati pada dasarnya ditentukan oleh kandungan asam laktat yang tertimbun dalam otot, yang selanjutnya ditentukan oleh kandungan glikogen dan penanganan sebelum penyembelihan. Walaupun demikian, pH akhir yang tercapai mempunyai beberapa pengaruh yang berarti dalam mutu daging, yaitu :

- pH rendah, berada sekitar pH 5,1-6,1 menyebabkan daging mempunyai struktur terbuka yang sangat diinginkan untuk pengasinan daging: warna merah muda yang cerah yang disukai konsumen, flavor yang lebih disukai, baik dalam kondisi telah dimasak atau diasin; dan stabilitas yang lebih baik terhadap kerusakan akibat mikroorganismenya.
- pH tinggi, berada sekitar pH 6,2-7,2 menyebabkan daging pada tahap akhir mempunyai struktur yang tertutup atau padat dengan warna merah ungu tua, rasa kurang enak dan keadaan yang lebih memungkinkan untuk perkembangan mikroorganismenya.

Jadi banyak faktor utama dari mutu daging yang dapat diperbaiki oleh

pH yang rendah. Perkecualian dari hal ini adalah bila kemampuan menahan air (water holding capacity-WHC) dari daging merupakan pertimbangan utama seperti pada daging yang akan digunakan dalam industri yang melibatkan proses penghancuran, misalnya pada produk pasta daging atau pembuatan produk, daging cacah, atau bila daging akan dibekukan dan dijual dalam kondisi dicairkan. Dalam kondisi semacam ini, WHC merupakan faktor mutu yang penting dalam alam hal ini diperbaiki oleh pH yang tinggi. Hal ini disebabkan karena protein sarkoplasma dari otot sangat mudah rusak dalam suasana asam dan cenderung untuk kehilangan titik isoelektrisnya daripada protein sarkoplasma pada pH 5,4-5,5 untuk daging sapi. Jadi pada umumnya pH rendah lebih disukai untuk mempertahankan kebanyakan faktor mutu yang penting pada daging, akan tetapi bila daging dimaksudkan untuk keperluan industri, dimana WHC adalah faktor yang paling penting, maka pH tinggi lebih disukai.

Rigor Mortis

Rigor mortis adalah istilah yang dipakai untuk menunjukkan keadaan karkas menjadi kaku yang terjadi antara 24-48 jam setelah peyembelihan. Kekejangan atau hilangnya kelenturan ini merupakan akibat dari serentetan kejadian biokimia yang kompleks, peranannya menyangkut hilangnya kreatif fosfat (CP). Dan Adenosin Triposfat (ATP) dari otot, tidak berfungsinya sistem enzim cytocrom dan reaksi-reaksi

kompleks lainnya. Salah satu hasil akhir proses biokimiawi ini adalah bahwa aktin dan miosin yang membentuk serabut tipis dan tebal dari sarkomer, bersatu, membentuk aktomiosin. Proses ini bersifat dapat balik (reversible) pada otot yang masih hidup akan tetapi bersifat ireversible pada otot yang sedang atau sudah mati.

Kecepatan perkembangan rigormortis dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah :

- **Tingkat glikogen pada saat mati.**

Bila tingkat glikogen rendah rigor mortis cenderung untuk berlangsung dengan cepat. Tingkat perkembangan rigor dapat dihubungkan dengan pH akhir yang tercapai.

- **Suhu karkas**

Kecepatan yang tinggi dari perkembangan rigor, sebanding dengan suhu yang tinggi, yang mempercepat hilangnya CP dan ATP otot. Perkembangan rigor dan reaksi-reaksi yang berhubungan dengan hal ini dapat mempunyai implikasi praktis dalam penanganan daging dan karkas sesudah penyembelihan, misalnya: bila otot dibekukan sebelum rigor mortis, dimana tingkat pH dan ATP masih tetap tinggi, proses enzimatik yang ada sangkut pautnya dengan rigor terhenti dan akan tetap terhenti selama penyimpanan dan dalam keadaan beku. Apabila pencairan terjadi (thawing), proses enzimatik mulai lagi

terjadi dan bersama-sama proses rigor (thaw rigor), gejala thaw rigor adalah gejala dimana otot mengerut sampai pada taraf pengerutan yang cukup banyak dan pada waktu juga mengeluarkan sejumlah besar cairan dalam bentuk tetesan yang berjumlah sampai 30-40% dari berat urat daging. Hal ini mungkin tidak merugikan bila daging yang sedang mencair dipotong-potong dan digiling dengan bumbu-bumbu yang lain, tetapi harus dihindari bila daging atau karkas yang telah dipotong akan dijual dalam kondisi beku atau dicairkan. Jadi sebelum dibekukan, harus diusahakan untuk mendinginkan daging sampai kira-kira mencapai suhu 15°C dan daging dipertahankan pada suhu ini agar proses rigor motrtis dapat berjalan sebelum produk itu dibekukan.

Gejala kedua, berhubungan dengan thaw rigor adalah pengerutan dingin (cold shortening) yang merupakan bentuk pengerutan otot yang tidak begitu hebat, terjadi bila daging sebelum mengalami kejang, didinginkan sampai suhu $0-15^{\circ}\text{C}$. Pengerutan dingin yang menyebabkan pegerasan otot karkas dapat dikurangi dengan tidak mendinginkan karkas tersebut dibawah suhu 15°C sebelum proses rigor selesai. Pada suhu diatas 15°C otot cenderung untuk mengerut dengan kecepatan yang dipengaruhi oleh tingkatan suhu. Pada suhu yang tinggi

terdapat pengurangan cadangan ATP secara cepat dan otot dapat mengerut cukup banyak.

- **Pencemaran oleh Mikroorganisme**

Jumlah dan jenis mikroorganisme yang mencemari permukaan karkas ditentukan oleh pengelolaan sebelum penyembelihan dan tingkat pengendalian higienis yang dilaksanakan selama penanganan pada saat penyembelihan dan pembersihan karkas. Pencemaran awal lebih dari 99% disebabkan oleh bakteri yang dapat hidup pada suhu 20°C . Populasi ini mengandung kurang dari 1% organisme yang dapat hidup pada suhu -1°C , walaupun ragi dan jamur terdapat lebih banyak ada pada suhu -1°C daripada disuhu 20°C .

Organisme yang dapat hidup pada suhu -1°C dari jenis bakteri ada 4 yaitu *Acromobacter* (90%), *Micrococcus* (7%), *Flavobacterium* (3%) dan *Pseudomonas* (1%), Jenis jamur yang umum terdapat adalah *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Altenaria*, *Sporotrichum* dan *Thammidium*. Dan jenis ragi terutamanya terdiri dari *Candida*, *Geotrichoides* dan *Mycotosula*.

Prosedur Teknologi Pascapanen

Dalam penanganan pasca panen dari berbagai keragaman hasil pertanian yang diperoleh dengan sifat dan karakter yang dimiliki oleh

setiap jenis komoditas yang berbeda-beda, maka diperlukan suatu teknologi tepat guna untuk menangani hasil-hasil pertanian dengan penerapan teknologi tepat guna, sebagai berikut :

Pengelolaan temperatur

Pengelolaan temperatur merupakan alat terpenting yang memperpanjang daya simpan komoditi hortikultura segar. Pengaturan temperatur yang tepat dimulai dengan menghilangkan secara cepat panas saat di lapangan dengan menggunakan salah satu metode pendinginan sebagai berikut : *Hydrocooling, In-package icing, Top icing, Evaporating cooling, Room cooling, forced air cooling, serpentine force-air cooling, vacuum cooling, hydro-vacuum cooling.*

Fasilitas penyimpanan dingin seharusnya dirancang dengan baik dan dengan peralatan yang memadai. Alat haruslah baik dalam konstruksi insulasi, termasuk penghalang uap ada sisi hangat, lantai yang kuat, posisi pintu yang cukup dan baik untuk pengangkutan dan pembongkaran, distribusi udara pendingin yang efektif, pengontrol suhu sensitif pada tempat yang sesuai, kapasitas penampung suhu yang cukup sesuai dengan kebutuhan, permukaan coil tereferigrasi yang cukup untuk meminimumkan perbedaan suhu koil dan udara. Komoditas seharusnya ditumpuk didalam ruang pendingin agar jarak antara pallet (wadah penyimpan) yang dapat dipindah-pindah dengan dinding dan antara pallet

cukup baik sehingga menjamin sirkulasi udara. Ruang penyimpanan seharusnya tidak penuh melebihi batas untuk pendinginan yang baik. Dalam mengontrol temperatur maka temperatur komodits yang seharusnya digunakan, bukan temperatur ruangan.

Alat-alat pengangkut sebaiknya dilengkapi dengan sistem pendingin sebelum komoditas dimuat. Tenggang waktu yang lama antara pendinginan setelah panen dan pemuatan ke alat transit seharusnya dihindari. Temperatur yang cocok seharusnya selalu dipakai selama sistem penanganan.

Mengontrol Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif dapat mempengaruhi kehilangan air, perkembangan pembusukan, perkembangan penyakit fisiologis dan ketidakseragaman pemasakan. Kondensasi uap air pada komoditas (sweating) dalam jangka waktu lama kemungkinan sangat baik untuk mendukung proses pembusukan pada kelembaban relatif udara disekeliling komoditi. Kelembaban relatif yang cocok adalah 85-95% untuk buah dan 90-98% untuk sayuran, kecuali bawang bombay kering dan baik bila disimpan pada kelembaban relatif udara sekitar 95-100%.

Pengontrolan kelembaban relatif dapat dilakukan dengan pengaplikasian satu atau lebih prosedur-prosedur berikut:

- penambahan kelembaban (penyemprotan air dalam bentuk kabut dan uap) ke udara dengan alat pelembab.
- Pengaturan gerakan udara dan ventilasi dalam hubungannya dengan pemuatan produk ke dalam ruang penyimpanan dingin
- Mempertahankan temperatur pendinginan pada 1°C (2°F) suhu udara
- Pembasahan lantai ruang penyimpanan
- Penghalang kelembaban-insulasi dingin ruang penyimpanan dan alat pengangkut, lapisan polietilen dalam kontainer, lapisan plastik untuk pengepakan.
- Memberikan hancuran es dalam kontainer pengiriman atau dalam kantong penjualan pada komoditi yang tidak terluka.
- Penyimpanan air pada komoditi selama pemasaran diterapkan pada sayuran daun, sayuran akar dari daerah-daerah subtropik dan sayuran buah yang mentah.

Pengelolaan Teperatur Tambahan

Banyak prosedur teknologi yang digunakan secara komersil sebagai tambahan terhadap pengelolaan temperatur. Tidak ada dari prosedur tersebut sendiri atau kombinasinya, dapat menggantikan usaha mempertahankan temperatur optimum dan kelembaban relatif dalam memperpanjang daya simpan komoditi hortikultura hasil panen, tetapi mereka dapat menolong memperpanjang daya simpan

dibandingkan dengan menggunakan metode pendinginan secara tunggal. Aplikasi perlakuan-perlakuan pada komoditas yaitu: pengasapan (curing) sayuran akar tertentu, umbi lapis dan umbi, penghilangan kelembaban/air permukaan yang berlebihan, pemiliha/sortasi untuk mengurangi cacat, pelilinan (waxing) atau membungkus permukaan dengan film (plastik), perlakuan panas (air panas, uap air panas), perlakuan dengan fungisida pasca panen, penggunaan penghambat pertunasan/perkecambahan, perlakuan kimia khusus (penghambat pembakaran, kalsium), fumigasi sebagai pengontrol hama, perlakuan etilen (degreening pemasakan), sedangkan perlakuan manipulasi lingkungan meliputi pengepakan, pengontrolan gerakan dan sirkulasi udara, pengontrolan pertukaran atau ventilasi udara, pembuatan etilen, pengendalian dan modifikasi atmosfer dan sanitasi (pembersihan).

Soal Latihan

1. Apakah yang dimaksud dengan buah klimaterik dan non klimaterik?
2. Jelaskan teori terjadinya buah klimaterik?
3. Bagaimanakah cara menyimpan buah yang baik?
4. Jelaskan perubahan yang terjadi pada buah dan sayur?
5. Bagaimanakah cara menyimpan biji yang baik untuk dikonsumsi?

6. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu ikan!
7. Sebutkan perubahan-perubahan yang terjadi selama penyimpanan telur!
8. Jelaskan cara pengawetan telur segar!
9. Sebutkan jenis-jenis daging berdasarkan sifat fisiknya!
10. Jelaskan anda-tanda buah nenas, pisang dan mangga yang baik untuk dipanen?

V. SANITASI

5.1. Definisi Sanitasi

Perkembangan zaman membuat manusia berpikir tentang kehidupan yang lebih baik di tengah kondisi lingkungan yang semakin memburuk. Sifat alamiah manusia adalah berusaha mengubah lingkungan dengan cara-cara tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan kondisi yang paling menguntungkan bagi manusia, khususnya yang berkaitan dengan kebutuhan utama manusia akan pangan. Seperti peribahasa yang mengatakan *lebih baik mencegah daripada mengobati* sekarang ini sudah menjadi motto utama hidup setiap orang. Salah satu contoh dari usaha ini tercakup dalam ilmu sanitasi (*sanitary science*).

Sanitasi adalah upaya penghilangan semua faktor luar makanan yang menyebabkan kontaminasi dari bahan makanan sampai dengan makanan siap saji (FAO dan WHO, 2003). Sedangkan tujuan sanitasi adalah mencegah kontaminasi bahan makanan dan makanan siap saji sehingga aman dikonsumsi oleh manusia. Kontaminasi terjadi saat agen biologi, fisika atau kimia yang ada di lingkungan masuk ke dalam bahan makanan saat pengolahan maupun penanganan.

Ilmu sanitasi adalah ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip yang akan membantu dalam mem-

perbaiki, mempertahankan atau mengembalikan kesehatan yang baik pada manusia. Sanitasi sendiri merupakan usaha pencegahan penyakit dengan cara menghilangkan atau mengatur faktor-faktor lingkungan yang berkaitan dengan rantai perpindahan penyakit. Untuk mempraktikkan ilmu sanitasi seseorang harus mengubah segala sesuatu dalam lingkungan yang dapat secara langsung maupun tidak langsung membahayakan terhadap kehidupan manusia terutama pada aspek kesehatan. Bahaya-bahaya tersebut dapat berasal dari aspek biologis, kimia, dan fisik. Namun, aspek biologis terutama mikroba akan lebih banyak berkaitan dengan ilmu sanitasi. Keterkaitan ini disebabkan karena produksi penyakit dan produksi senyawa-senyawa dari proses pembusukan atau dekomposisi oleh mikroba.

Sanitasi pangan merupakan bagian paling penting dalam ilmu sanitasi. Hal ini dikarenakan baik secara langsung maupun tidak langsung, lingkungan kita akan berhubungan dengan suplai makanan manusia. Contohnya, alam menyediakan tanaman pangan yang merupakan bahan baku pembuatan makanan. Namun, kita tidak tahu tingkat keamanannya, kebersihan dan kesehatannya yang berkaitan dengan penyakit yang dapat ditimbulkan oleh makanan sebagai sumbernya. Contohnya kasus

keracunan makanan akibat mengkonsumsi hidangan pada acara resepsi pernikahan atau susu gratis yang dibagikan di sekolah-sekolah. Sanitasi pangan merupakan salah satu syarat untuk tercapainya keadaan yang aman dan sehat jika masyarakat mengkonsumsi suatu produk pangan. Hal ini dikenal juga dengan istilah keamanan pangan. Oleh karena itu, akan lebih banyak dijabarkan tentang sanitasi yang dilakukan industri pangan tetapi sebagian dapat diimplementasikan dalam rumah tangga.

Industri pangan menerapkan GMP (*Good Manufacturing Practices*) untuk meminimalkan terjadinya kontaminasi pada produk pangan. Definisi GMP adalah praktik pengolahan dan sanitasi pangan yang baik untuk menjamin bahwa produk pangan aman untuk dikonsumsi. Terdapat 4 area utama GMP dalam pengolahan pangan yaitu personal (*personel*), bangunan/gedung dan fasilitasnya (*building and facilities*), peralatan dan perlengkapan (*equipment and utensils*), kontrol produksi dan prosesnya (*production and process controls*). Fokus utama dari semua area GMP tersebut adalah proses pengendalian sanitasi yang diatur melalui SSOP (*Sanitary Standard Operating Procedures*), yaitu prosedur yang ditetapkan secara spesifik tahap-demi-tahap untuk proses-proses yang berkaitan dengan sanitasi. FDA (*Food and Drug Administration*) telah menetapkan delapan bidang kunci kondisi sanitasi untuk SSOP yang intinya berisi tentang sanitasi pekerja, sanitasi ruang dan

peralatan sanitasi, dan sanitasi lingkungan. Berikut merupakan delapan bidang kunci kondisi sanitasi untuk SSOP yang ditetapkan FDA (*Food and Drug Administration*);

- a. Keamanan air yang kontak dengan makanan atau permukaan yang kontak dengan makanan; atau yang digunakan dalam pembuatan es;
- b. Kondisi/kebersihan permukaan-permukaan yang kontak dengan makanan termasuk peralatan, sarung tangan, dan baju luar;
- c. Pencegahan kontaminasi silang (*cross contamination*) dari benda-benda yang tidak saniter pada makanan, bahan pengemas makanan, dan permukaan lain yang kontak dengan makanan;
- d. Pemeliharaan pencucian dan sanitasi tangan, dan fasilitas toilet;
- e. Perlindungan makanan, bahan pengemas makanan, dan permukaan yang kontak dengan makanan dari pencemaran (*adulteration*) dengan bahan pelumas, bahan bakar, pestisida, senyawa pembersih, bahan pensanitasi, kondensat, dan cemaran bahan kimia, fisik, dan biologis lain;
- f. Pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan senyawa toksik yang tepat;
- g. Pengawasan kondisi kesehatan karyawan yang dapat mengakibatkan kontaminasi mikrobiologis makanan, bahan pengemas makanan, dan permukaan yang kontak dengan makanan; dan
- h. Penghilangan hama dari pabrik makanan

5.2. Bakteri Indikator Sanitasi, *Escherichia coli* dan Coliform

Dalam bidang mikrobiologi pangan, dikenal istilah bakteri indikator sanitasi. Dalam hal ini pengertian pangan adalah pangan seperti yang tercantum pada Undang-Undang Pangan No. 7 tahun 1996 tentang “Perlindungan Pangan” yang mencakup makanan dan minuman (termasuk air minum). Bakteri indikator sanitasi adalah bakteri yang keberadaannya dalam pangan menunjukkan bahwa air atau makanan tersebut pernah tercemar oleh kotoran manusia. Bakteri-bakteri indikator sanitasi tersebut pada umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Jadi keberadaan bakteri tersebut pada air atau makanan menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air atau makanan pernah mengalami kontak dengan kotoran yang berasal dari usus manusia sehingga mengandung bakteri patogen lainnya yang berbahaya.

Terdapat tiga jenis bakteri indikator sanitasi yaitu *Escherichia coli*, kelompok *Streptococcus* (*Enterococcus*) fekal dan *Clostridium perfringens*. *C. perfringens* adalah bakteri gram positif pembentuk spora yang sering ditemukan dalam usus manusia. Meskipun demikian, bakteri ini jarang digunakan sebagai indikator sanitasi karena metode pengujiannya kurang spesifik, kadang-kadang ditemukan

di luar usus manusia seperti pada tanah, debu, lingkungan dan sebagainya. Bakteri ini juga termasuk patogen asal pangan (*foodborne pathogens*) yang dapat menyebabkan keracunan.

Kelompok *Streptococci* fekal merupakan bakteri gram positif bukan pembentuk spora yang ditemukan dalam usus manusia. Akan tetapi *Streptococci* fekal relatif tidak banyak diujikan sebagai indikator sanitasi karena beberapa spesiesnya ditemukan di luar usus manusia (*S. equinus* pada usus kuda, *S. bovis* pada sapi). Korelasinya dengan terdapatnya patogen tidak dianggap bagus. Meskipun demikian bakteri ini baik digunakan sebagai indikator sanitasi apabila jarak pengambilan sampel dan laboratorium pengujian cukup jauh karena relatif lebih tahan berada di dalam air ketimbang *Escherichia coli*.

Bakteri yang paling banyak digunakan sebagai indikator sanitasi adalah *E. coli*, karena bakteri ini adalah bakteri komensal pada usus manusia, umumnya bukan patogen penyebab penyakit sehingga pengujiannya tidak membahayakan dan relatif tahan hidup di air sehingga dapat dianalisis keberadaannya di dalam air yang notabene bukan merupakan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri. Keberadaan *E. coli* dalam air atau makanan juga dianggap memiliki korelasi tinggi dengan ditemukannya patogen pada pangan.

E. coli adalah bakteri gram negatif berbentuk batang yang tidak membentuk spora yang merupakan flora normal di usus. Meskipun demikian, beberapa jenis *E. coli* dapat bersifat patogen, yaitu serotipe-serotipe yang masuk dalam golongan *E. coli* Enteropatogenik, *E. coli* Enteroinvasif, *E. coli* Enterotoksigenik dan *E. coli* Enterohemoragik. Jadi adanya *E. coli* dalam air minum menunjukkan bahwa air minum tersebut pernah terkontaminasi kotoran manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus. Oleh karenanya standar air minum mensyaratkan *E. coli* harus absen dalam 100 ml.

Berbagai cara pengujian *E. coli* telah dikembangkan, tetapi analisis konvensional yang masih banyak dipraktikkan adalah dengan 4 tahap analisis yang memerlukan waktu 5-7 hari. Empat tahap analisis tersebut adalah uji pendugaan dengan metode MPN (*most probable number*), uji penguat pada medium selektif, uji pelengkap dengan medium lactose broth, serta uji identifikasi dengan melakukan reaksi IMViC (indol, methyl red, Vogues-Praskauer, dan citrate). Jadi untuk dapat menyimpulkan *E. coli* berada dalam air atau makanan diperlukan seluruh tahapan pengujian di atas. Apabila dikehendaki untuk mengetahui serotipe dari *E. coli* yang diperoleh untuk memastikan apakah *E. coli* tersebut patogen atau bukan maka dapat dilakukan uji serologi. Meskipun demikian, beberapa serotipe patogen tertentu seperti O157:H7 yang ganas tidak dapat diuji langsung dengan

pengujian 4 tahap ini dan memerlukan pendekatan analisis khusus sejak awal.

Karena uji *E. coli* yang kompleks, maka beberapa standar, misalnya Standar Nasional Indonesia (SNI), mensyaratkan tidak adanya coliform dalam 100 ml air minum. Coliform adalah kelompok bakteri gram negatif berbentuk batang yang pada umumnya menghasilkan gas jika ditumbuhkan dalam medium laktosa. Salah satu anggota kelompok coliform adalah *E. coli* dan karena *E. coli* adalah bakteri coliform yang ada pada kotoran manusia maka *E. coli* sering disebut sebagai coliform fekal. Pengujian koliform jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan uji *E. coli*, karena hanya memerlukan Uji penduga yang merupakan tahap pertama uji *E. coli* 4 tahap di atas. Jika terdapat coliform dalam air minum atau makanan berarti ada kemungkinan air atau makanan itu mengandung *E. coli*, tetapi mungkin juga tidak mengandung *E. coli* karena bakteri-bakteri bukan patogen dan bukan asal usus dari genus *Enterobacter* dan beberapa *Klebsiella* juga menghasilkan uji koliform positif. Untuk mengetahui lebih lanjut koliform fekal atau *E. coli* maka dapat dilanjutkan dengan uji pelengkap 4 tahap (IMViC). Akan tetapi jika uji penduga tidak menunjukkan adanya koliform, maka tidak perlu dilakukan uji 4 tahap di atas. Pada air bukan untuk minum umumnya terdapat perbedaan persyaratan coliform dari *E. coli*. Air mempunyai standar/acuan jumlah mikroorga-

nisme yang diperbolehkan sebagai contoh air untuk kolam renang misalnya mensyaratkan kandungan koliform $< 2.4 \times 10^3$, tetapi syarat *E. coli* lebih ketat yaitu $< 1 \times 10^3$ dalam 100 ml.

5.3. Sumber-Sumber Kontaminasi Pangan

Kasus keracunan makanan yang sering terjadi merupakan salah satu contoh bahwa masyarakat belum sepenuhnya mengetahui sanitasi dan cara pengolahan makanan yang baik dan aman. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengetahui sumber-sumber dan penyebab terjadinya kasus keracunan makanan tersebut. Umumnya kasus keracunan makanan yang terjadi disebabkan oleh kontaminasi makanan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut dapat menimbulkan penyakit seperti kasus keracunan. Keracunan makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme dapat digolongkan menjadi dua yaitu intoksikasi dan infeksi.

Intoksikasi adalah keracunan makanan akibat toksin yang diproduksi oleh mikroorganisme. Mikroba yang tumbuh dalam makanan akan memproduksi senyawa yang bersifat larut dan beracun. Bila makanan yang mengandung toksin tersebut dikonsumsi akan dapat menyebabkan penyakit. Mikroorganisme yang menimbulkan jenis keracunan makanan seperti ini antara lain

adalah *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *C. Perfringens*, *Bacillus cereus*, dan *Vibrio parahaemolyticus*.

Jenis keracunan makanan yang kedua adalah infeksi, yaitu masuknya mikroba ke dalam alat pencernaan manusia. Disini mikroba tersebut akan tumbuh, berkembang biak, dan menimbulkan penyakit. Dalam infeksi seperti ini, toksin juga diproduksi ketika organismenya sedang tumbuh, tetapi gejala penyakit yang utama bukan dihasilkan oleh adanya senyawa toksin dalam makanan ketika dikonsumsi melainkan oleh mikroba sendiri. Oleh karena itu, penyembuhan penyakit infeksi ini membutuhkan pengobatan yang ditujukan untuk menghilangkan mikroba dari dalam tubuh. Mikroba yang menimbulkan infeksi melalui makanan antara lain adalah *Brucella sp.*, *E. Coli*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Streptococcus grup A*, *Vibrio cholerae*, dan virus hepatitis A. Berbagai jenis penyakit yang dapat ditularkan melalui makanan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Umumnya, mikroba yang tumbuh pada makanan ini dibawa oleh medium pembawa yang kontak langsung maupun tidak langsung dengan makanan. Medium pembawa tersebut di antaranya adalah manusia/pekerja, hewan, dan lingkungan tempat pengolahan dan penyimpanan pangan. Bisa jadi medium pembawa tersebut membuat rantai penularan penyakit dari medium satu ke medium akhir yang kontak dengan makanan.

5.3.1. Pekerja atau Manusia

Pekerja yang menangani makanan dalam suatu industri pangan merupakan sumber kontaminasi yang penting, karena kandungan mikroba patogen pada manusia dapat menimbulkan penyakit yang ditularkan melalui makanan.

Sebagai gambaran, manusia yang sehat saja mampu membawa mikroba-mikroba seperti *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* dan Streptokoki (Enterokoki) dari kotoran (tinja). Streptokoki umumnya terdapat dalam kulit, hidung, mulut, dan tenggorokan, serta dapat mudah dipindahkan ke dalam makanan.

Manusia sehat bisa menjadi pembawa mikroba-mikroba

tersebut dikarenakan pola atau kebiasaan tidak menjaga kebersihan diri sendiri. Contoh kongkrit yang sering terjadi adalah setelah pekerja yang mengunjungi kamar kecil untuk buang air tidak mencuci tangan sampai bersih kemudian tangan pekerja tersebut kontak dengan makanan. Contoh lainnya, kebiasaan tangan pekerja yang tidak disadari selalu menggaruk kulit, menggosok hidung, merapikan rambut, menyentuh atau meraba pakaian dan hal-hal lain yang serupa merupakan andil yang besar dalam perpindahan kontaminan dari manusia ke makanan. Selain bahaya biologis, manusia juga membawa bahaya fisik. Misalnya, rambut dan perhiasan (cincin) pekerja yang tidak disadari jatuh ke dalam makanan.

Tabel 5.1. Penyakit-penyakit yang umum ditimbulkan melalui makanan

NO	PENYAKIT	PENYEBAB	CARA TRANSMISI	CARA PENCEGAHAN	PENGobatan
1.	Keracunan makanan Staphylococcus	Enterotoksin yang larut oleh <i>Staphylococcus aureus</i> dalam makanan.	Menelan makanan yang terkontaminasi	1. Mencegah kontaminasi 2. Refrigerasi	Supportive (meningkatkan daya tahan tubuh, misal dengan vitamin).
2.	Keracunan makanan	Pertumbuhan <i>Clostridium perfringens</i> dalam makanan (kebanyakan daging-dagingan)	Menelan makanan yang terkontaminasi	1. Mencegah kontaminasi 2. Menghidangkan makanan panas-panas tanpa ditunda 3. Pemasakan cukup 4. Refrigerasi	Supportive

NO	PENYAKIT	PENYEBAB	CARA TRANSMISI	CARA PENCEGAHAN	PENGOBATAN
3.	Botulism	Toksin larut yang diproduksi oleh pertumbuhan <i>Clostridium botulinium</i> dalam makanan anaerobik nonasam	Menelan makanan yang terkontaminasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencegah kontaminasi 2. Pengawetan dengan panas 3. Pemanasan hingga mendidih selama 15' sebelum makan 	Antitoksin spesifik
4.	Keracunan makanan <i>Bacillus cereus</i>	Sel dan toksin dari <i>Bacillus cereus</i> dalam alat pencernaan	Menelan makanan yang terkontaminasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencegah kontaminasi 2. Refrigerasi 	Supportive
5.	Keracunan makanan <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Sel <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Menelan makanan yang terkontaminasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemasakan <i>seafoods</i> secukupnya 2. Refrigerasi <i>seafoods</i> setelah dimasak 	Supportive Antibiotika
6.	Salmonellosis	Salah satu spesies dari <i>Salmonella</i>	Menelan organisme hidup dalam makanan terkontaminasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencegah kontaminasi 2. Pembersihan makanan mentah 3. Pemasakan dengan baik 4. Refrigerasi 5. Hilangkan <i>carriers</i> 	Pemberian antibiotika memberikan hasil yang tidak teratur
7.	Demam typhus Demam paratyphus	<i>Salmonella typhi</i> , <i>S. paratyphi A</i> , <i>S. paratyphi B</i> , <i>S. paratyphi C</i>	Menelan organisme hidup dalam makanan atau air yang terkontaminasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klorinasi air 2. Deteksi dan hilangkan <i>carries</i> 3. Pemasakan makanan dengan baik 4. Immunisasi 5. Sanitasi umum 	Pemberian antibiotika
8.	Shigellosis (Disentri basiler)	Salah satu spesies dari <i>Shigella</i>	Menelan organisme hidup dalam makanan atau air yang terkontaminasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klorinasi air 2. Pemasakan dan penanganan makanan dengan baik 3. Sanitasi umum 	Pemberian antibiotika dan pemeliharaan cairan

NO	PENYAKIT	PENYEBAB	CARA TRANSMISI	CARA PENCEGAHAN	PENGOBATAN
9.	<i>Streptococcal pharyngitis</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Menelan organisme hidup dalam makanan atau susu yang terkontaminasi Juga dengan cara kontak dan pernafasan	1. Sanitasi umum 2. Pasteurisasi susu 3. Pemasakan, penanganan dan penyimpanan makanan yang cocok	Pemberian antibiotika
10.	Diphtheri	<i>Corynebacterium diphtheria</i>	Menelan organisme hidup dalam makanan atau susu yang terkontaminasi Juga dengan cara kontak dan pernafasan	1. Immunisasi 2. Pasteurisasi susu 3. Penanganan dan refrigerasi yang baik 4. Sanitasi umum	Pemberian antibiotika dan antitoksin
11.	Brucellosis	<i>Brucella abortus</i> , <i>B. melitensis</i> , <i>B. suis</i>	Menelan organisme hidup dalam susu atau produk daging yang terkontaminasi	1. Pasteurisasi susu 2. Pemasakan produk susu dan daging yang baik 3. Sanitasi umum	Pemberian antibiotika
12.	Infeksi hepatitis (sakit kuning epidemik)	<i>Virus hepatitis</i>	Juga dengan cara kontak dan pernafasan	1. Sanitasi umum 2. Isolasi penderita	Gammaglobulin
13.	Amoebiasis (disentri amoba)	<i>Entamoeba histolytica</i>	Menelan virus dalam air, susu, dan makanan yang terkontaminasi Juga dengan cara kontak langsung	1. Sanitasi umum 2. Filtrasi air	Antibiotika dan terapi kimia
14.	Trichinosis	Larva dari <i>Trichinella spiralis</i>	Menelan telur dari organisme dalam air dan makanan terkontaminasi	Pengolahan daging babi yang cukup 1. Penanganan air 2. Sanitasi umum	Terapi supportive
15.	Gastroenteritis epidemik	Salah satu virus	Menelan daging yang mengandung larva hidup Menelan virus dalam air dan makanan yang terkontaminasi. Juga dengan cara kontak.	1. Klorinasi air 2. Sanitasi umum	Terapi supportive Antibiotika dan terapi supportive. Terutama balance cairan pada anak-anak

NO	PENYAKIT	PENYEBAB	CARA TRANSMISI	CARA PENCEGAHAN	PENGOBATAN
16.	Diare akut	<i>Eschericia coli</i> , <i>Shigella sp.</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>Giardia lambia</i> , <i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , lain-lain	Menelan organisme hidup dalam makanan dan air terkontaminasi	1. Sanitasi umum 2. Immunisasi	Terapi supportive
17.	Poliomielitis - Paralisis infantil - Polia	Salah satu dari 3 jenis poliovirus	Kontak langsung. Air terkontaminasi Makanan mungkin, tetapi belum dibuktikan	1. Pemasakan daging dengan baik terutama kelinci 2. Khlorinasi air	Terapi supportive
18.	Tularemia	<i>Francisella tularensis</i>	Kontak langsung Gigitan serangga Menelan organisme dalam daging yang berasal dari hewan yang terinfeksi Air terkontaminasi	1. Sanitasi umum 2. Pasteurisasi susu dan produk-produk susu 3. Menghilangkan ternak yang terinfeksi	Antibiotika dan terapi supportive
19.	Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Kontak, pernafasan, konsumsi organisme dalam susu yang berasal dari hewan yang terinfeksi		

Sumber: Jenie, 1987

5.3.2. Hewan

Sumber kontaminasi yang kedua adalah berasal dari hewan. Hewan juga dapat menjadi medium pertumbuhan dan penyebaran penyakit. Pada industri pangan

yang menjadikan hewan sebagai bahan baku mereka, sangat penting untuk melakukan pemeriksaan hewan tersebut. Namun, untuk sebagian besar industri pangan tidak menghendaki adanya hewan yang berada di area pengolahan makanan. Semua

hewan membawa debu, kotoran dan mikroba. Ini termasuk hewan peliharaan rumah tangga seperti anjing dan kucing. Apabila hewan tersebut diizinkan berada di dekat makanan, makanan itu dapat menjadi terkontaminasi.



Gambar 5.1. Keberadaan Binatang Peliharaan dalam Lingkungan Pabrik harus Dihindari (Anonim, 2005)

a. Ternak Besar

Staphylococcus aureus merupakan penghuni dari hidung, mulut, tenggorokan, dan kulit dari hewan ternak. Tetapi sebagian besar yang terdapat adalah dalam bentuk koagulase negatif sehingga tidak virulen potensial. Selain itu, *Sterptokoki fekal*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, dan koliform merupakan penghuni alat pencernaan ternak.

b. Unggas

Unggas adalah hewan yang mengandung *Salmonella* terbanyak termasuk galur-galur patogenik terhadap manusia. Penyakit perut oleh *Salmonella* pada manusia, kira-kira seperuhnya disebabkan oleh produk-produk unggas terutama

telur. Pada telur yang sudah mengandung *S. Typhimurium* dapat menyebabkan penyakit typhus. Kulit-kulit telur menjadi sumber *Salmonella* dan dapat mengkontaminasi isi telur, bila kulit dan membrannya terluka atau bila telur dipecahkan. Oleh karena itu makanan yang mengandung produk-produk unggas perlu diperhatikan secara khusus, misalnya dengan mencuci bersih telur yang akan digunakan.

Selain *Salmonella*, unggas dapat merupakan sumber *Staphylococcus aureus* bila kulitnya terluka dan terinfeksi oleh bakteri tersebut. Makin besar lukanya, penggandaan *Staphylococcus aureus* makin banyak.

c. Hewan Peliharaan

Hewan-hewan peliharaan seperti anjing dan kucing diketahui banyak mengandung *Salmonella* yang diperoleh dari makanan anjing yang terkontaminasi. Oleh karena itu, hewan peliharaan sebaiknya tidak berkeliaran di areal persiapan, pelayanan, dan penyimpanan makanan. Pekerja yang telah memegang hewan harus mengganti baju dan mencuci tangannya dengan baik sebelum menangani makanan. Kontrol terhadap *Salmonella* dalam makanan hewan peliharaan akan membantu mengurangi salmonellosis pada hewan tersebut dan secara tidak langsung pada manusia.

d. Binatang Pengerat

Tikus dapat mengkontaminasi makanan selama transportasi, pengudangan, dan dalam ruang persiapan pangan. Tikus membawa organisme penyakit pada kulit dan atau dalam alat pencernaan yang berasal dari makanan yang sudah terkontaminasi. Salah satu organisme penyakit tersebut adalah *Salmonella* yaitu *S. typhimurium*, *S. enteridis*, dan *S. newport*. Kontrol terhadap tikus ini penting dan harus dijaga dari tempat-tempat dimana makanan disimpan.

e. Serangga

Lalat yang sering berdekatan dengan manusia dan paling sering ditemukan dalam pabrik makanan adalah *Musa domestica*. Tempat-tempat berkembang biak lalat yang paling disukai adalah kuku hewan, kotoran manusia, sampah, dan selokan. Oleh karena itu, kaleng-kaleng atau wadah-wadah sampah yang terbuka merupakan ancaman bagi sanitasi yang baik. Lalat sering kali membawa organisme-organisme penyakit dalam bagian-bagian mulut, pencernaan, kaki dan jarinya. Karena serangga memakan kotoran-kotoran, semuanya ini dapat mengandung patogen usus yang berasal dari manusia maupun hewan, di antaranya *Salmonella*. Oleh karena itu sangat penting sekali bahan pangan dilindungi dari lalat.

Kecoa juga sering dijumpai dalam pabrik makanan. Hewan ini biasanya meninggalkan bau khas pada benda dan mengotorinya dengan fases yang agak cair. Kecoa suka akan makanan berpati, keju, dan bir; tetapi juga memakan hewan-hewan mati, kulit, dan kertas dinding. Kecoa sering mengkontaminasi makanan dan peralatan dengan membawa kotoran-kotoran yang mengandung patogen pada kaki dan tubuhnya.

Nyamuk dan ngengat seirng terdapat pada tempat-tempat pengolahan makanan dan dapat membawa organisme penyakit dan mengkontaminasi makanan. Hewan ini suka tempat yang hangat.

5.3.3. Debu dan kotoran

Debu dan kotoran terdiri atas tanah, kulit mati, bulu-bulu halus dan berbagai partikel kecil lainnya. Debu dan kotoran ini sangat mudah tertiuip ke makanan setelah terbawa ke dapur melalui pakaian dan sepatu. Tanah mengandung bakteri *Clostridium perfringens* penyebab keracunan makanan dan banyak lagi yang lain.

5.3.4. Udara dan air

Udara mengandung bakteri dan beberapa di antaranya dapat melekat pada makanan yang ditinggalkan dalam keadaan terbuka. Jika menggunakan air yang tidak berasal dari keran

utama (misalnya dari tangki air yang tidak tertutup di loteng), air tersebut dapat mengandung bakteri yang berbahaya.

5.3.5. Makanan mentah

Makanan mentah mengandung bakteri ketika mereka tiba di tempat pengolahan makanan. Daging mungkin mengandung bakteri yang semula berada di usus hewan. Mungkin juga daging itu terkontaminasi oleh bakteri ketika hewan tersebut dibunuh. Air daging juga mungkin mengandung bakteri.

Bakteri penyebab keracunan makanan yang disebut *Salmonella* hidup di dalam usus kebanyakan ayam. Sebagian besar unggas mungkin terkontaminasi bakteri ini. Kebanyakan buah dan sayuran mengandung bakteri. Sayuran yang berasal dari akar seperti kentang, wortel mengandung bakteri tanah di atasnya.

Apabila ikan masih benar-benar segar, mungkin tidak banyak mengandung bakteri. Bagaimanapun, ikan sangat cepat rusak dan sangat mungkin terkontaminasi selama proses transportasi dan penyimpanan. Kerang hidup dengan menyaring air laut. Apabila kerang hidup di tempat yang airnya tercemar, misalnya dekat tempat keluarnya saluran pembuangan, kerang tersebut mungkin mengandung bakteri berbahaya dan berbagai virus.

5.3.6. Buangan (sampah)

Sampah, terutama sampah dapur, mengandung makanan busuk, sisa-sisa makanan, sisa kupasan yang semuanya mengandung bakteri. Tempat sampah yang terbuka akan menarik lalat dan hama lainnya yang kemudian membawa bakteri ke makanan.



Gambar 5.2. Genangan Air dapat Sebagai Habitat Hidup Bakteri (Anonim, 2005)



Gambar 5.3. Sisa-Sisa Bahan selama Proses dapat Menjadi Sumber Kontaminasi (Anonim, 2005)

- Mudah diukur dalam larutan yang telah digunakan

Jenis-jenis bahan sanitasi yang utama adalah sanitasi panas, sanitasi radiasi, dan sanitasi kimia. Sanitasi panas adalah bahan sanitasi dengan menggunakan uap panas dan air panas. Sanitasi radiasi adalah bahan sanitasi yang menggunakan sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 2500A atau katode energi tinggi atau sinar gama untuk menghancurkan mikroorganisme. Sedangkan sanitasi kimia adalah bahan sanitasi yang menggunakan bahan-bahan kimia. Penggolongan sanitaiser kimia berdasarkan senyawa kimia yang mematikan mikroorganisme yaitu (1) senyawa-senyawa pelepas khlorin, (2) *quaternary ammonium compounds*, (3) iodophor, (4) senyawa amfoterik, dan (5) senyawa fenolik.

5.4. Jenis-jenis Sanitaizer

Sanitaizer (desinfektan) adalah bahan yang digunakan untuk mereduksi jumlah mikroorganisme patogen dan perusak di dalam pengolahan pangan dan pada fasilitas dan perlengkapan persiapan makanan. Syarat-syarat sanitaiser yang ideal adalah harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Sifat-sifat destruktif terhadap mikroorganisme
- Tahan terhadap lingkungan
- Sifat-sifat membersihkan yang baik
- Tidak beracun dan tidak menyebabkan iritasi
- Larut dalam air dengan berbagai perbandingan
- Bau dapat diterima atau tidak berbau
- Stabil dalam larutan pekat dan encer
- Mudah digunakan
- Banyak tersedia
- Murah

5.4.1. Senyawa Khlorin

Senyawa-senyawa khlorin yang berfungsi sebagai sanitaiser dapat dikelompokkan menjadi (1) khlorin cair, (2) hipokhlorit, (3) khloramin anorganik, dan (4) khloramin organik dan khlorin dioksida. Hipokhlorit adalah sanitaiser yang paling banyak digunakan dalam industri pangan, tetapi ada sejumlah senyawa khlorin lain yang digunakan dalam jumlah terbatas seperti Cl_2 dan trisodium fosfat terklorinasi seperti juga khloramin organik, turunan asam isosianurik, dan diklorodiametilhidantoin. Hipokhlorit adalah senyawa khlorin

yang paling aktif dan efektif dalam meninaktifkan sel-sel mikroba dalam suspensi air dan membutuhkan waktu kontak kira-kira 1.5-100 detik. Reduksi populasi sel sebanyak 90 persen untuk sebagian besar mikro-organisme dapat dicapai dalam waktu kurang dari 10 detik dengan kadar khlorin bebas yang relatif rendah.

Pada umumnya, senyawa-senyawa penghasil khlorin merupakan sanitaiser yang paling kuat dengan spektrum luas. Bakteri gram positif dan gram negatif sama-sama peka terhadap khlorin. Disamping itu, senyawa ini memperlihatkan aktifitas terhadap spora-spora bakteri. Senyawa penghasil khlorin murah harganya; mudah digunakan dan tidak dipengaruhi oleh air sadah. Tetapi, pH tinggi harus dijaga untuk mencegah terjadinya korosi, dengan konsekuensi hilangnya sebagian aktifitas bakterisidal. Kerugian utama dari senyawa-senyawa ini adalah cepat inaktif oleh adanya bahan organik; disamping itu harus dibilas dengan baik untuk mencegah korosi.

Cara kerja dari senyawa khlorin ini adalah mempengaruhi fungsi membran sel, terutama transpor nutrisi ekstraseluler dan karbohidrat dan asam amino berlabel tidak dapat diambil oleh sel-sel yang telah diberi perlakuan dengan khlorin.

Keuntungan dari senyawa khlorin dibandingkan desinfektan lain adalah;

- a. kerjanya cepat

- b. nonselektif dalam mematikan semua jenis sel-sel vegetatif
- c. biaya penggunaannya paling rendah
- d. pembilasan peralatan setelah penggunaan umumnya tidak diperlukan

Sedangkan kelemahannya adalah sebagai berikut:

- a. tidak stabil karena agak cepat hilang oleh panas atau oleh kontaminasi dengan bahan organik
- b. sangat korosif terhadap *stainless steel* dan logam lain
- c. waktu kontak yang terbatas dengan peralatan

5.4.2. Quaternary Ammonium Compounds

Senyawa ini dikenal sebagai "quaternaries", "quats", atau "QACs", adalah garam-garam ammonium dengan beberapa atau semua atom-atom H dalam ion $(\text{NH}_4)^+$ disubstitusi dengan gugus alkali atau gugus aril. Anionnya biasanya klorida atau bromida. Kation yang merupakan bagian utama adalah bagian aktif dari molekul, sedangkan bagian anionnya hanya penting karena dapat mempengaruhi kelarutan QACs. QACs yang banyak digunakan adalah cetil trimetil ammonium bromida dan lavrildimetilbencil ammonium klorida.

Dibandingkan dengan hipoklorit, QACs lebih mahal tetapi senyawa ini mempunyai banyak sifat-sifat yang diinginkan. Dengan demikian

QACs, tidak dipengaruhi oleh adanya kotoran-kotoran organik, monokorosif, walaupun beberapa jenis karet dapat dipengaruhi dan tidak mengiritasi kulit. Senyawa ini mudah berpenetrasi sehingga sangat berguna untuk permukaan-permukaan yang porous. Senyawa ini efektif pada suhu dan pH yang tinggi.

Kelemahan dari senyawa ini adalah QACs sangat efektif pada bakteri Gram positif saja, membentuk film pada peralatan penanganan dan pengolahan pangan, dan tidak dapat bekerja sama dengan deterjen sintetik tipe anionik.

5.4.3. Yodofofor

Pada umumnya, yodium dan asam dipoyodium merupakan senyawa aktif dalam menghancurkan mikroba. Senyawa yodium utama yang digunakan untuk sanitasi adalah larutan-larutan yodofofor, alkohol-yodium, dan larutan yodium cair. Yodofofor mempunyai manfaat yang besar untuk pembersihan dan desinfeksi peralatan dan permukaan-permukaan dan sebagai antiseptik kulit. Yodofofor juga digunakan dalam penanganan air.

Yodofofor mempunyai aktifitas bakterisidal yang lebih besar di bawah kondisi asam oleh karena itu senyawa yodofofor sering dimodifikasi dengan asam fosfat. Yodofofor yang dibuat kompleks dengan surfaktan dan asam memberikan sifat-sifat deterjen

sehingga kompleks ini mempunyai sifat-sifat deterjen-sanitaiser. Senyawa ini bakterisidal dan memiliki kelarutan yang lebih tinggi dalam air, tidak berbau dan tidak iritatif terhadap kulit. Kerugian dari senyawa ini adalah lebih mahal dibandingkan dengan klorin, mudah menguap pada suhu 50°C dan sangat peka terhadap perubahan-perubahan pH.

Sanitaiser yodium efektif untuk sanitasi tangan karena senyawa ini tidak mengiritasi kulit. Senyawa-senyawa ini direkomendasikan untuk pekerjaan-pekerjaan pencelupan tangan dalam pabrik makanan. Yodofofor terutama digunakan dalam industri susu dan industri bir.

5.4.4. Senyawa-Senyawa Amfoterik

Beberapa surfaktan amfoterik terutama adalah deterjen dengan daya bakterisidal rendah. Beberapa turunan inidazolin merupakan bakterisidal yang relatif lebih kuat dan deterjen lebih lemah, contohnya etil B-olesipropinik ionidizol. Senyawa-senyawa ini aktif sebagai bakterisidal bila berada dalam keadaan kationik. Pada umumnya, senyawa-senyawa ini lebih mahal dibandingkan dengan desinfektan lain dan tidak merupakan bakterisidal yang kuat, walaupun dapat dicampur dengan QACs untuk meningkatkan efisiensinya.

Desinfektan amfoterik tidak begitu dipengaruhi oleh bahan organik atau oleh kesediaan air, tidak korosif, tidak beracun, tidak berbau, dan stabil, bahkan dalam bentuk encer untuk waktu lama. Akan tetapi cenderung membentuk busa dan karena mahal serta aktifitasnya terbatas, desinfektan terbatas, maka amfoterik tidak banyak digunakan dalam industri pangan.

5.4.5. Senyawa-Senyawa Fenolik

Banyak senyawa-senyawa fenolik mempunyai daya bakterisidal yang kuat dan banyak digunakan sebagai desinfektan umum. Fenolik tidak digunakan dalam pekerjaan desinfektan pada pabrik makanan karena baunya yang keras dan karena kemungkinan memindahkan *off-flavour*.

5.5. Sanitasi Pekerja

Higiene pekerja yang menangani makanan sangat penting peranannya di dalam mencegah perpindahan penyakit ke dalam makanan. Persyaratan bagi pekerja ini yang penting adalah:

1. Kesehatan yang baik; untuk mengurangi kemungkinan pekerja menjadi tempat penyimpanan bakteri patogen,
2. Kebersihan; untuk mengurangi kemungkinan penyebaran bakteri oleh pekerja,
3. Kemauan untuk mengerti tentang sanitasi; merupakan prasyarat agar program sanitasi berjalan dengan efektif.

Cara-cara untuk mengawasi higiene pekerja dapat dilakukan dengan pemeriksaan kesehatan secara periodik, menjaga kebersihan pekerja (rambut, kulit, tangan, kuku, dan pakaian), dan memberikan pendidikan mengenai prinsip-prinsip higiene pekerja. Kebiasaan pekerja ketika sedang bekerja seperti membereskan rambut dan memegang bagian tubuh lain yang tidak mendukung higiene pekerja harus dihilangkan.

Fasilitas pencucian tangan harus tersedia dalam kamar ganti pakaian, kamar kecil, dalam dapur, dan daerah pelayanan makanan. Fasilitas seperti air pencuci berupa air hangat (110-120°F), sabun-sabun aseptik seperti yang digunakan di rumah-rumah sakit harus tersedia dalam jumlah cukup. Demikian pula handuk saniter atau alat-alat pengering tangan atau lap sekali pakai. Para pekerja tidak diperkenankan merokok di daerah-daerah persiapan makanan, ruang makan, dan setelah merokok, pekerja harus mencuci tangannya.

Pakaian pekerja harus bersih, dan bila digunakan lebih dari satu hari harus disimpan dalam lemari. Tutup rambut atau kepala harus digunakan untuk mencegah terjadinya kontak antara rambut dengan makanan. Para pekerja disediakan seragam khusus yang dikenakan segera saat di pabrik, dan diperkenankan datang ke pabrik dari rumah dengan seragam. Pekerja harus menggunakan penutup mulut dan hidung saat bekerja untuk meminimalkan kontaminasi ke makanan (Gambar 5.4).



Gambar 5.4. Cara Mencuci Tangan yang baik (Anonim, 2005)



Gambar 5.5. Kelengkapan Seragam Pekerja (Anonim, 2005)

Hal lain yang juga penting adalah cara penanganan makanan dan penyimpanannya. Penanganan dan penyimpanan yang buruk dapat menyebabkan munculnya keracunan makanan, meskipun di tempat kerja yang bersih sekalipun. Terdapat 40 orang yang mati setiap tahunnya karena keracunan makanan. Mereka yang termasuk kelompok beresiko tinggi antara lain: anak usia dini, orang tua, orang yang sedang sakit

Menjaga tempat kerja, staf dan peralatan bersih adalah bagian penting dari higienitas makanan, karena bekerja di area yang bersih dapat memberikan keuntungan antara lain:

- Mengurangi resiko terjadi produksi makanan yang berbahaya
- Mencegah gangguan serangga seperti lalat, tikus dll
- Lebih menarik konsumen

Selain menyebabkan luka atau penyakit, higiene yang jelek juga akan menyebabkan terjadinya :

- Kontaminasi makanan
- Terbuangnya makanan
- Gangguan serangga
- Kehilangan waktu kerja
- Menurunnya efisiensi dan produktifitas
- Kehilangan pelanggan dan keuntungan
- Pelanggaran hukum (Hunnicliffe, 1993)

5.6. Sanitasi Bangunan/ Ruang dan Fasilitas

Tempat kerja maupun pabrik harus tetap bersih dan rapi dan didesinfeksi secara teratur. Penting untuk mengetahui bagaimana membersihkan semuanya secara teratur untuk menjaganya agar aman digunakan.

Proses membersihkan adalah sebuah kerja keras yang membutuhkan energi. Agar pembersihan lebih efektif sebaiknya menggunakan air panas, detergent dan beberapa usaha pembersihan lainnya secara fisik. Detergent adalah bahan kimia yang membantu melarutkan minyak dan membuang kotoran.

Meskipun permukaan tersebut sudah kelihatan bersih, masih memungkinkan terdapat bakteri disana. Proses desinfeksi sangat diperlukan untuk memastikan permukaan tersebut aman. Desinfeksi adalah pengurangan bakteri sampai level yang aman. Cara umum yang digunakan adalah dengan menggunakan air panas ($\pm 82^{\circ}\text{C}$), uap panas atau desinfektan yang sesuai.

Untuk membersihkan sesuatu secara teratur, sebaiknya mengikuti 6 tahap berikut :

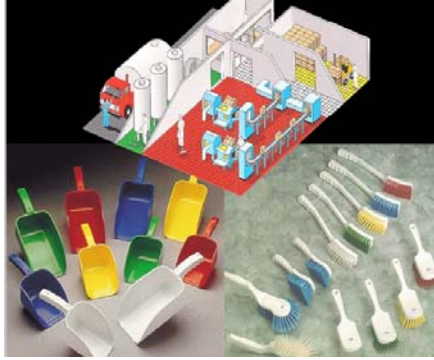
1. *Pre clean* adalah membuang kotoran atau menyingkirkan makanan atau sisa-sisa produksi sebelum dilakukan pembersihan utama. Tahap ini dapat dilakukan dengan menyikat debu yang berasal dari sisa-sisa atau remahan

makanan dan lapisan permukaan alat. Dapat menggunakan kain penggosok untuk menghilangkan noda yang bandel.

2. *Main clean* dilakukan dengan menggunakan air bersih atau air panas dan detergent. Juga harus memperhatikan areal yang sulit dibersihkan misalnya bagian sudut.
3. Pembilasan dilakukan dengan menggunakan air bersih dan lap bersih.
4. Desinfeksi dilakukan dengan menggunakan larutan desinfeksi dan membiarkannya beberapa saat
5. Pembilasan akhir dilakukan dengan menggunakan air bersih dan lap bersih
6. Pengeringan dapat dibiarkan kering secara alami atau menggunakan pengering steril. Pengeringan dengan menggunakan lap dapat menyebarkan bakteri. Oleh karena itu jika mengeringkannya dengan lap harus menggunakan lap yang bersih dan kering atau lap dari bahan kertas.



Gambar 5.6. Upaya Menjaga Kebersihan Peralatan Produksi (Anonim, 2005)



Gambar 5.7. Contoh Alat Sanitasi yang Perlu Disediakan (Anonim, 2005)

5.7. Sanitasi Lingkungan

Sanitasi lingkungan meliputi sanitasi di dalam dan di luar area pengolahan makanan. Sanitasi di dalam area harus dimulai dari tata letak peralatan sehingga memudahkan pembersihan dan orang-orang yang bekerja di dalamnya. Sedangkan sanitasi di luar area pengolahan lebih berhubungan dengan lingkungan yang mendukung proses pengolahan makanan.

Dengan meningkatnya populasi, urbanisasi, perdagangan, dan pengolahan produk pangan, maka praktek-praktek sanitasi perlu mendapat perhatian lebih besar. Keterlibatan lingkungan seperti produksi limbah gas, limbah cair, dan limbah padat yang menimbulkan masalah pembuangan yang bervariasi tergantung pada toksisitas limbah, lokasi produksi, dan pembuangan, serta volume limbah.

Sanitasi pada lingkungan lebih menitikberatkan untuk pengenda-

lian faktor-faktor eksternal seperti air, tanah, dan udara yang mendukung proses pengolahan makanan. Untuk mengatasi masalah air buangan harus dibuat fasilitas sistem saluran pembuangan yang baik, fasilitas kamar kecil, dan persediaan air yang terpisah dengan saluran air buangan. Sedangkan untuk mengatasi masalah bahaya kontaminasi dari tanah maka disediakan alas kaki tersendiri bagi pekerja untuk di dalam ruangan pengolahan, bahan baku harus sebelum diolah harus dilakukan tahap pembersihan dan sortasi sehingga kotoran dari tanah bisa dihindari.

Dan hal yang lebih penting adalah diperlukan pembersihan secara rutin, serta sistem ventilasi yang baik sangat diperlukan untuk mengatur sirkulasi udara di area pengolahan. Lingkungan harus selalu dipertahankan dalam keadaan bersih dengan cara membuang sampah segera agar tidak menumpuk, tempat sampah selalu dalam kondisi tertutup, dan jalan terpelihara supaya tidak berdebu atau kotor dan selokan yang berfungsi dengan baik.



Gambar 5.8. Lingkungan Sekitar Pabrik harus Dijaga Kebersihannya (Anonim, 2005)

5.8. Penanggulangan Kontaminasi

Permukaan tempat kerja, pisau, pakaian dan tangan yang tidak dicuci merupakan pembawa untuk memindahkan bakteri ke makanan (kontak tidak langsung) Benda-benda dapat menkontaminasi makanan selama tahap-tahap proses produksi Bahan kimia, termasuk pestisida, pemutih dan bahan pembersih lainnya dapat mengkontaminasi makanan apabila tidak digunakan dengan hati-hati. Apabila benda yang berbahaya dimasukkan dalam makanan secara sengaja, ini disebut kontaminasi disengaja dan merupakan tindakan kejahatan.

Kontaminasi yang dibahas ini merupakan kontaminasi yang tidak sengaja diciptakan. Oleh karena itu perlu suatu upaya untuk mencegah kontaminasi dan keracunan. Adapun upaya-upaya tersebut antara lain:

1. Mencegah kontaminasi pada pangan
 - a. menyentuh makanan sesedikit mungkin
 - b. menghindarkan makanan dari semua sumber bakteri
 - c. menutup makanan
 - d. memisahkan makanan mentah dari makanan yang sudah dimasak
 - e. menghindarkan hewan dan serangga dari tempat makanan
 - f. membuang sisa makanan dan sampah lain dengan hati-hati
 - g. menjaga tempat sampah tetap tertutup
 - h. menjaga segalanya sebersih mungkin
2. Menghentikan perkembangbiakan bakteri yang ada pada makanan untuk
 - a. mencegah makanan yang kering menjadi lembab
 - b. bakteri tidak dapat tumbuh tanpa kelembaban
 - c. menyimpan makanan pada suhu penyimpanan yang aman yaitu pada suhu di bawah 5°C atau menyimpan makanan panas di atas 63°C .
3. Memasak makanan hingga benar-benar matang
4. Mengusahakan tidak menyiapkan makanan sebelum diperlukan
5. Tidak menyimpan makanan pada zona suhu bahaya ($5 - 63^{\circ}\text{C}$) lebih lama dari yang diperlukan.
6. Menghindarkan pemanasan makanan kembali

Bakteri memerlukan makanan, kelembaban, kehangatan dan waktu untuk tumbuh. Beberapa cara menghilangkan atau mengurangi kontaminasi oleh bakteri antara lain dengan manaskan atau mencairkan makanan sepenuhnya sebelum memasak kecuali instruksi yang ada menyatakan sebaliknya, dan menjaga tempat agar tetap bersih.

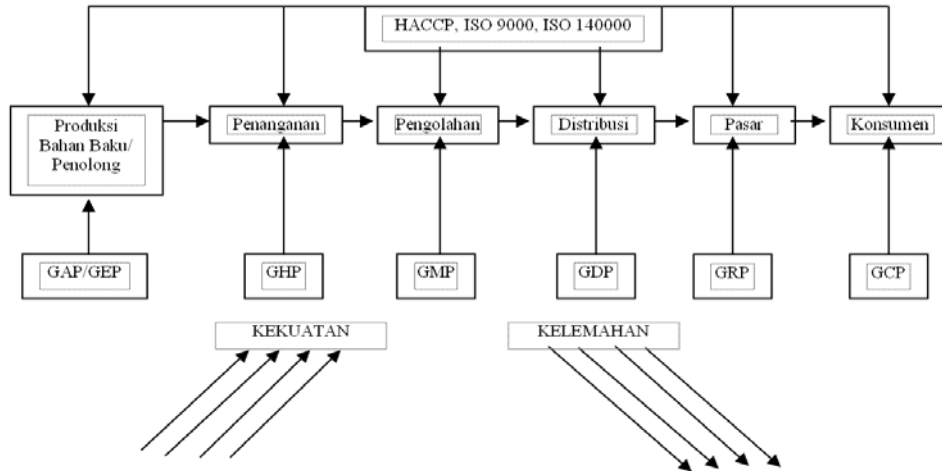
5.9. Keamanan Pangan

Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Pemerintah menetapkan persyaratan sanitasi dalam kegiatan atau proses produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan atau peredarannya.

Keamanan pangan adalah sebuah tanggung jawab yang mengikat semua pihak, dari petani hingga konsumen yang menyiapkan

makanan. Jika tanggung jawab ini diabaikan maka resiko yang akan dihadapi adalah keracunan yang dapat menyebabkan kematian. sehingga beberapa pihak seperti perguruan tinggi menjadi sangat *concern* terhadap masalah ini melalui riset-riset maupun seminar yang diadakannya. Pemerintah telah mengatur masalah keamanan pangan ini dalam UU RI No.7 Tahun 1996 Tentang 'Perlindungan Pangan'.

Pengembangan sistem mutu dan keamanan pangan merupakan tanggung jawab bersama antara pemerintah, industri yang meliputi produsen bahan baku, industri pangan dan distributor, serta konsumen (WHO, 1998). Keterlibatan ketiga sektor tersebut sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengembangan sistem mutu dan keamanan pangan. Gambar 10 dan 11 menyajikan keterlibatan dan tanggung jawab bersama antara pemerintah, industri dan konsumen dalam pengembangan sistem mutu dan keamanan pangan.



Gambar 5.9. Sistem Mutu dan Keamanan Pangan Nasional

IMPLEMENTASI SISTEM MUTU DAN KEAMANAN PANGAN		
PEMERINTAH	INDUSTRI (Industri bahan baku, Pengolahan, Distributor, Pengecer)	KONSUMEN MASYARAKAT
<ul style="list-style-type: none"> Penyusunan kebijaksanaan strategi, program dan peraturan Pelaksanaan program Pemasyarakatan UU Pangan dan peraturan Pengawasan dan low enforcement Pengumpulan informasi Pengembangan Iptek dan penelitian Pengembangan SDM (pengawas pangan, penyuluh pangan, industri) Periyuluhan dan penyebaran informasi kepada konsumen Penyelidikan dan penyediaan kasus penyimpangan mutu dan keamanan pangan 	<ul style="list-style-type: none"> Penerapan sistem jaminan mutu dan keamanan pangan (GAP/GFP, GHP, GMP, GDP, GR, HACCP, ISO 9000, ISO 14000 dll) Pengawasan mutu dan keamanan produk Penerapan teknologi yang tepat (aman, ramah lingkungan, dll) Pengembangan SDM (manager, supervisor, pekerja pengolah pangan) 	<ul style="list-style-type: none"> Pengembangan SDM (pelatihan, penyuluhan dan penyebaran informasi kepada konsumen) tentang keamanan pangan Praktek penanganan dan pengolahan pangan yang baik (GCP) Partisipasi dan kepedulian masyarakat tentang mutu dan keamanan pangan
TANGGUNG JAWAB BERSAMA		
JAMINAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN		

Gambar 5.10. Hubungan Antara Tanggung Jawab Pemerintah, Industri dan Konsumen dalam Implementasi Sistem dan Keamanan Pangan

5.9.1. Jenis penyakit karena patogen dalam pangan

Selain nutrisi, bahan pangan sering kali mengandung mikro-organisme baik yang menguntungkan maupun merugikan. Con-toh mikroorganisme yang menguntungkan seperti probiotik pada yoghurt dan susu, sedangkan contoh mikroorganisme yang merugikan adalah mikroorganisme yang dapat menyebabkan

kebusukan pada bahan pangaan/makanan dan terkadang juga menyebabkan penyakit, seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Mikroorganisme Pembusuk dan Sumbernya

Jenis Makanan	Jenis mikroorganisme	
	Asal	Nama
Telur	Lingkungan (udara, air, dan tanah), lama pengolahan, pengangkutan dan penyimpanan. Melalui ovari dan oviduct binatang.	<i>Achromobacter</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Proteus</i> , <i>Alkaligenes</i> , <i>Flavobacterium</i> , dan <i>Paracolobacterium</i>
Sayuran, Buah, Umbi	Lingkungan (udara, air, dan tanah), lama pengolahan, pengangkutan dan penyimpanan.	<i>Erwinia</i> , <i>Xanthomonas</i> , <i>Mucor</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizoctinia</i> , <i>Lactobacillus</i> , dan ragi
Daging, ikan	Lingkungan (udara, air, dan tanah), lama pengolahan, pengangkutan dan penyimpanan.	<i>Serratia</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Staphylococcus</i> , dan <i>Lactobacillus</i>

Sumber: Supardi dan Sukanto, 1999

Tabel 5.3. Bakteri Pencemar dan Senyawa yang Dihasilkannya

Jenis mikroorganisme		Senyawa yang Dihasilkan
Golongan Bakteri	Contoh	
Proteolitik	<i>Achromobacter</i> , <i>Flavobacterium</i>	Amoniak
Indol	<i>Sarcina</i> , <i>Pseudomonas</i>	Indol
<i>Enterobacteriae</i> , <i>Erwinia</i>	(kecuali <i>Shigella</i>)	Trimetilamin
<i>Lactobacillus</i>	<i>Diplococcus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> , dan <i>Lactobacillus</i>	Asam laktat

Sumber: Supardi dan Sukanto, 1999

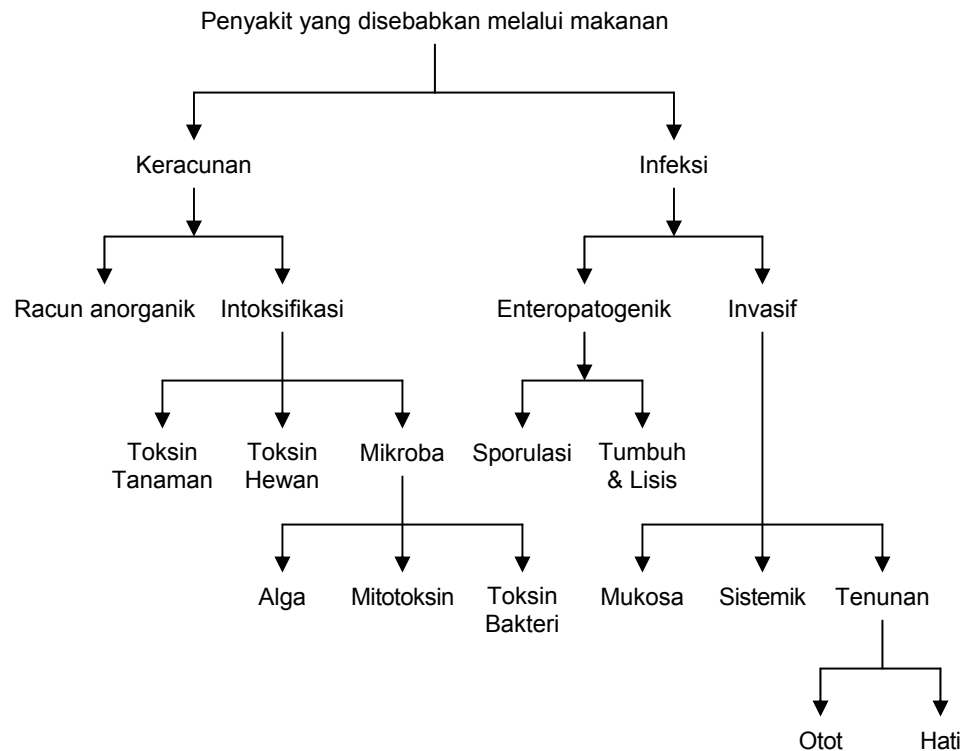
Secara umum penyakit-penyakit karena patogen asal pangan dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu infeksi dan keracunan atau intoksikasi (Gambar 5.11). Infeksi adalah penyakit asal pangan yang paling banyak diketahui dan telah lama dipelajari. Infeksi terjadi karena masuknya patogen hidup seperti virus, bakteri, protozoa, cacing melalui bahan pangan. Patogen

yang berhasil bertahan melalui asam lambung dan mencapai usus akan berusaha untuk memulai komunitas barunya dengan berbagai mekanisme yang dimiliki oleh masing-masing patogen tersebut. Contoh organisme yang dapat menimbulkan infeksi makanan adalah *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus* dan sejumlah jenis *Salmonella*.

Infeksi oleh parasit seperti protozoa dan cacing umumnya disebabkan oleh tertelannya *cyst* (bentuk dorman) patogen tersebut melalui makanan. *Cyst* yang tertelan dan masuk ke dalam usus yang relatif ideal kondisi nutrien, pH maupun suhunya tersebut kemudian merangsang *cyst* untuk membentuk sel utuhnya. Beberapa cacing diketahui dapat menginfeksi dan sekaligus hidup pada organ selain usus seperti hati. *Cyst* protozoa maupun cacing tidak nampak oleh mata dan dapat mencemari makanan asal tumbuhan maupun hewan.

Sebaliknya, keracunan (intoksifikasi) disebabkan karena mengkonsumsi makanan yang mengandung senyawa beracun (toksin) melalui

bahan pangan ke dalam tubuh. Toksin dalam bahan pangan dapat berupa toksin secara alami terdapat dalam bahan pangan tersebut, toksin yang dihasilkan bakteri atau kapang, toksin lingkungan, atau toksin dari penggunaan pestisida. Keracunan ini dapat terjadi karena menelan racun (toksin) atau substansi beracun suatu organisme yang disekresi ke dalam makanan, dan bukan karena menelan sel organisme hidupnya. Dalam hal ini mungkin organisme tersebut mati setelah pembentukan toksin dalam makanan. Contoh organisme yang dapat menyebabkan keracunan makanan adalah *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, dan *Bacillus cereus* (Supardi dan Sukanto, 1999).



Gambar 5.11. Skema Penyakit yang dapat Disebabkan oleh Makanan (Supardi dan Sukanto, 1999)

5.9.2 Keracunan makanan

Ada sedikitnya sekitar sepuluh hal yang dapat menyebabkan keracunan karena memakan makanan yaitu: (Roberts, 1982 *dalam* Hunnicliffe, 1993)

1. Makanan disiapkan terlalu lama sebelumnya, dan disimpan pada suhu yang hangat (berbahaya)
2. Makanan menjadi dingin terlalu lama sebelum dimasukkan ke dalam kulkas
3. Pemanasan makanan tidak cukup untuk membunuh semua bakteri yang ada di dalamnya.
4. Orang memakan makanan yang telah terkontaminasi bakteri penyebab keracunan makanan
5. Makanan kurang matang
6. Daging unggas tidak benar-benar dicairkan
7. Makanan yang telah dimasak terkontaminasi silang oleh makanan mentah
8. Makanan panas disimpan dalam keadaan hangat, pada suhu kurang dari 63°C
9. Orang yang menangani makanan menginfeksi makanan ketika menangani makanan
10. Sisa-sisa makanan digunakan kembali

Tabel 5.4. Tipe Keracunan Makanan dan Gejalanya

Tipe keracunan Makanan	Dimana bakteri ditemukan	Waktu membelah diri	Gejala-gejala
<i>Salmonella</i> 80-90%	Daging mentah, telur, ternak unggas, binatang	6-72 jam	Sakit perut, diare, demam, muntah, dehidrasi
<i>Clostridium perfringens</i> 5-15 %	Daging mentah, tanah, hasil ekskresi, serangga	8-22 jam	Sakit perut, diare
<i>Staphylococcus aureus</i> 1-4 %	Kulit, hidung, luka, bisul, susu mentah	1-6 jam	Muntah, sakit perut, kedinginan

Beberapa bakteri sebenarnya tidak tahan dengan pH lambung, akan tetapi jika terdapat dalam jumlah besar pada makanan atau terlindung oleh kandungan lemak yang tinggi pada makanan, maka sebagian dari bakteri yang berhasil mencapai usus akan berusaha hidup, dan pada saat yang bersamaan mengganggu kesehatan inang (manusia) yang ditumpanginya dengan berbagai cara.

Jika virus masuk ke dalam tubuh, virus tersebut akan mengintegrasikan materi genetiknya ke dalam sel manusia dan jika berhasil mengekspresikan gen, membuat cukup kopi, serta selubung protein, maka virus dapat memperbanyak diri dan melumpuhkan sel manusia yang ditumpanginya. Virus polio, misalnya, lazim ditemukan dalam susu mentah dan banyak

menyebabkan penyakit sebelum konsep pasteurisasi dikenal. Virus asal pangan yang paling dominan di negara-negara maju adalah virus Norwalk-like yang menyebabkan penyakit melalui konsumsi salad. Makanan sayur mentah mentah, misalnya, sangat rawan terhadap cemaran virus ini.

Bakteri umumnya berusaha menempel pada usus dan memperbanyak diri pada usus sebelum mengganggu sistem saluran usus. Sebagian bakteri diketahui menempel melalui fimbriae spesifik pada usus manusia (dan juga hewan) dan keberadaannya pada daerah usus dapat mengganggu sistem pencernaan. Hal ini dilaporkan terjadi pada bakteri-bakteri yang tergolong dalam kelompok *Escherichia coli* Enteropatogenik. Beberapa bakteri mengganggu sistem absorpsi cairan dalam usus melalui toksin yang dibentuknya di dalam saluran usus. Fenomena ini disebut toksoinfeksi dan terjadi pada kasus kasus diare oleh *E. coli* Enterotoksigenik (ECET) maupun kolera oleh *Vibrio cholerae*. Salah satu toksin yang memiliki kesamaan struktur dan antibodi yang dihasilkan saling menetralkan satu sama lain adalah toksin ECET dengan toksin kolera. Hal ini menunjukkan bahwa toksin tersebut secara imunokimia serupa.

Bakteri dan toksin bakteri lainnya tidak hanya beroperasi di usus, tetapi mencapai aliran darah dan mengganggu fungsi organ tubuh lainnya. *Salmonella typhi*, bakteri penyebab demam tifoid (tifus)

misalnya, tidak hanya berdiam di dalam usus tetapi mampu menembus dinding usus dan dapat ikut di dalam aliran darah, bahkan bersembunyi dalam sel makrofag yang mestinya menelan dan membunuhnya. Oleh karena sifatnya ini, kita ketahui bahwa gejala tifus dapat bersifat sistemik, menjalar di berbagai organ tubuh. *Listeria monocytogenes* adalah contoh lain bakteri yang dapat meninggalkan usus dan menginfeksi organ lain dalam tubuh. Bakteri *L. monocytogenes* suka pada suhu dingin dapat menembus plasenta dan jika menginfeksi ibu hamil dapat mencapai bayi dalam kandungan yang selanjutnya dapat mengakibatkan keguguran maupun lahir mati.

Gejala-gejala keracunan makanan yang umum antara lain sakit perut, diare, muntah, mual, dan demam. Kasus-kasus keracunan dengan tingkat fatalitas mencapai 33.3% banyak dilaporkan di negara Kanada, Amerika dan bahan pangan yang diduga seringkali menjadi penyebabnya adalah keju lunak (soft cheese) yang diolah dari susu tak dipasteurisasi. Kasus pertama yang dilaporkan banyak merenggut nyawa ibu dan bayi ini terjadi di California karena konsumsi keju. Disamping itu kasus listeriosis yang memakan banyak korban juga pernah diakibatkan oleh *coleslaw* (salad kubis) yang bahan bakunya tercemar oleh bakteri ini.

Mekanisme lain dari bakteri adalah tidak meninggalkan usus, tetapi menghasilkan toksin yang dapat menembus usus dan mengganggu fungsi organ lainnya. Contoh

bakteri yang menempuh cara tersebut adalah *Escherichia coli* yang tergolong kelompok *E. coli* Entero-hemoragik (ECEH). Kelompok bakteri ini menghasilkan toksin yang dikenal sebagai toksin Shiga karena menyerupai toksin yang dihasilkan oleh *Shigella dysenteriae* atau toksin Vero karena melisis sel kultur jaringan ginjal kera Afrika (Vero). Keracunan bakteri ini akan menyebabkan gejala diare berdarah tanpa atau dengan demam ringan dan dapat diikuti dengan gagal ginjal karena toksin Shiga merusak organ tersebut.

Pada awal tahun 1980-an keracunan oleh kelompok bakteri ini banyak dihubungkan dengan konsumsi hamburger yang tidak diolah (dipanaskan) dengan cukup, namun beberapa tahun terakhir banyak dilaporkan keracunan ECEH melalui air, susu, bahkan cider apel. Beberapa korban keracunan, khususnya anak-anak, dilaporkan mengalami gagal ginjal dan seumur hidupnya harus menjalani cuci darah.

Peristiwa intoksikasi oleh produk bakteri berbeda dengan mekanisme terjadinya infeksi. Dalam hal intoksikasi pangan oleh toksin bakteri, maka bakterinya tidak harus terdapat dalam bahan pangan. Beberapa jenis bakteri yang tumbuh dan berkembang biak dalam makanan dapat membentuk toksin dan ketika makanan tersebut ditelan maka toksin tersebut dapat mengganggu kesehatan. Toksin yang dihasilkan bakteri dapat berupa toksin emetik (seperti

yang dihasilkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus*), toksin penyebab diare (*B. cereus*), sampai kepada toksin yang menyerang sistem syaraf seperti botulin yang dihasilkan oleh *Clostridium botulinum*.

Meskipun baik toksin emetik *S. aureus* maupun *B. cereus* sama-sama merupakan protein dan menyebabkan muntah pada orang yang mengkonsumsinya, tetapi kedua toksin ini berbeda ukurannya. Toksin emetik *S. aureus* terdiri dari berbagai jenis dan pada umumnya tahan pemanasan sehingga sekali terbentuk dalam makanan maka sukar dihilangkan. Kasus-kasus keracunan karena toksin ini banyak terjadi karena konsumsi sandwich isi daging olahan pada acara piknik, dimana daging olahan diiris-iris, ditangani dan dipersiapkan beberapa jam sebelum dikonsumsi. Sumber *S. aureus* terbesar adalah tangan, rongga hidung sehingga kebiasaan buruk orang yang menangani makanan, misalnya menyentuh hidung, batuk, menggaruk-garuk muka dan seterusnya harus dihindarkan.

Botulin adalah toksin bakteri *Clostridium botulinum* yang paling mematikan dan terbentuk pada makanan kaleng yang tidak diproses dengan benar atau dengan pemanasan yang cukup. Bakteri penghasil toksin ini banyak terdapat di tanah, dan mungkin mencemari hasil pertanian maupun peternakan. Sifat bakteri ini yang anaerob obligat mengakibatkannya dapat tumbuh dan

berkembang biak dalam makanan kaleng. Oleh karenanya proses pengalengan panas yang benar umumnya dilaksanakan berdasarkan konsep 12 D artinya mampu membunuh bakteri target seperti *C. Botulinum* sebesar 10^{12} yaitu jumlah yang terlalu tinggi untuk mungkin terdapat dalam bahan makanan.

Intoksikasi dapat pula disebabkan oleh berbagai toksin kapang (mikotoksin) yang terben-tuk dalam bahan pangan yang dicemari oleh kapang yang sehari-hari sering disebut sebagai jamur. Biji-bijian yang tidak dipanen pada waktu yang tepat, dikeringkan secara asal-asalan atau disimpan dengan baik mungkin mengundang pertumbuhan kapang. Jika tersedia gizi, air dan suhu yang tepat maka kapang tersebut membentuk metabolit sekundernya berupa toksin. Toksin kapang, yang umumnya bukan merupakan protein ini, sangat tahan panas dan diperlukan suhu yang amat tinggi seperti 150-200°C untuk memusnahkannya. Salah satu mikotoksin yang paling banyak diketahui karakteristiknya adalah aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus flavus* (Dewanti-H, 2005).

5.9.3. Cara-cara pencegahan keracunan makanan

a. Pencegahan keracunan *B. cereus*

Cara mencegah keracunan oleh *B. cereus* adalah dengan pemanasan bertekanan, pemanggangan maupun penggo-

rengan. Pemanasan pada suhu di bawah 100°C masih memungkinkan beberapa spora *B. cereus* tetap aktif. Sedangkan toksin emetik yang dihasilkan juga sangat tahan panas.

Nasi atau makanan lain yang mengandung pati bila didinginkan lambat dan disimpan pada suhu kamar merupakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan sel, terutama yang berasal dari germinasi spora yang masih hidup setelah pemanasan. Oleh karena itu cara terbaik untuk mengkonsumsi makanan (terutama nasi) adalah jika dalam keadaan hangat segera setelah dimasak.

Untuk mencegah terjadinya kontaminasi *B. cereus* pada nasi, dianjurkan memasak nasi dalam jumlah secukupnya sehingga tidak perlu disimpan terlalu lama. Bila terpaksa harus disimpan sebaiknya penyimpanan dilakukan di lemari es. Dan tidak menyimpan nasi goreng pada suhu kamar atau dalam keadaan hangat yaitu suhu 15-50°C.

b. Pencegahan keracunan botulin

Botulin merupakan racun yang dihasilkan oleh *C. botulinum* dan penyakitnya disebut *botulismus*. Racun ini bersifat neurotoksik dan tidak tahan panas. Racun ini akan menyerang urat syaraf dan

menyebabkan kelumpuhan pada faring dan diafragma. Bila terjadi kelumpuhan pada saluran pernapasan maka upaya yang dilakukan adalah membedah batang tenggorokan (trakeotomi) dan memberikan bantuan pernapasan buatan.

Cara kerja racun ini adalah dengan menghambat pelepasan asetilkolin oleh serabut syaraf perifer sehingga mengganggu penyampaian impuls syaraf pusat ke efektor. Pengobatan dengan antitoksin dapat dilakukan pada awal gejala sebelum botulin terikat pada ujung syaraf eferen, sebagai pengobatan dini. Antitoksin yang digunakan adalah jenis dari polivalen yang terdiri dari tipe A, B, dan E.

Tindakan pencegahan terhadap penyakit botulinus dilakukan dengan cara-cara pengawasan kualitas bahan pangan yang ketat oleh industri pengolahan pangan. Tindakan ini telah banyak mengurangi terjadinya penyakit botulismus terutama pada makanan kaleng. Pencegahan pada tahap penyajian adalah dengan memasak terlebih dahulu makanan kaleng dihidangkan.

c. Pencegahan keracunan oleh toksin *C. perfringens*

Berdasarkan perbedaan sifat antigenik toksinnya, terdapat enam galur bakteri *C. Perfringens* yaitu tipe A, B, C, d, E dan F. Tipe A merupakan galur yang sering menyebabkan

keracunan makanan dibandingkan tipe-tipe lainnya.

Keracunan disebabkan oleh sel-sel vegetatif pada waktu membentuk endospora di dalam rongga usus manusia. Sporangia bersifat tahan panas dan pada suhu kamar dapat berkecambah menjadi sel vegetatif. Bila sel ini termakan dan membentuk spora di dalam perut maka akan menghasilkan eksotoksin dan menimbulkan penyakit.

Pengobatan yang bersifat khusus tidak bisa dilakukan hanya pengobatan yang bersifat menghilangkan gejala-gejalanya. Adapun gejala utama yang ditimbulkannya antara lain: sakit perut (mulas) dan diare. Keadaan sakit berlangsung sangat singkat dan dapat sembuh kembali dalam kurun waktu kurang dari 24 jam.

Usaha pencegahan keracunan perfringens yang terbaik adalah dengan penyimpanan makanan yang sudah matang pada suhu kamar dan jangka waktu yang lama.

d. Pencegahan keracunan oleh *Staphylococcus*

S. aureus yang menyebabkan keracunan adalah galur-galur tertentu yang menghasilkan enterotoksin. Umumnya galur tersebut bersifat koagulase positif, yang dapat mengkoagulasi plasmadarah dengan adanya sitrat atau oksalat. Berdasarkan sifat antigeniknya, enterotoksin tersebut dapat dibedakan

menjadi lima tipe yaitu tipe A, B, C, D, dan E. Enterotoksin tipe A dan B yang paling umum ditemukan pada *Staphylococcus*.

Enterotoksin dari *Staphylococcus* bersifat tahan panas, tidak berubah walaupun dididihkan selama 30 menit. Bila bahan makanan yang tercemar *Staphylococcus* dibiarkan pada suhu kamar selama 8 – 10 jam maka sudah cukup untuk menghasilkan toksin. Meskipun kemudian makanan itu disimpan dalam lemari es selama berbulan-bulan akan tetapi toksinnya tidak terurai/rusak.

Tindakan pencegahan yang terbaik adalah menyimpan semua bahan makanan terutama yang mudah membusuk sesegera mungkin dalam lemari es di bawah suhu 6 – 7°C. Selain itu higienitas orang yang terlibat dalam makanan harus dijaga dan tidak membolehkan orang-orang yang menderita luka bernanah untuk menangani pengolahan maupun penyajian makanan. Jika makanan sudah dipanaskan kembali tidak boleh dibiarkan selama berjam-jam pada suhu kamar sebelum disajikan (Supardi dan Sukanto, 1999).

5.10. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecelakaan dan penyakit akibat kerja :

- a. Kondisi dan lingkungan tempat kerja.

- b. Kesadaran dan kualitas pekerja.
- c. Peranan dan kualitas manajemen

Upaya penanggulangan: peraturan perundangan, standarisasi, inspeksi, riset teknis, riset medis, riset psikologis, riset statistik, pendidikan, pelatihan, persuasi, asuransi (Anonim, tanpa tahun).

5.10.1. Alat Pelindung Diri

Perlindungan tenaga kerja melalui usaha-usaha teknis dan administratif sangat perlu diutamakan karena merupakan cara pencegahan kecelakaan kerja yang terbaik.

Namun kadangkala bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya sehingga perlu digunakan alat-alat pelindung diri (APD).

Telah diketahui bahwa pemakaian APD dapat menimbulkan berbagai masalah, misalnya :

1. Rasa ketidaknyamanan
2. Membatasi gerakan & persepsi sensoris pemakainya.

Beberapa ketentuan yang perlu diperhatikan sebelum memilih alat pelindung diri:

1. Harus dapat memberikan perlindungan yang adekuat terhadap bahaya-bahaya yang dihadapi pekerja
2. Beratnya harus seringan mungkin dan tidak menyebabkan rasa ketidaknyamanan yang berlebihan

3. Harus dapat dipakai secara fleksibel
4. Bentuknya harus cukup menarik
5. Tidak mudah rusak
6. Tidak menimbulkan bahaya-bahaya tambahan bagi pemakainya
7. Harus memenuhi ketentuan dari standar yang telah ada
8. Tidak terlalu membatasi gerakan dan persepsi sensoris pemakaiannya
9. Suku cadangnya harus mudah diperoleh sehingga pemeliharaan APD dapat dilakukan dengan mudah

Macam-macam APD

1. Alat Pelindung Kepala
2. Alat Pelindung Mata
3. Alat Pelindung Telinga
4. Alat Pelindung Pernafasan
5. Alat Pelindung Tangan
6. Alat Pelindung Kaki
7. Pakaian Pelindung
8. Tali & Sabuk Pengaman

Tujuan dari pemakaian alat pelindung kepala selain untuk mencegah rambut pekerja terjerat oleh mesin yang berputar tetapi juga untuk melindungi kepala dari :

1. Bahaya terbentur oleh benda tajam atau keras yang dapat menyebabkan luka gores, potong atau tusuk
2. Bahaya kejatuhan benda-benda atau terpukul oleh benda-benda yang melayang atau meluncur di udara
3. Panas radiasi, api & percikan bahan-bahan kimia korosif

Alat pelindung mata berfungsi untuk melindungi mata dari

percikan bahan-bahan korosif, kema-sukan debu, atau partikel kecil yang melayang di udara, pemapran gas/uap yang menyebabkan iritasi pada mata, radiasi gelombang elektromagnetik, dan benturan atau pukulan benda-benda keras/tajam.

Macam Alat Pelindung Mata

1. Kacamata (Spectacles)
2. Goggles
3. Tameng muka (Face Shield)

Alat pelindung telinga bekerja sebagai penghalang antara sumber bising dengan telinga dalam. Selain berfungsi melindungi telinga dari ketulian akibat kebisingan, juga untuk melindungi telinga dari percikan api atau logam-logam yang panas misalnya pada pengelasan

Macamnya :

1. Sumbat Telinga (Ear Plug)
2. Tutup Telinga (Ear Muff)

Alat pelindung pernafasan sering disebut juga dengan respirator.

Dalam pemilihan suatu respirator yang tepat, sebelumnya perlu diketahui beberapa informasi tentang :

1. Bentuk kontaminan
2. Kadar kontaminan dalam udara
3. NAB kontaminan yang terpapar
4. Efek iritasi kontaminan pada kulit & mata
5. Penyerapan oleh kulit normal
6. Kadar O₂ dalam udara < 19,5 % atau tidak

Sarung tangan merupakan APD yang paling banyak digunakan karena kecelakaan pada tangan sering terjadi.

Menurut bentuknya, sarung tangan dapat dibedakan menjadi :

1. *Gloves* : sarung tangan biasa
2. *Gaunlets* : sarung tangan yang dilapisi oleh plat logam
3. *Mitts* : sarung tangan dimana keempat jari pemakainya dibungkus menjadi satu kecuali ibu jari yang mempunyai pembungkus sendiri

Alat Pelindung Kaki

Sepatu keselamatan kerja digunakan untuk melindungi kaki dari bahaya :

1. Kejatuhan benda-benda berat
2. Kepercikan cairan bahan kimia yang korosif atau cairan panas
3. Tertusuk oleh benda-benda tajam

Pakaian pelindung digunakan untuk melindungi pemakainya dari bahaya kepercikan bahan-bahan kimia dan cuaca kerja yang ekstrim. Pakaian pelindung dapat berbentuk :

1. *Apron (celemek)* yang menutupi sebagian dari tubuh pemakainya mulai dari dada sampai lutut
2. *Overalls* yang menutupi seluruh bagian tubuh

Tali dan sabuk pengaman digunakan untuk menolong korban kecelakaan, misalnya yang terjadi pada palka, sumur, atau tanki. Selain itu, juga digunakan pada pekerjaan mendaki, memanjat dan konstruksi bangunan.

5.10.2. Bahaya Kebakaran

Faktor Penyebab Kebakaran

1. Faktor Manusia

Pekerja :

- a. Tidak ada pengetahuan potensi sumber kebakaran.
- b. Penempatan bahan mudah terbakar tidak benar
- c. Kelalaian, kecerobohan akibat kedisiplinan kurang

Pengelola :

- a. Kepedulian penyediaan fasilitas kurang
- b. Kesadaran bahwa keselamatan kerja sebagai yang utama masih kurang
- c. Kurang mampu membuat sistem kerja yang aman dari kebakaran.

2. Teknis :

- a. Tidak adanya fasilitas untuk proteksi kebakaran,
- b. Kurangnya pengendalian proses atau kegiatan potensi kebakaran

3. Alam :

- a. Tingkat keseringan guruh yang tinggi
- b. Tandus, gersang dan panas
- c. Dekat gunung berapi.

Sumber nyala Api

1. Energi panas
2. Energi mekanik, gesekan, tumbukan, dll
3. Ledakan
4. Energi listrik (short circuit)
5. Nyala/bara api yang sengaja dibuat, seperti puntum rokok, lilin, obat nyamuk, pengelasan (listrik, lampu potong) dan sebagainya.
6. Faktor alam, kilatan petir, dsb.

Fenomena Kebakaran

1. Terjadi secara tak terduga
2. Berawal dari api kecil, ada pemicu
3. Meluas dan membesar ke segala arah secara radiasi, konveksi dan konduksi
4. Menimbulkan korban pada manusia atau harta benda

Bahaya kebakaran ringan, bila terjadi pada hunian, yaitu tempat-tempat: ibadat, pendidikan, perawatan, lembaga, perpustakaan, museum, perkantoran, perumahan, rumah makan, perhotelan, rumah sakit, penjara.

Bahaya kebakaran sedang, bila terjadi pada tempat-tempat seperti: Tempat parkir, pengalengan, pabrik-pabrik dengan material padat, tidak begitu mudah menjadi media menjalarnya api

Bahaya kebakaran berat, bila terjadi pada tempat-tempat dengan kemudahan terbakar tinggi, seperti: pabrik kimia *flamable*, pabrik kembang api, penyulingan minyak bumi, dan lain sebagainya.

Risiko Kebakaran

1. Kerusakan harta benda pada area kebakaran
2. Kerugian akibat pemakaian pemadam dan perlengkapan P3K
3. Pencemaran lingkungan
4. Korban jiwa pada personnel di dalam hunian/ area yang terbakar.
5. Cidera atau korban jiwa pada tim pemadam dan tim evakuasi.
6. Stress pada personnel yang kehilangan harta benda atau anggota keluarga.

Pencegahan Kebakaran

1. Menempatkan material yang mudah terbakar jauh dari sumber api, panas, gesekan material keras (logam, batu, dll).
2. Pemisahan material sebagai unsur dalam segitiga api, misal: Oksigen, LPG, Acetylene, bahan kimia mudah terbakar.
3. Work permit untuk hot work (pengelasan), pada area potensi kebakaran.
4. Sign board larangan merokok, *flamable*, dll.
5. Training pencegahan dan penanggulangan kebakaran sampai level bawah.
6. Prosedur penanganan material dan perpindahannya
7. Dll.

Alat Pemadam Api Ringan

Klasifikasi :

- A : media pemadam air, hanya dipakai untuk kebakaran material padat selain logam dan perangkat listrik (kayu, karet, tempurung, dll)
- A,B : media pemadam busa, bisa dipakai untuk memadamkan kebakaran seperti pada A dan bahan cair, seperti minyak, dll.
- A,B,C : media pemadam dry chemical, CO₂, bisa dipakai untuk memadamkan kebakaran A, B dan instalasi listrik (C).
- D : media pemadam dry powder (bubuk kering), untuk memadamkan kebakaran pada material logam



Gambar 5.12. Tabung Pemadam Kebakaran (PT. Pulau Sambu, tanpa tahun)

Rangkuman

Sanitasi adalah upaya penghilangan semua faktor luar makanan yang menyebabkan kontaminasi dari bahan makanan sampai dengan makanan siap saji. Sanitasi pangan merupakan bagian paling penting dikarenakan baik secara langsung maupun tidak langsung, lingkungan kita akan berhubungan dengan suplai makanan manusia.

Industri pangan menerapkan GMP (*Good Manufacturing Practices*) untuk meminimalkan terjadinya kontaminasi pada produk pangan. Terdapat tiga jenis bakteri indikator sanitasi yaitu *Escherichia coli*, kelompok *Streptococcus* (*Enterococcus*) fekal dan *Clostridium perfringens*. *C. perfringens* adalah bakteri gram positif pembentuk spora yang sering ditemukan dalam usus manusia.

Kasus keracunan makanan yang sering terjadi merupakan salah satu contoh bahwa masyarakat belum sepenuhnya mengetahui sanitasi dan cara pengolahan makanan yang baik dan aman. Mikroba yang tumbuh dalam bahan pangan dapat terbawa oleh Pekerja atau manusia, hewan, debu, udara dan air, bahan mentah dan sampah.

Untuk mereduksi jumlah mikroba digunakan sanitaiser (desinfektan) seperti senyawa klorin, quaternary ammonium compounds, yodoform, senyawa-senyawa amfoterik dan fenolik.

Higiene pekerja yang menangani makanan sangat penting peranannya di dalam mencegah perpindahan penyakit ke dalam makanan. Tempat kerja maupun pabrik harus tetap bersih dan rapi dan didesinfeksi secara teratur. Permukaan tempat kerja, pisau, pakaian dan tangan yang tidak dicuci merupakan pembawa untuk memindahkan bakteri ke makanan dan mengkontaminasi makanan selama tahap-tahap proses produksi.

Bahan kimia, termasuk pestisida, pemutih dan bahan pembersih lainnya juga dapat mengkontaminasi makanan apabila tidak digunakan dengan hati-hati.

Keamanan pangan adalah sebuah tanggung jawab yang mengikat semua pihak, dari petani hingga konsumen yang menyiapkan makanan. Jika tanggung jawab ini

diabaikan maka resiko yang akan dihadapi adalah keracunan yang dapat menyebabkan kematian. Pengembangan sistem mutu dan keamanan pangan merupakan tanggung jawab bersama antara pemerintah, industri yang meliputi produsen bahan baku, industri pangan dan distributor, serta konsumen.

Secara umum penyakit-penyakit karena patogen asal pangan dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu infeksi dan keracunan atau intoksikasi. Tindakan pencegahan yang terbaik adalah menyimpan semua bahan makanan terutama yang mudah membusuk sesegera mungkin dalam lemari es di bawah suhu $6 - 7^{\circ}\text{C}$. Selain itu higienitas orang yang terlibat dalam makanan harus dijaga dan tidak membolehkan orang-orang yang menderita luka bernanah untuk menangani pengolahan maupun penyajian makanan.

7. Upaya apa saja yang dilakukan untuk mencegah kontaminasi pada pangan?
8. Apakah keamanan pangan itu?

Soal Latihan:

1. Apakah definisi sanitasi?
2. Bakteri apa yang biasa dijadikan indikator sanitasi?
3. Sebutkan sumber-sumber yang dapat menyebabkan kontaminasi pangan?
4. Sebutkan bahan-bahan yang biasa digunakan sebagai sanitaizer?
5. Sebutkan persyaratan higiene pada pekerja yang menangani bahan makanan?
6. Meliputi apa saja sanitasi lingkungan itu?

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1980b. PNKP Padalarang. Laporan Biro Engineering. Padalarang.
- Anonim. 1992. USDA/FDA Consumer Bulletin: January 1992, vm.cfsan.fda.gov/~dms/eggs.html
- Anonim... Daily Fress Eggs. www.dailyfresheggs.com.au.
- Anonim... Egg Shopping Guide. www.hormel.com/templates/knowledge/knowledge.asp?catitemid=2&id=181
- Anonim... Foodservice Professionals. www.aeb.org/professional/egg_safety.htm
- Anonim. (tanpa tahun). Pengantar Mikrobiologi Industri. Diakses 20 Desember 2005 dari <http://www.google.co.id>
- Anonim, (tanpa tahun). Pencemaran. Diakses 20 Desember 2005 dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Pencemaran>
- Anonim, 2005. Food Safety (Guideline Distance Education). Seafast Center IPB. Bogor
- Anonim. 2005. Industrial Fermentation. Diakses 14 Desember 2005 dari www.google.com/
- Anonim^a. (tanpa tahun). Probiotik. Diakses 20 Oktober 2007 dari www.google.com/growth_microorganism.
- Anonim.^b (tanpa tahun). Probiotik. Diakses 20 Oktober 2007 dari www.id.wikipedia.org/probiotik-yoghurt.
- Anonim. 2006. Mikrobiologi Industri. Diakses 08 Januari 2006 dari www.google.com/
- Anonim, 2007. Keamanan Pangan "Food Safety" Industri. Diakses 30 Oktober 2007 dari <http://teknofood.blogspot.com/2007/04/keamanan-pangan-food-safety-industri.html>
- Anonim. (tanpa tahun). Industril Fermentation. Diakses 04 September 2007 dari www.google.com/fermentation
- Anonim, 2000. Cari Tahu Tentang Telur Dari Pemilihan, Penyimpanan, sampai Teknik Merebus yang Rumit. Sedap Sekejap Edisi 6/1 Mei 2000.
- Anonim. 2001. Daftar Komposisi Zat Gizi Makanan Indonesia. Departemen Kesehatan RI. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. Bogor.
- Anonim, 2002. Food Safety Facts For Consumers. Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Food and Drug Administration. www.FoodSafety.gov, Hypertext updated by kwg/ear/dms2002-MAY-17
- Adiwilaga C.S dan SDI. Insyaf. 2005. Teh Sebagai Sumber Kesehatan dan Kebugaran. Makalah pada pertemuan

- Ilmiah Festival Teh. Desember. Bandung.
- Bachriansyah, S. 1997. Identifikasi Plastik. Makalah Pelatihan Teknologi
- Bambang BS. dan Purwako SB. Fisiologi dan Tekologi Pasca Panen Tanaman Holtikultura. Indonesia Australia, Estern University Project, Ausaid. Kerjasama Universitas Mataram dan Institut Pertanian Bogor.
- Bierley, A.W., R.J. Heat and M.J. Scott, 1988, Plastic Materials Properties and
- Bintang, M. 2000. Orasi Ilmiah "Aspek Biokimiawi Bakteri Asam Laktat Selain Sebagai Bibit Keju dan ypghurt". F-MIPA IPB. Bogor
- Bishcof, W. 1993. Abwasser Technik. B.G. Teuber, Stuttgart.
- Brody. A.L. 1972. Aseptic Packaging of Foods. Food Technology. Aug. 70-74.
- Brydson J.A. 1975. Platic Materials. 3th. Newnes-Butterworths. London
- Buckle KA et al. 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Purnomo H dan Adiono. UI Press.
- Buckle. K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, M.Wootton. 2007. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Departement of Education and Culture Directorate General of Higher Education, International Development Program of Australia Universities and Colleges. Penerbit Universitas Indonesia.
- Casey, J.P. 1961. Pulp and Paper, vol.II Second Ed. International Publisher Inc.
- Christopher. H. 1981. Polymer Materials. Mac Millan Publishers LTD. London.
- Crawford. J.H. 2003. Composting of Agricultural Waste in Biotechnology Applications and Research. Paul N. Cheremisinoff and R. P.Ouellette (ed). p. 68-77.
- Crompton, T.R. 1979. Additive Migration from Plastic into Food. Pergamon Press.
- Davidson A., 1970. HandBook of Precision Engineering. Mc. Graw Hill Book
- Departemen Pertanian. Pengolahan Limbah Ternak Sapi Menjadi Pupuk Organik Berkualitas Tinggi (Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat Diakses 30 Oktober 2007 dari <http://database.deptan.go.id>
- Dewanti-H, R. 2005. Keracunan Pangan. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. Diakses 02 November 2007 dari www.ipb.ac.id
- Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah Departemen Perindustrian, 2007. Pengelolaan Limbah Industri Pangan. Departemen Perindustrian RI. Jakarta
- Earle RL. 1982. Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan. Penerjemah Nasution Z. Sastra Hudaya.

- Erliza dan Sutedja. 1987. Pengantar Pengemasan. Laboratorium Pengemasan,
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. PT Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Fellows PJ. 1988. Food Processing Technology Principles and Practice. Ellis Horwood Limited. England.
- Flin R.A. and P.K. Trojan. 1975. Engineering Materials and Their Applications.
- Frazier, dan Westhoff. 1978. Food Microbiology. McGraw-Hill Book Co, New York.
- Fruits And Vegetables. The AVI Publishing. Co. Westport.
- Guideline Industri PT. Pulau Sambu Gunung. 2000. Penanganan Limbah. PT. PSG. Kepulauan Riau
- Hadi, R dan Srikandi F. 1990. Bakteri Asam Laktat dan peranannya dalam Pengawetan Makanan. Jurnal Media Teknologi Pangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi FTP-IPB. Bogor
- Harun Yahya,... Keajaiban Design di Alam. Harun Yahya Seruan Kepada Kebenaran. www.harunyahya.com/i...angan/bird_egg_2.jpg
- Haryono. 1996. Teknologi Tepat Guna. Pengawetan Telur Segar. Penerbit Kaisius. Jakarta.
- Heri PI. dan Nawawangsih AA.1999. Menyimpan Bahan Pangan. Penebar Swadaya.
- Hunnicliffe, H. 1993. Basic Food Hygiene Certificate Coursebook, The Institution of Environmental Health Officers, London.
- Hyde TA, Millor LD, Raphael S. 1983. Lync's Medical Laboratory Technology, 4th Edition. WB Saunders Company. Philadelphia.
- Isroi.(Peneliti pada Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia). Pengomposan Limbah Padat Organik. Diakses 30 Oktober 2007 dari <http://www.google.co.id>
- Jenie BSL, Winiati PR. 1992. Penanganan Limbah Industri Pangan. Kanisius. Jogyakarta
- Jenie, BSL. 1987. Sanitasi dalam Industri Pangan. PAU-LSI IPB. Bogor
- Jennifer A Thomson. 2006. Biotechnology Reserct (JAT@science.uct.ac.za), Departemen Molekular dan Biologi Cell, University of Cape Town, Afrika Selatan.
- Joedodibroto, H. 1982. Plan Plantation Residues as an Alternative Source of
- Kartasapoetra, 1994. Teknologi Penanganan Pasca Panen. Rineka Cipta
- Ketaren S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press.
- Ketaren S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press.

- Loehr, R.C. 1974. Agricultural Waste Management. Academic Press, New York.
- Makfoeld D., Marseno D.W., Hastuti P., Anggrahini S., Raharjo S., Sastrowuignyo S., Suhardi, Martoharsono S. Hadiwiyoto S. Tranggono. 2002. Kamus Istilah Pangan dan Gizi. Kanisius. Yogyakarta.
- Mathlouthi, M. 1994. Editor. Food Packaging and Preservation. Blackie Academic & Professional. Chapman & Hall. London.
- Melawati. 2006. Optimasi Pro-ses Maserasi Panili (*Vanilla planifolia* Andrews) Hasil Modifikasi Proses Kuring [skripsi]. Bogor: Fateta-IPB.
- Melawati. 2006. Optimasi Proses Maserasi Panili (*Vanilla planifolia* Andrews) Hasil Modifikasi Proses Kuring [skripsi]. Bogor: Fateta-IPB.
- Moavenzadeh F. and H.F. Taylor. 1995. Recycling and Plastics. Center for Construction Research and Education Departement of Civil and Environtmental Engineering Massachuett Institute of Technology.
- Muchtadi D. 1992. Petunjuk laboratorium Fisiologi Pasca Panen Sayuran dan Buah-Buahan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Naidu AS. 2000. Natural Food Microbial System. CRC Press. New York. 2000
- Nathanson, J. A. 1997. Basic Environmental Technology. 2nd ed. Prentica Hall, Ohio.
- Nazution Z., Wachyudin T. 1975. Pengolahan Teh. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fateta-IPB. Bogor
- Nester EW, Anderson DG, Robertf JR. 2001. Microbiology a Human Perspective, Third Edition. McGraw-Hill. New York.
- Paine, F.A. dan H.Y. Paine, 1992. Editor. A Handbook of Food Packaging. Second Edition. Blackie Academic & Professional. Chapman & Hall. London.
- Pandit S. IG. 2004. Teknologi Penanganan dan Pengolahan Ikan. Universitas Warmadewa. Bali.
- Pelczar et. Al, dkk. 1977. Microbiology. Tata McGraw-Hill Publ. Co. Ltd, New Delhi.
- Peleg. K. 1985. Produce Handling Packaging and Distribution. The AVI Publishing.
- Pencegahannya. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Pengemasan Industri Makanan dan Minuman, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Bogor 29 November 1997

- Phillip J. Clauer, 1997. Proper Handling of Eggs : From Hen to Consumption. Small Flock Factsheet, Number 9, Posted October 1997. Virginia Cooperative Extension Knowledge for the Commonwealth. Virginia State University
- Ray B. 2004. Fundamental Food Microbiology, Third Edition. CRC Press. New York.
- Robinson RK. 1999. Yoghurt. *dalam* Robinson RK, Batt CA dan Patel PD (Ed) Encyclopedia of Food Microbiology II, 784-790. Academic. London.
- Roja, A. (tanpa tahun). Teknologi Pembuatan Kompos Kotoran Ternak Diakses 30 Oktober 2007 dari http://sumber.litbang.deptan.go.id/ttg_komposternak.
- Rynk R, 1992. On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering, Service Pub. No. 54. Cooperative Extension Service. Ithaca, N.Y. 1992; 186pp. A classic in on-farm composting. Website: www.nraes.org
- Sacharow. S. and R.C. Griffin. 1980. Principles of Food Packaging. The AVI
- Salminen S, Wright AV, Arthur Ouwehand. 2004. Lactic Acid Bacteria *Microbiological and Functional Aspects*, Third Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker Inc. New York.
- Saraswati (ed.). 1993. Mengawetkan Daging. Bhratara. Jakarta.
- Sofyaningsih M. 1992. Mempelajari Proses Pengolahan Daging Sapi dan Ayam di PT Kemfoods, Jakarta [Laporan Praktek Lapang]. Bogor: Fateta-IPB.
- Sofyaningsih M. 2007. Retensi Vanilin [Laporan Praktek Lapang]. Bogor: Fateta-IPB.
- Sofyaningsih M. 2007. Retensi Vanilin pada Produk Ekstrak Pekat dan Pasta Vanili Selama Penyim-panan [Tesis]. Bogor: Fateta-IPB.
- Sofyaningsih M. 1992. Mempelajari Proses Pengolahan Daging Sapi dan Ayam di PT Kemfoods, Jakarta [Laporan Praktek Lapang]. Bogor: Fateta-IPB.
- Somali L., Marudut, Muthia S. dan Aminarti ET. Buku Pegangan Praktek Ilmu Teknologi Pangan. Proyek Pendidikan Tenaga Kesehatan Pusat. Aka-demi Gizi Jakarta.
- Sudjatha W.dan Wisaniyasa. 2001. Pengantar Teknologi Pangan. Program Studi Teknologi Pertanian Universitas Udayana Denpasar
- Supardi, I dan Sukamto, 1999. Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Penerbit Alumni Bandung
- Suryani A, Hambali E, dan Rivai M. 2004. Membuat Aneka Selai. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Suryani A, Hambali E, dan Rivai M. 2004. *Membuat Aneka Selai. Penebar Swadaya.* Jakarta.
- Suyitno. 1990. *Bahan-bahan Pengemas.* PAU. UGM. Yogyakarta.
- Swasembada Ekspor. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Syarief.R., S. Santausa dan Isyana. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan, Teknologi Pangan.* Penerbit PT. Media. Jakarta.
- Tesfaye, W *et al.* 2004. Evolution of Wine Vinegar Composition During Accelerated Aging with Oak Chips. *J. of Elsevier*; 239-245 Diakses dari www.elsevier.com/locate/aca
- Thomas P. (1975), *Journal Food Science*, 40 (4).704-706. dalam Winarno. FG. 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Holtikultura.* M-Brio Press Bogor.
- Wawo, B. (Penyuluh Pertanian Madya). (tanpa tahun). *Mengolah Limbah Kulit Buah Kakao Menjadi Bahan Pakan Ternak.* Diakses 30 Oktober 2007 dari <http://www.google.co.id>
- Wenas, R.I.F, Sunaryo, dan Styasmi, S. 2002. *Comperative Study on Characteristics of Tannery, "Kerupuk Kulit", "Tahu-Tempe" and Tapioca Waste Water and the Altemative of Treatment.*
- WHO, 2002. *WHO Global Strategy for Food Safety: Safer Food for Better Health.* WHO. Geneva.
- Wibowo S. 2002. *Industri Pengasapan Ikan. Penebar Swadaya.* Jakarta.
- Winarno FG dan Rahayu TS. 1994. *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan. Pustaka Si-nar Harapan.* Jakarta.
- Winarno FG dan Rahayu TS. 1994. *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan. Pustaka Sinar Harapan.* Jakarta.
- Winarno FG. 1994. *Sterilisasi Komersial Produk Pa-ngan.* PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno FG. 1994. *Sterilisasi Komersial Produk Pangan.* PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1983. *Gizi Pangan, Teknologi dan Konsumsi.* Penerbit Gramedia.
- Winarno, F.G. 1987. *Mutu, Daya Simpan, Transportasi dan Penanganan*
- Winarno, F.G. dan Jennie. 1982. *Kerusakan Bahan Pangan dan Cara*
- Winarno, F.G. Moehammad A. 1979. *Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hudaya.* Institut Pertanian Bogor.

KUNCI JAWABAN

BAB III

1. Manfaat pengecilan ukuran dalam pengolahan pangan adalah:
 - a. Meningkatkan rasio luas permukaan terhadap volume dari bahan pangan sehingga dapat meningkatkan kecepatan pengeringan, pemanasan, atau pendinginan.
 - b. Memperbaiki efisiensi dan kecepatan ekstraksi dari komponen terlarut (sebagai contoh ekstraksi jus dari potongan-potongan buah).
 - c. Menyebabkan pencampuran bahan-bahan lebih sempurna, contohnya dalam sup kering dan campuran kue.
2. Pencampuran adalah suatu satuan operasi yang ditujukan untuk memperoleh campuran yang homogen dari dua atau lebih komponen, baik bahan yang berbentuk kering maupun cair.
3. Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen terlarut dari suatu campuran komponen tidak terlarut dengan menggunakan pelarut yang sesuai.
4. Empat contoh ekstraksi dalam pengolahan pangan yakni:
 - a. ekstraksi komponen flavor vanili dari vanili yang telah dikuring
 - b. ekstraksi minyak dari kelapa
 - c. ekstraksi kafein dari biji kopi
 - d. ekstraksi sari buah jeruk
5. Berdasarkan bentuk panas yang digunakan, proses termal ini secara garis besar dibedakan atas empat, yakni:
 - a. proses termal dengan menggunakan uap (*steam*) atau air sebagai media pembawa panas yang dibutuhkan, meliputi: blansir (*blanching*), pasteurisasi, sterilisasi, evaporasi, dan ekstrusi;
 - b. proses termal dengan menggunakan udara panas, yakni: dehidrasi (pengeringan) dan pemanggangan;
 - c. proses termal dengan menggunakan minyak panas, yaitu penggorengan (*frying*);
 - d. proses termal dengan menggunakan energi iradiasi, yaitu pemanasan dengan gelombang mikro (*microwave*) dan radiasi inframerah.
6. Perbedaan antara pendinginan dan pembekuan dalam hal suhu yang digunakan dan daya awetnya adalah:

	PENDI- NGINAN	PEMBE- KUAN
Suhu penyimpanan	-2 – 10 °C	-12 sd -24 °C
Daya awet	Beberapa hari –sd minggu	Beberapa bulan – sd tahun

7. Metode pengeringan yang dimaksud adalah:
 - a. Pengeringan dengan sinar matahari
 - b. Pengeringan dengan oven
 - c. Pengeringan dengan pengering makanan
 - d. Pengeringan dengan pengering beku
 - e. Pengeringan dengan pengering semprot
 - f. Pengeringan dengan pengering drum yang berputar
8. Produk-produk tersebut adalah selai, jeli, marmalade, manisan buah, buah dalam sirup, sirup, conserves, preserves, mentega buah, dan madu buah.
9. Tiga zat yang berperan dalam pembentukan struktur jeli adalah gula, asam, dan pektin.
10. Penggaraman termasuk pengawetan karena garam akan menarik air dari bahan sehingga mikroorganisme pembusuk tidak dapat berkembang biak karena menurunnya aktivitas air (a_w).
11. Fermentasi spontan adalah fermentasi yang berjalan alami, tanpa penambahan starter, misalnya fermentasi sayuran (acar/pikel, sauerkraut dari irisan kubis), terasi, dan lain-lain. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang berlangsung dengan penambahan starter/ragi, misalnya tempe, yoghurt, roti, dan lain-lain.
12. Bahan tambahan pangan yang dimaksud adalah: pemanis buatan; pengatur keasaman; pewarna; penyedap rasa dan aroma serta penguat rasa; pengawet; antioksidan dan antioksidan sinergis, antikempal; pemutih dan pematang tepung; pengemulsi, pemantap dan pengental; pengeras; sekuestran; enzim; penambah gizi; dan bahan tambahan lain (antibusa, humektan, dan lain-lain)
13. Manfaat pengecilan ukuran dalam pengolahan pangan adalah:
 - a. Meningkatkan rasio luas permukaan terhadap volume dari bahan pangan sehingga dapat meningkatkan kecepatan pengeringan, pemanasan, atau pendinginan.
 - b. Memperbaiki efisiensi dan kecepatan ekstraksi dari komponen terlarut (sebagai contoh ekstraksi jus dari potongan-potongan buah).
 - c. Menyebabkan pencampuran bahan-bahan lebih sempurna, contohnya dalam sup kering dan campuran kue.
14. Pencampuran adalah suatu satuan operasi yang ditujukan untuk memperoleh campuran yang homogen dari dua atau lebih komponen, baik bahan yang berbentuk kering maupun cair (*liquid*).
15. Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen terlarut dari suatu campuran komponen tidak terlarut dengan menggunakan pelarut yang sesuai.

16. Tiga contoh ekstraksi dalam pengolahan pangan yakni:
- ekstraksi komponen flavor vanili dari vanili yang telah dikuring
 - ekstraksi minyak dari kelapa
 - ekstraksi kafein dari biji kopi
 - ekstraksi sari buah jeruk
17. Berdasarkan bentuk panas yang digunakan, proses termal ini secara garis besar dibedakan atas empat, yakni:
- proses termal dengan menggunakan uap (*steam*) atau air sebagai media pembawa panas yang dibutuhkan, meliputi: blansir (*blanching*), pasteurisasi, sterilisasi, evaporasi, dan ekstrusi;
 - proses termal dengan menggunakan udara panas, yakni: dehidrasi (pengeringan) dan pemanggangan;
 - proses termal dengan menggunakan minyak panas, yaitu penggorengan (*frying*);
 - proses termal dengan menggunakan energi iradiasi, yaitu pemanasan dengan gelombang mikro (*microwave*) dan radiasi inframerah.
18. Perbedaan antara pendinginan dan pembekuan dalam hal suhu yang digunakan dan daya awetnya adalah:
- | | PENDIN-
GINAN | PEMBE-
KUAN |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Suhu penyimpanan | -2 – 10 °C | -12 – (-24) °C |
| Daya awet | Beberapa hari - minggu | Beberapa bulan - tahun |
19. Metode pengeringan yang dimaksud adalah:
- Pengeringan dengan sinar matahari
 - Pengeringan dengan oven
 - Pengeringan dengan pengering makanan
 - Pengeringan dengan pengering beku
 - Pengeringan dengan pengering semprot
 - Pengeringan dengan pengering drum yang berputar
20. Produk-produk tersebut adalah selai, jeli, marmalade, manisan buah, buah dalam sirup, sirup, conserves, preserves, mentega buah, dan madu buah.
21. Tiga zat yang berperan dalam pembentukan struktur jeli adalah gula, asam, dan pektin.
22. Penggaraman termasuk pengawetan karena garam akan menarik air dari bahan sehingga mikroorganisme pembusuk tidak dapat berkembang biak karena menurunnya aktivitas air (a_w).
23. Fermentasi spontan adalah fermentasi yang berjalan alami, tanpa penambahan starter, misalnya fermentasi sayuran (acar/pikel, sauerkraut dari irisan kubis), terasi, dan lain-lain. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang berlangsung dengan penambahan starter/ragi, misalnya tempe, yoghurt, roti, dan lain-lain.
24. Bahan tambahan pangan yang dimaksud adalah: pemanis buatan; pengatur keasaman; pewarna; penyedap rasa dan aroma serta penguat rasa;

- pengawet; antioksidan dan antioksidan sinergis, antikempal; pemutih dan pematang tepung; pengemulsi, pematap dan pengental; pengeras; sekuestran; enzim; penambah gizi; dan bahan tambahan lain (antibusa, humektan, dan lain-lain).
25. Fungsi dari komponen-komponen asap adalah:
- Fenol berfungsi sebagai antioksidan, anti-mikroba, dan mem-bentuk cita rasa.
 - Alkohol memiliki fungsi utama membentuk cita rasa, selain itu sebagai antimikroba.
 - Asam-asam organik fungsi utamanya untuk mempermudah pengupasan selongsong, di samping itu sebagai antimikroba.
 - Karbonil memiliki fungsi untuk membentuk warna dan citarasa spesifik
 - Senyawa hidrokarbon memiliki fungsi negatif karena bersifat karsinogenik.
26. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengasapan
- Suhu pengasapan,
 - Kelembaban udara,
 - Jenis kayu,
 - Jumlah asap, ketebalan asap, dan kecepat-an aliran asap dalam alat pengasap,
 - Mutu bahan yang di-asap,
 - Perlakuan sebelum pengasapan.
27. Fungsi dari komponen-komponen asap adalah:
- Fenol berfungsi sebagai antioksidan, anti-mikroba, dan mem-bentuk cita rasa.
 - Alkohol memiliki fungsi utama membentuk cita rasa, selain itu sebagai antimikroba.
 - Asam-asam organik fungsi utamanya untuk mempermudah pengupasan selongsong, di samping itu sebagai antimikroba.
 - Karbonil memiliki fungsi untuk membentuk warna dan citarasa spesifik
 - Senyawa hidrokarbon memiliki fungsi negatif karena bersifat karsinogenik.
28. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi pengasapan, yaitu:
- Suhu pengasapan,
 - Kelembaban udara,
 - Jenis kayu,
 - Jumlah asap, ketebalan asap, dan kecepat-an aliran asap dalam alat pengasap,
 - Mutu bahan yang diasap,
 - Perlakuan sebelum pengasapan.
29. Karena asam memiliki sifat antimikroorganisme sebagai berikut:
- asam memiliki pH rendah yang tidak disukai oleh mikroorganismenya;
 - asam-asam yang tidak terurai bersifat racun bagi mikroorganismenya.
30. Ya, fermentasi dapat dikatakan sebagai salah satu bentuk pengasapan karena selama fermentasi terjadi perubahan-perubahan, di

antaranya terbentuk asam laktat atau asam asetat hasil pemecahan senyawa kompleks karbohidrat.

BAB IV

1. Buah klimaterik merupakan jenis buah-buahan yang terus mengalami perubahan fisiologi, terutama proses pematangan (pematangan), meskipun buah telah dipetik. Proses perubahan fisiologi ditandai dengan perubahan struktur daging buah, warna kulit buah, aroma dan cita rasa, meningkatnya kandungan gula, serta menurunnya kandungan pati. Contoh buah klimaterik yaitu mangga, pepaya, pisang cempedak, kesemek. Sedangkan Buah non klimaterik adalah jenis buah yang tidak mengalami proses fisiologis meski telah dipetik dari pohon. Contoh sayuran buah (mentimun, terung dan gambas).
2. Klimaterik terjadi apabila buah matang dan apabila buah tersebut telah melewati matang maka klimaterik tidak akan terjadi. Buah diperkirakan hanya mengalami satu kali klimaterik selama proses pematangan. Ada dua teori yang dapat digunakan untuk menerangkan terjadinya klimaterik yaitu, teori perubahan fisik dan teori perubahan kimia.

Teori perubahan Fisik

Karena banyak sekali buah yang melakukan proses klimaterik, khususnya untuk menerangkan sebab terjadinya klimaterik karena perubahan fisik, seperti apel, pisang dan advokad. Dalam proses klimaterik yang terjadi pada buah diperkirakan karena adanya perubahan permeabilitas dari sel. Perubahan tersebut akan menyebabkan enzim-enzim dan substrat yang semula dalam keadaan normal akan bergabung dan bereaksi satu dengan lainnya sehingga klimaterik terjadi.

Perubahan Kimia

Perubahan kimia diperkirakan dapat menyebabkan terjadinya klimaterik, karena selama proses pematangan kegiatan yang berlangsung di dalam sel buah meningkat sehingga memerlukan energi yang diperoleh dari ATP. Karena kebutuhan ATP meningkat maka mitokondria sebagai penghasil ATP juga terus mengalami peningkatan aktivitas produksi dan proses respirasi akan meningkat yang akhirnya menyebabkan peristiwa klimaterik. Oleh karena itu pernafasan dapat digunakan sebagai cara untuk mengontrol klimaterik.

3. Upaya yang dapat ditempuh untuk menyimpan buah-buahan secara umum yaitu dengan cara mengatur tingkat kemasakan buah, mengeringkan

permukaan kulit buah dan menyusun buah dalam tumpukan yang aman. Contohnya buah pisang disimpan masih dalam bentuk tandannya. Dan disusun agar udara segar dapat mengenai semua bagian permukaan buah. Syarat utama dalam penyimpanan buah adalah tempat/ ruang harus bersih, sejuk, ventilasi dan sirkulasi udara lancar dan terhindar dari panas matahari secara langsung.

4. Pada umumnya tahap-tahap proses pertumbuhan atau kehidupan buah dan sayuran meliputi pembelahan sel, pembesaran sel, pendewasaan sel (*maturasi*), pematangan (*ripening*), kelayuan (*sinescence*) dan pembusukan (*deterioration*). Khususnya pada buah, pembelahan sel segera berlangsung setelah terjadinya pembuahan yang kemudian diikuti dengan pembesaran atau pengembangan sel sampai mencapai volume maksimum. Setelah itu sel-sel dalam buah berturut-turut mengikuti proses pendewasaan, pematangan, kelayuan dan pembusukan.
5. Tujuan utama menyimpan biji-bijian untuk keperluan konsumsi manusia atau hewan ternak adalah mendapatkan mutu bahan yang keadaannya tetap prima dan terhindar dari berbagai kerusakan meskipun telah melampaui waktu simpan cukup lama. Agar tujuan yang

dimaksud dapat terlaksana maka diperlukan persiapan dan penanganan bahan secara lebih baik dan benar. Untuk mengatasi masalah tersebut sebaiknya bahan dikeringkan dan diupayakan agar kadar air bahan rendah. Untuk melakukan uji secara sederhana cukup menggigit biji kering dan jika mudah retak atau pecah berarti tingkat kekeringan bahan tercukupi

6. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu ikan sebagai ikan basah yang baru ditangkap adalah :
 - a. *Jenis ikan*, ada jenis ikan yang mudah sekali busuk seperti lemuru, kerang-kerangan, molusca dan crustacea dan adapula yang tahan seperti ikan bandeng, tuna, dan cakalang
 - b. *Ukuran ikan*, umumnya ikan yang ukurannya kecil lebih cepat rusak daripada ikan-ikan yang berukuran besar. Hal ini disebabkan karena ikan-ikan yang berukuran kecil disamping luas arealnya atau tubuhnya sempit juga disebabkan dagingnya masih belum kompak terutama pada ikan muda sehingga penguraian daging oleh kegiatan mikroba akan berlangsung cepat.
 - c. *Kondisi biologis*, ikan-ikan yang saat ditangkap dalam keadaan kenyang akan lebih cepat menjadi busuk daripada ikan yang dalam

- keadaan lapar. Pembusukan ini terutama menjolok dari cepatnya isi perut dan dinding perut mengalami penguraian dan pembusukan, mengingat isi perut merupakan salah satu sumber mikroba.
- d. *Suhu air saat ikan ditangkap*, suhu air akan berpengaruh pada kecepatan pembusukan. Kalau ikan ditangkap pada suhu air yang tinggi akan mempercepat proses pembusukan dibandingkan dengan ikan yang ditangkap pada suhu rendah, suhu yang tinggi akan mempengaruhi kecepatan perubahan komposisi daging ikan.
- e. *Cara penangkapan dan kematian*, ikan yang ditangkap dengan suatu jenis alat tangkap tertentu (jala atau pancing) yang dalam proses kematiannya banyak mengeluarkan tenaga untuk melepaskan diri dari jeratan alat tangkap dapat mempercepat proses rigor mortis dan pembusukan dibandingkan dengan ikan yang diproses kematiannya dalam keadaan tenang.
- f. *Cara penanganan, pengangkutan dan pendistribusian ikan pasca penangkapan ikan* sangat mempengaruhi mutu ikan. Ikan-ikan yang diperlakukan secara kasar dan kurang hati-hati sehingga terjadi pelukaan dan lecet-lecet pada tubuhnya akan lebih cepat mengalami pembusukan dibandingkan dengan ikan yang diperlakukan secara baik. Luka pada tubuh ikan akan menjadi pintu masuknya mikroba dan mempercepat perombakan pada daging ikan.
7. Telur mentah yang dibiarkan di udara terbuka (disimpan dalam suhu kamar) dalam waktu yang lama akan mengalami beberapa perubahan seperti :
- Perubahan bau dan cita rasa
 - Perubahan pH
 - Penurunan berat telur
 - Pembesaran rongga udara
 - Penurunan berat jenis
 - Perubahan indeks putih telur
 - Perubahan indeks kuning telur
 - Perubahan nilai haugh unit (HU)
 - Pengenceran isi telur
8. Cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengawetkan telur adalah: menggunakan kulit akasia, minyak kelapa, parafin dan kantong plastik.
- Menggunakan kulit akasia
 - Pengawetan dengan kulit akasia dapat mempertahankan kesegaran telur sampai sekitar 2 bulan. Caranya dengan menumbuk kulit akasia dan merebusnya. Air rebusan ini digunakan untuk merendam telur segar sebelum disimpan.

- Untuk setiap 10 liter air diperlukan 80 gram serbuk kulit akasia.
- c. Menggunakan minyak kelapa
 - d. Pengawetan telur dengan metode ini dapat memperpanjang umur simpan telur sampai 3 minggu. Cara pengawetannya dengan memanaskan minyak kelapa sampai mendidih dan didiamkan sampai dingin. Telur yang akan diawetkan dibersihkan dahulu, kemudian dicelupkan satu per satu dalam minyak tersebut. Telur selanjutnya diangkat dan ditiriskan, lalu disimpan dalam rak-rak. Untuk setiap 1 liter minyak kelapa dapat untuk mengawetkan telur sekitar 70 kg.
 - e. Menggunakan parafin
 - f. Dengan menggunakan parafin, telur akan bisa diawetkan hingga 6 bulan. Caranya dengan membersihkan telur dengan alkohol 96%. Sementara parafin dipersiapkan dengan memanaskan parafin hingga suhu 50-60°C. Telur dicelupkan selama 10 menit, telur selanjutnya diangkat, ditiriskan dan disimpan dalam rak telur. Untuk 1 liter parafin dapat mengawetkan sekitar 100 kg.
 - g. Menggunakan kantong plastik
 - h. Pengawetan dengan kantong plastik hanya dapat memperpanjang umur simpan sampai 3 minggu, caranya adalah dengan membersihkan telur terlebih dahulu, kemudian masukkan dalam kantong plastik yang cukup tebal. Selama penyimpanan tidak boleh ada keluar masuk kantong. Oleh karena itu, kantong harus ditutup rapat-rapat, misalnya menggunakan patri kantong plastik elektronik (sealer).
9. Jenis daging berdasarkan bentuk fisiknya yaitu :
- a. daging segar yang dilayukan tanpa pelayuan
 - b. daging segar yang dilayukan kemudian didinginkan (daging beku)
 - c. daging segar yang dilayukan, didinginkan, kemudian dibekukan (daging beku)
 - d. daging masak
 - e. daging asap, dan
 - f. daging olahan
10. Pemanenan buah nenas dalam suatu kebun hendaknya dilakukan apabila rata-rata buah nenas telah menunjukkan tanda-tanda sebagai berikut : mata demi matanya berjarak agak lebar, berbentuk datar sedang tepinya bundar. warna menjadi kuning (jenis nenas dengan kulit kuning) sedang jenis lainnya (berwarna hijau) maka kulit berwarna hijau agak gelap atau warna hijau tua dengan warna agak kuning

kemerah-merahan.
Mengeluarkan aroma yang khas.

Indeks panen yang digunakan buah pisang menggunakan kriteria seperti hilangnya penampakan sudut-sudut buah (*fullness of finger*), ukuran buah dan jumlah hari setelah keluarnya bunga sampai buah menjadi tua.

Panen buah mangga sebaiknya dilakukan pada saat sebagian buahnya yang telah dewasa berada pada tingkat masak optimal, yang dapat diketahui karena buah menunjukkan tanda-tanda sebagai berikut :

- kulit dan buah yang berbentuk wajar, tidak terserang penyakit, telah berwarna hijau pekat, atau kekuning-kuningan atau agak jingga
- pada beberapa buah, kulit tampak mengkilat, berlapis lilin
- bagian buah yang terbawah benar-benar telah memadat, sedang bagian tengahnya bila diketuk-ketuk dengan jari agak nyaring
- pada beberapa buah hampir penuh dengan bintik-bintik coklat, bukan terserang gigitan larva, hama/kutu.
- umur masak buah seperti mangga arum manis dinyatakan masak optimal setelah berumur antara 93-107 hari, mangga golek 75 hari-85 hari.

BAB V

1. Sanitasi adalah upaya penghilangan semua faktor luar makanan yang menyebabkan kontaminasi dari bahan makanan sampai dengan makanan siap saji.
2. bakteri indikator sanitasi antara lain yaitu *Escherichia coli*, kelompok *Streptococcus* (*Enterococcus*) fekal dan *Clostridium perfringens*.
3. Pekerja atau manusia, hewan, debu dan kotoran, udara dan air, makanan mentah, buangan (sampah).
4. (1) senyawa-senyawa pelepas khlorin, (2) *quaternary ammonium compounds*, (3) iodophor, (4) senyawa amfoterik, dan (5) senyawa fenolik.
5. persyaratan higiene pada pekerja yang menangani bahan makanan adalah:
 - a. Kesehatan yang baik; untuk mengurangi kemungkinan pekerja menjadi tempat penyimpanan bakteri patogen,
 - b. Kebersihan; untuk mengurangi kemungkinan penyebaran bakteri oleh pekerja,
 - c. Kemauan untuk mengerti tentang sanitasi; merupakan prasyarat agar program sanitasi berjalan dengan efektif.
6. Sanitasi lingkungan meliputi sanitasi di dalam dan di luar area

7. Untuk mencegah kontaminasi pangan dilakukan dengan cara:
- menyentuh makanan sesedikit mungkin
 - menghindarkan makanan dari semua sumber bakteri
 - menutup makanan
 - memisahkan makanan mentah dari makanan yang sudah dimasak
 - menghindarkan hewan dan serangga dari tempat makanan
 - membuang sisa makanan dan sampah lain dengan hati-hati
 - menjaga tempat sampah tetap tertutup
 - menjaga segalanya sebersih mungkin
8. Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia.
- Melindungi dan mengawetkan produk (melindungi dari sinar ultraviolet, panas, kelembaban udara, oksigen, benturan, kontaminasi dari kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk)
 - Sebagai identitas produk
 - Meningkatkan efisiensi
 - Melindungi pengaruh buruk dari produk di dalamnya, misalnya jika produk yang dikemas berupa produk yang berbau tajam, atau produk berbahaya seperti air keras, gas beracun dan produk yang dapat menularkan warna, maka dengan mengemas produk dapat melindungi produk-produk lain di sekitarnya.
 - Memperluas pemakaian dan pemasaran produk
 - Menambah daya tarik calon pembeli/konsumen
 - Sebagai sarana informasi dan iklan
 - Memberi kenyamanan bagi konsumen.

BAB VI

Jawab:

- Fungsi pengemasan pada bahan pangan yaitu (Pilih 5 dari jawaban berikut):
 - Mewadahi produk selama distribusi dari produsen hingga ke konsumen (produk tidak tercecer/tumpah, terutama untuk cairan, pasta atau butiran)
- Jenis-jenis bahan pengemas, yaitu:
 - Logam
 - Gelas
 - Plastik
 - Kertas/karton
 - Kayu
 - Keramik
- Persyaratan umum tentang pernyataan (klaim) yang dicantumkan pada label kemasan adalah :

- Informasi gizi
 - Tidak menyatakan seolah-olah makanan yang berlabel gizi mempunyai kelebihan daripada makanan yang tidak berlabel.
 - Tidak memuat pernyataan adanya nilai khusus (nilai khusus tersebut tidak sepenuhnya berasal dari bahan makanan tersebut)
 - Pernyataan yang berhubungan dengan kesehatan didasarkan pada komposisi dan jumlahnya yang dikonsumsi per hari.
 - Gambar atau logo pada label tidak boleh menyesatkan (dalam hal: asal/bahan baku, isi, bentuk, komposisi, ukuran atau warna).
 - Saran penyajian suatu produk dengan bahan lain harus diberi keterangan dengan jelas bila bahan lain tersebut tidak terdapat dalam wadah (bila diperlukan).
4. Teknik-teknik pengisian produk cair:
- *Vacuum filling* (Pengisian produk hampa udara).
 - *Measured dosing* (Pengisian produk terukur).
 - *Gravity-filling* (Pengisian berdasarkan gravitasi).
 - *Pressure filling* (Pengisian berdasarkan tekanan).
5. Berdasarkan fungsinya, penutup wadah gelas ada 3 golongan, yaitu :
- Penutup yang dirancang untuk menahan tekanan dari dalam wadah gelas (*Pressure Seal*). Jenis penutup ini digunakan untuk minuman-minuman berkarbonasi.
 - Penutup yang dapat menjaga keadaan hampa udara di dalam wadah gelas (*Vacuum Seals*). Jenis penutup ini digunakan untuk menutup kemasan hermetis atau bahan-bahan pangan yang diawetkan dan untuk mengemas bahan berbentuk pasta.
 - Penutup yang dirancang untuk mengamankan produk pangan yang ada di dalam wadah (*Normal Seals*).

BAB VII

1. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis.
2. Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia yang mengganggu kebersihan dan atau keamanan lingkungan.
3. Pada dasarnya pengolahan limbah dapat dibedakan menjadi:
 - a. Pengolahan menurut tingkatan perlakuan.
 - b. Pengolahan menurut karakteristik limbah.

4. Indikasi terjadinya pencemaran air adalah:
 - a. Perubahan pH (tingkat keasaman / konsentrasi ion hidrogen)
 - b. Perubahan warna, bau dan rasa
 - c. Timbulnya endapan, koloid dan bahan terlarut.
5. Aspek ekonomi dari pembuatan kompos adalah:
 - a. Menghemat biaya untuk transportasi dan penimbunan limbah.
 - b. Mengurangi volume/ukuran limbah.
 - c. Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya.
6. Strategi untuk mempercepat pengomposan adalah:
 - a. Menmanipulasi kondisi/faktor-faktor yang berpengaruh pada proses pengomposan.
 - b. Menambahkan organisme yang dapat mempercepat proses pengomposan: mikroba pende-gradasi bahan organik dan vermikompos (cacing).
7. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain.
8. Mikroba yang sering dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas kompos adalah:
 - a. mikroba penambat nitrogen: *Azotobacter* sp, *Azospirillum* sp, *Rhizobium* sp, dll
 - b. mikroba pelarut P dan K : *Aspergillus* sp, *Aeromonas* sp.
 - c. mikroba agensia hayati : *Metharhizium* sp, *Trichoderma* sp,
 - d. mikroba perangsang pertumbuhan tanaman: *Trichoderma* sp, *Pseudomonas* sp, *Azospirillum* sp.

BAB VIII

BAB IX

1. Pengetahuan akan kurva pertumbuhan mikroba (seperti bakteri) sangat penting untuk menggambarkan karakteristik pertumbuhannya, sehingga akan mempermudah dalam kultivasi (menumbuhkan) mikroba pada suatu media, atau penyimpanan kultur dan penggantian media.
2. Bakteri *termofilik* adalah mikroba yang dapat tumbuh pada suhu yang relatif tinggi dengan suhu minimum 25°C, suhu optimum 45-55°C, dan suhu maksimum 55-65°C.
3. Proses fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen.

4. Beberapa contoh fermentasi metabolit primer antara lain aseton butanol, alkohol/etanol, asam cuka, asam sitrat, enzim dan vitamin.
5. Sari buah anggur merupakan medium fermentasi *wine* yang baik karena:
 - a. Kandungan nutrisi cukup tinggi.
 - b. Mempunyai keasaman yang tinggi sehingga dapat meng-hambat pertumbuhan mikrobia yang tidak diinginkan.
 - c. Kandungan gula cukup tinggi
 - d. Mempunyai aroma yang sedap.
6. Bahan yang dapat digunakan untuk membuat cuka diantaranya:
 - a. Sari buah-buahan, misalnya apel, anggur, jeruk, dan sebagainya.
 - b. Sayur-sayuran yang mengandung pati, misalnya kentang yang mengandung pati dan harus dihidrolisis menjadi gula terlebih dahulu.
 - c. Biji-bijian gandum, seperti barley, gandum hitam, jagung, dan gandum.
 - d. Minuman keras atau alkohol, misalnya dari bir, atau dari etil alkohol yang berubah sifat.
7. Rekayasa genetika merupakan suatu proses bioteknologi modern dimana sifat-sifat dari suatu makhluk hidup dirubah dengan cara memindahkan gen-gen dari satu spesies makhluk hidup ke spesies yang lain, ataupun memodifikasi gen-gen dalam satu spesies.
8. Bioteknologi bakteri asam laktat adalah penggunaan/pemanfaatan bakteri asam laktat untuk membuat atau memodifikasi suatu produk (bahan pangan/pangan) menjadi suatu produk yang lebih berkualitas

GLOSSARY

Absorpsi (*absorption*): proses perpindahan nutrien yang menembus dinding usus dan pengangkutannya terjadi dalam darah vena atau limfa. Diperkirakan selama 24 jam usus mampu mengabsorpsi 18 liter air, 3,5 kg glukosa, 500 g asam amino, serta 750 g gliserida.

Adsorpsi (*adsorption*): penyerapan suatu molekul atau suatu zat pada permukaan partikel secara fisik tanpa reaksi kimiawi yang terjadi antara substrat (zat penyerap) dengan produk yang terserap, misalnya misela, karbon aktif, alumina dan sebagainya.

Aerobik (*aerobic*): keadaan cukup oksigen bebas yang dibutuhkan mikroorganisme untuk metabolisme dan pertumbuhannya. Beberapa strain mikroorganisme bersifat obligat-aerob yang tidak mampu untuk mengadaptasi medium nonaerasi. Namun, sejumlah besar mikroorganisme bersifat fakultatif anaerob, yaitu dapat tumbuh dengan ada atau tidak adanya udara.

Aflatoksin (*aflatoxin*): metabolik sekunder dari berbagai fungi, khususnya *Aspergillus flavus*. Aflatoksin membentuk sekelompok senyawa kompleks yang secara kimiawi sejenis. Semua senyawa ini disusun oleh dua cincin furan yang berpasangan dengan inti

benzen dan cincin piran, selain dengan cincin pentana (tipe B) atau heksana (tipe G). Tergantung pada apakah cincin pentana furan jenuh atau berikatan rangkap, aflatoksin diberi indeks 1 atau 2. Sekitar 15 aflatoksin dikenali dengan nilai Rf-nya, warna perendarannya (B: biru, G: kehijau-hijauan, M: biru-ungu), dan toksisitasnya (daya peracunannya). Aflatoksin kebanyakan bersifat karsinogenik yang kuat pada hati, yaitu kira-kira seratus kali lipat lebih kuat daripada nitrosamin. Aflatoksin dicurigai sebagai penyebab kanker hati di kalangan orang yang tinggal di daerah panas dan lembab yang mendukung pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada makanannya.

Agar: agensia pembentuk tekstur pada makanan (E 406), dihasilkan dari ekstraksi ganggang merah (*Rhodophyceae sp*). Agar terdiri dari dua polisakarida: agarosa (galaktosa dengan 3,6-anhidro-L-galaktosa) dan agaropektin (1,3-D galaktosa dengan gugus-gugus ester sulfat); BM = kurang lebih 100.000. Sin. agarosa, agaropektin.

Aktin (*actin*): protein dalam sel otot yang berbentuk benang (fibril). Protein ini dapat bergabung dengan miosin membentuk aktomiosin ketika otot mengalami kontraksi. Sekitar 15 % nitrogen dalam jaringan otot berasal dari aktin.

Aktomiosin (*actomyosin*): komponen protein utama sel-sel kontraksi pada otot. Sel kontraksi terdiri atas filamen-filamen protein yang saling terkait. Ada dua tipe protein filamen yang berinteraksi, yaitu filamen tebal yang mempunyai diameter sekitar 15 nm dan terutama mengandung miosin dan filamen tipis mempunyai diameter sekitar 7 nm dan terutama mengandung aktin. Komplek aktomiosin terbentuk jika aktin dan miosin bergabung menjadi satu. ATP menyebabkan kompleks ini terdisosiasi menjadi aktin dan miosin. Kalium dan energi dari ATP mengaktifkan interaksi protein aktin dan miosin yang dapat menyebabkan kontraksi fibril. Komplek yang terbentuk seperti itu memiliki kekokohan mekanis yang besar. Ini terjadi pada perubahan pascamortem yang menyebabkan rigor mortis.

Albumen (*albumen*): zat putih telur. Pada biji sereal, zat ini terdapat dalam jaringan cadangan yang ada di sekitar embrio.

Albumin (*albumin*): nama umum dari sekelompok protein yang berupa larutan koloid. Albumin merupakan unsur utama yang terdapat pada putih telur (ovalbumin), merupakan unsur penting dalam serum darah (serum albumin), juga terdapat dalam susu (lactalbumin), jaringan dan cairan fisiologis, dan dalam tumbuhan (vegetable albumin). Komposisi asam amino dalam albumin bervariasi, tergantung pada asal bahan dasarnya. Hasil beberapa

analisis menunjukkan bahwa albumin telur mengandung 54,3% karbon, 7,1% hidrogen, 21% oksigen, 15,8% nitrogen, Serta 1,8% sulfur. Albumin dapat bergabung dengan beberapa logam berat, maka digunakan sebagai penangkal pada keracunan garam-garam merkuri. Albumin dapat terkoagulasi atau terdenaturasi oleh panas, alkohol, atau asam. Koagulasi juga akan mengendapkan padatan tersuspensi, sifat inilah yang menyebabkan albumin digunakan untuk menjernihkan produk seperti wine, sirup dan sebagainya.

Aldehida (*aldehyde*): senyawa dengan rumus umum R-COH, di mana gugus radikalnya (—R) dapat berupa senyawa alifatik atau aromatis. Aldehida mengandung gugus karbonil (C=O) yang dapat memberikan sifat reaktivitas kimia yang spesifik.

Alkaloid (*alkaloid*): suatu substansi yang mengandung nitrogen, terdapat pada berbagai jenis tanaman dan pada konsentrasi rendah menyebabkan berbagai aksi fisiologis sebagaimana stimulan. Pada konsentrasi tinggi akan bersifat toksik bagi tubuh. Contoh alkaloid, adalah morfin, kokain dan sejenisnya.

Alkohol (*alcohol*): komponen organik dengan rumus umum R-OH, di mana R adalah gugus alkil atau alkil tersubstitusi. Etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan yeast adalah alkohol yang umumnya terdapat dalam minuman beralkohol.

Amilase (*amylase*): enzim yang mampu menghidrolisis molekul pati, glikogen, dan turunan polisakarida pada ikatan α -1,4, α -Amilase menghidrolisis ikatan glikosidik secara acak, B-amilase menghidrolisis menjadi unit-unit mitosa dari ujung nonreduksi, dan glukamilase menghidrolisis menjadi unit-unit glukosa dari ujung nonreduksi branching (cabang) amilase: menghidrolisis ikatan cabang α -1,6 pada amilopektin atau glikogen. α -Amilase (α -1,4-glukosa 4-glukonohidrolase, EC 3.2.1.1), (B-amilase (α -1,4-glukan maltohidrolase, EC 3.2.1.2), glukamilase (α -1,4-glukan glukohidrolase, EC 3.2.1.3).

Amilopektin (*amilopectin*): fraksi pati yang tidak larut dalam air; selain tersusun dari rantai lurus D-glukosa yang berikatan α -1-4 juga terdapat rantai cabang α -1-6; dengan larutan iodin berwarna cokelat-violet. Berat molekul sekitar 500.000.

Amilosa (*amylose*): fraksi pati yang larut dalam air, tetapi tidak larut di dalam N-butanol atau pelarut organik polar lainnya; tersusun dari rantai lurus D-glukosa yang berikatan α -1,4 dengan derajat polimerisasi antara 100-400; berwarna biru tua dengan iodin. Amilosa menyusun sekitar 20% dari pati sereal, tetapi hanya 1% dalam jagung dan sorgum. Pada beberapa strain jagung dapat mencapai 75%. Berat molekulnya 4.000-150.000.

Amino, asam (*amino acid*): penyusun protein dan peptida, dicirikan oleh suatu rantai yang mengandung suatu gugus karboksil pada atom karbon terminal dan suatu gugus amino pada atom karbon α . Hanya isomer asam amino serf L yang bisa digunakan oleh tubuh. Pada campuran rasemik, hanya separuh yang mempunyai fungsi aktivitas.

Anaerobik (*anaerobic*): sebutan untuk mikroorganisme yang dapat hidup pada atmosfer bebas oksigen, terutama bakteri patogen. Mikroorganisme seperti itu dapat berkembang biak di dalam bahan makanan yang disimpan dalam lingkungan tanpa udara. Pencegahan pertumbuhan bakteri tersebut lebih sulit dibanding bakteri aerobik.

Angka asam (*acid number*): suatu bilangan atau angka yang menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam lemak atau minyak, yang dihasilkan terutama dari peranan enzim lipase (EC 3.1.1.3). Angka yang asam yang dinyatakan sebagai banyaknya mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam setiap g lemak.

Angka penyabunan (*saponification value*): banyaknya mg KOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 g lemak. Angka penyabunan menjadi lebih tinggi pada asam lemak dengan berat molekul rendah.

Antibiotik (*antibiotic*) : produk sekresi mikroorganisme atau substansi kimiawi sintetis yang menghambat perkembangbiakan bakteri (bakteriostatik) atau dapat menyebabkan kematiannya (bakteriosidal). Pada konsentrasi tertentu dalam diet, antibiotik memacu kecepatan pertumbuhan hewan. Antibiotik juga merusak atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam makanan yang dikonsumsi manusia. Beberapa individu alergi pada antibiotik tertentu. Adanya antibiotik dalam lambung dapat pula menyebabkan resistensi mikroorganisme tertentu.

Antifungi (*antifungal*): substansi yang mampu menghambat pertumbuhan atau merusak fungi dan yeast. Senyawa antifungi tertentu diizinkan sebagai bahan pengawet dalam makanan, misalnya asam sorbat (E 200).

Antigen (*antigen*) : substansi kimia yang dimasukkan ke dalam organisme hidup, yang mampu mendorong pembentukan antibodi. Antigen bereaksi spesifik dengan antibodi yang terbentuk.

Bakterisidal (*bactericidal*): suatu zat yang dapat membunuh bakteri.

BHA : singkatan dari *Butylated Hydroxyanisole*, merupakan senyawa antioksidan.

BHT: singkatan dari *Butylated Hydroxytoluene*, merupakan senyawa antioksidan.

Biodegradasi (*biodegradation*) : kerusakan bahan-bahan industri oleh mikroorganisme. Biodegradasi diterapkan untuk produk-produk yang dapat memberikan kenaikan keracunan jika dibuang di lingkungan.

Biomasa (biomase): bahan organik yang dihasilkan oleh pertumbuhan organisms. Sering diartikan untuk sel-sel mikroorganisme yang dihasilkan oleh fermentasi, misalnya yeast, bakteri, jamur, alga. Pada keadaan tertentu dapat digunakan langsung sebagai makanan untuk manusia atau hewan, tetapi biasanya memerlukan pemurnian yang intensif.

Biotin (*biotin*) : bentuk B dari vitamin yang mengandung cincin diaminothiofen yang bergandengan dengan asam isovalerat. Biotin (BM = 224,31) tidak berwarna larut dalam air (20 mg/100 ml), dan alkohol 100 mg / ml) bahkan dalam larutan alkali. Stabil terhadap panas, cahaya, sinar ultraviolet di dalam medium asam, tetapi sensitif terhadap alkali, oksigen, dan agensia pengoksidasi. Jika teroksidasi, terbentuk

Bitot, noda (*Bitot's spots*) : bercak putih kusam yang berkembang di sekitar kornea. Kekurangan vitamin A dapat menyebabkan noda bitot.

Blansing(*blanching*): perlakuan panas yang ditujukan untuk menginaktifkan enzim dalam buah maupun sayuran segar. Blansing dimaksudkan agar reaksi-reaksi

yang tidak dikehendaki, misalnya pencoklatan enzimatis, dapat dicegah. Blansing dapat dilakukan dengan air panas ataupun uap panas.

Bromelain, bromelin: dua macam bromelin, yaitu A dan B, telah berhasil diisolasi dari nanas. Ini merupakan protease tiol sangat aktif yang memecah protein pada residu lisin, alanin, tirosin, serta glisin.

Bungkil, minyak (*oil caked*): residu padat pada ekstraksi minyak dengan pengepresan.

Asam butirat (*butyric acids*): asam lemak jenuh berantai pendek C4 yang larut dalam air dan pelarut lemak. Asam lemak ini memiliki bau yang dikenal sebagai mentega tengik dan merupakan produk flora ruminansia.

butirometer (butyrometer): tabung sentrifus berskala; digunakan untuk menentukan kadar lemak dalam susu. Sampel susu pertamanya diperlakukan dengan asam sulfat dalam butirometer dan kemudian disentrifus. Lemak akan membentuk lapisan atas yang terpisah jelas dan kadar lemak dapat dibaca langsung dari skala pada tabung sentrifus.

Butil hidroksi anisol (*butylated hydroxyl anisole*): suatu derivat fenol (BM = 180,25) yang merupakan substansi seperti lilin; pada suhu kamar berupa zat padat, tidak larut dalam air, namun larut dalam lemak dan pelarutnya. Senyawa ini berperan sinergistik sebagai antioksidan dan digunakan

sebagai aditif bahan makanan (E 320) dengan antioksidan lainnya.

Butil hidroksi toluen (*butylated hydroxy toluene*): suatu derivat fenol (BM= 220,34); tiolak larut dalam air, tetapi larut dalam lemak atau solvenya serta dalam sejumlah alkohol. Zat ini merupakan suatu antioksidan yang sering digunakan sebagai aditif bahan makanan (E 321) untuk mencegah timbulnya ketengikan dalam lemak.

Cairan lambung (*gastric juice*): hasil sekresi lambung mengandung asam klorida (5 g per l), ion mineral dan kation-kation Na, K, Ca, serta Mg. Asam klorida digunakan untuk mempertahankan pH 1-2 tergantung pada spesies hewan; pada anak hewan yang masih menyusu pH lebih tinggi, yaitu 3 - 4. Komponen utama cairan lambung yang lain adalah 3 macam endopeptidase: pepsinogen (propepsin), yang diaktifkan oleh asam klorida dan memecah ikatan peptida pada posisi asam amino aromatik; katepsin (gastriksin), juga dikeluarkan sebagai proenzim; renin, yang hanya terbentuk pada perut mamalia muda dan bekerja pada misel kasein dengan menghidrolisis fraksi dan menyebabkan penggumpalan. Cairan lambung juga mengandung sejumlah kecil lipase, mukopolisakarida sulfat, dan beberapa macam glikoprotein, yang berperan pada proses pencernaan bermacam-macam nutrien. Orang dewasa memproduksi sekitar 1-1,5 l cairan lambung per hari.

Cat Gram (*Gram stain*): suatu cat bakteriologis paling penting; ditemukan pertama kali pada tahun 1880 oleh Christian Gram. Bila bakteri dicat dengan kristal violet atau cat dasar lainnya, beberapa spesies tertentu (Gram negatif) akan dengan mudah dilunturkan warnanya dengan pelarut organik yaitu etanol atau aseton; sedangkan yang lainnya (Gram positif) tidak akan luntur. Cat Gram merefleksikan perbedaan dasar dinding sel dari dua golongan bakteri.

Celcius, skala (*Celsius scale*) suatu skala suhu yang awalnya disebut sentigrade. Skala tersebut berdasarkan pada 100 interval derajat yang sama antara titik leleh air murni pada 0°C dan titik didihnya pada tekanan 1 atmosfer (760 mm Hg) pada suhu 100°C. Unit Satuan Internasional suhu adalah Kelvin (K) dan 1°K setara dengan 1°C, dan 0°C sama dengan 273°K. Perubahan suhu dalam derajat Celsius menjadi derajat Fahrenheit (T) adalah $T = \frac{9}{5} \times ^\circ\text{C} + 32^\circ$.

CMC (*Carboxymethylcellulose*) atau karboksimetil sellulosa

COD: singkatan dari *Chemical Oxygen Demand*, merupakan ukuran tentang banyaknya kebutuhan oksigen kimiawi yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa kimia (mineral ataupun organik) yang ada dalam air; COD dinyatakan dalam mg oksigen per liter air.

Daging kyuring (*cured meats*): daging awetan yang umumnya diolah dengan penggaraman. Organisme pembusuk tidak akan mampu tumbuh karena akibat aktivitas air yang rendah. Pengawetan dapat dilakukan dengan menebarkan garam pada permukaan daging. Namun sekarang, daging umumnya ditempatkan dalam suatu tangki bergaram. Injeksi dapat pula untuk mempercepat kuring "Corn" merupakan istilah yang digunakan untuk garam berbutir dan hasilnya disebut dengan nama "corned beef". Nitrit mungkin pula dimasukan pula dalam garam untuk nitrosomioglobin. Daging yang telah mengalami kuring dinilai berdasarkan sifat flavor biogis yang mereduksi nitrat menjadi nitrit dan No yang mampu mereduksi feri menjadi fero, selanjutnya terjadi denaturasi globin oleh panas. Reaksi perubahan warna daging yang dikyuring adalah sebagai berikut :

Dekstrorotatori (*dextrorotatory*): sifat suatu substansi dengan atom karbon yang mampu memutar sinar polarisasi searah jarum jam atau putar kanan. Sifat ini ditunjukkan dengan simbol (+) sebelum nama substansi.

Dekstrosa (*dextrose*): nama lain glukosa.

Denaturasi (*denaturation*): perubahan struktur molekul protein yang menyebabkan perubahan sifat-sifat fisik, kimiawi, dan

biologis. Denaturasi terjadi dengan perlakuan panas, alkohol, aseton, asam, getaran ultrasonik, atau radiasi ultraviolet. Denaturasi tidak termasuk hidrolisis ikatan peptida. Nilai gizi tidak akan berubah meskipun protein kehilangan sifat biologisnya. Denaturasi albumin menyebabkan proteolisis berlangsung lebih mudah. Selama pemanasan makanan dengan pasteurisasi atau sterilisasi kimiawi, di samping terdenaturasi, kemungkinan protein akan rusak oleh karena interaksi komponen-komponen dalam makanan, yang berakibat nilai gizinya berkurang.

Detoksikasi (*detoxication*): penghilangan substansi toksin dari produk makanan; dapat dilakukan dengan pelarut, reaksi kimia, enzim, atau aktivitas mikroorganisme. Pada hewan tingkat tinggi, detoksikasi terjadi pada hati.

Ekskresi (*excretions*) pengeluaran produk dari dalam tubuh. Sesuai dengan sifat metabolisme, pengeluaran produk dapat terjadi melalui feses (mineral, molekul-molekul hidrofobik), urine (molekul larut air), respirasi (CO₂, air), atau lewat kulit (elektrolit, nitrogen). pengeluaran produk lewat kulit terjadi pada lingkungan yang panas.

Ekstrusi (*extrusion*): suatu proses dengan memberikan tekanan dan panas pada suatu bahan dengan kadar air tertentu, sehingga produk masakan keluar melalui lubang kecil dengan bentuk dan ukuran tertentu.

Emulsi (*emulsion*): suatu campuran antara dua cairan yang tidak saling melarutkan, cairan yang satu terdispersi dalam bentuk tetesan-tetesan dalam fase kontinu dari cairan yang lain.

Emulsi, penstabil (emulsifier): suatu bahan surface aktif yang dapat menurunkan kecenderungan tetesan-tetesan dalam suatu emulsi untuk bergabung; kestabilan terjadi oleh adanya tegangan permukaan. Bahan yang dapat menstabilkan emulsi secara baik mempunyai gugus polar dan nonpolar rang kuat dan dapat mencegah bergabungnya tetesan-tetesan dalam emulsi karena adanya penyerapan molekul bahan surface aktif pada permukaan fase yang terdispersi. Garam-garam empedu berfungsi sebagai bahan penstabil dalam bentuk daerah usus halus yang menstabilkan globula dalam suspensi dan juga membantu dalam mencerna lemak. Dalam pengelolaan makanan bahan penstabil emulsi yang sering digunakan adalah lesitin yang berasal dari kuning telur atau kedelai. Ada juga beberapa emulsifier sintetik yang digunakan seperti monogliserida, monoster gliserol, bahan pengantur testur juga dapat mempertahankan stabilitas emulsi.

Enzim (enzymes) : suatu protein yang berperan sebagai katalis biologi (biokatalisator). Enzim tertentu pada dasarnya akan mengkatalisis setiap reaksi di dalam set hidup. Misalnya,

Escherichia coli, telah diketahui paling tidak memiliki 3.000 enzim yang berbeda, dan Bel eukariotik memiliki sekitar 50.000 macam enzim. Semua enzim merupakan protein, yang memerlukan suatu kofaktor agar dapat aktif. Kofaktor tersebut dapat berupa unsur anorganik, misal besi (Fe) atau tembaga (Cu), atau senyawa organik, misal FAD, NAD. Enzim peka terhadap pH ekstrem, dan umumnya menjadi inaktif pada suhu 60°C.

Enzimatik, aktivitas (enzymatic activity) aktivitas enzimatik dapat ditentukan sebagai jumlah mikromol substrat yang diubah oleh enzim dalam satu menit (pada laju reaksi maksimum dan substrat yang berlebihan) Satuan (IU) merupakan jumlah protein enzim yang mengubah satu mikromol substrat permenit pada kondisi standar (baku). Aktivitas enzim spesifik adalah jumlah mikromo; substrat yang diubah oleh 1 mg protein enzim dalam satu menit.

Escherichia coli : spesies bakteri yang sangat besar tersebar ke seluruh tempat yang berasal dari saluran pencernaan.

Esensial (essential) : istilah untuk menerangkan sesuatu bahan yang tak dapat disintesis oleh tubuh, padahal bahan tersebut sangat diperlukan tubuh untuk menjaga agar fungsi organ baik. Oleh karenanya, zat esensial tersebut harus ada pada makanan yang dikonsumsi dalam jumlah cukup. Bila kekurangan zat ini akan menyebabkan penyakit atau me-

ngurangi kecepatan dalam pertumbuhan dan perkembangan badan. Yang termasuk senyawa esensial bagi manusia ialah sebagai berikut.

1. Mineral yang mempunyai fungsi biologis.
2. Vitamin: retinol tokoferol, tiamin, riboflavin, piridoksin, kobalamin, asam askorbat, asam pantotenat, asam folat dan biotin.
3. Asam lemak esensial: linoleat, linolenat, arakidonat.
4. Asam amino esensial: isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, tirosin, triptofan dan valin.

Etilen (ethylene) : senyawa gas yang mengatur pematangan (ripening) buah; etana $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ Produksi etilen pada buah meningkat secara tajam sewaktu mulai matang.

Eukariotik (*eukaryotic*): sel eukariotik merupakan unit struktur tanaman, hewan protozoa, fungi, dan kebanyakan algae (ganggang). Sel eukariotik secara has mengandung lebih dari satu kromosom, satu membrane inti, DNA yang terikat ke histon, DNA dalam organel-organel, mitokondria dan atau kloplas, dan kompleks Golgi.

Fahrenheit, derajat (*Fahrenheit degree*) suatu skala suhu yang ditentukan oleh Gabriel Fahrenheit (1686-1736), seorang ahli fisika bangsa jerman. Dalam skala Fahrenheit (°F), suhu air membeku 32°F, dan suhu air mendidih 212°F.

Konversinya ke derajat Celcius adalah $^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32^{\circ})$.

FAO: singkatan *Food and Agriculture Organization*; organisasi dari Perserikatan Bangsa-Bangsa yang berhubungan dengan produksi pertanian dan pangan; bermarkas besar di Roma.

Fenilalanin (*phenylalanine*) : asam amino aromatik netral yang tersusun dari cincin bensen dan rantai samping alanin; merupakan asam amino esensial bagi manusia dan hewan monogastrik, dan sebagian dapat diganti dengan tirosin.

Fermentasi (*fermentation*) suatu reaksi metabolisme yang meliputi sederet reaksi oksidasi-reduksi, yang donor dan aseptor elektronnya adalah senyawa-senyawa organik, umumnya menghasilkan energi. Fermentasi dilakukan oleh bakteri, fungi dan *yeast* tertentu, baik fakultatif maupun obligat. Contoh fermentasi alkohol merupakan proses paling penting pada tips ini.

Fermentasi atas (*fermentation top*) suatu fermentasi oleh suatu strain *Saccharomyces cereviseae* terhadap bahan pada suhu 15-20°C. *Yeast* muncul ke permukaan dan secara periodik dihilangkan. Fermentasi sempurna berlangsung selama satu minggu.

Fermentasi bawah (*fermentation, bottom*). suatu fermentasi oleh strain *Saccharomyces carlbergensis* atau strain tertentu *S. Ceriviseae* pada suhu rendah (kira-kira 10°C)

secara perlahan-lahan. Fermentasi bawah berlangsung lebih lama dari fermentasi atas, selama proses *yeast* cenderung mengendap (turun ke dasar bejana).

Fermentasi nilai (*fermentation value*) rasio antara gula yang digunakan dengan *yeast* yang dihasilkan dalam produksi sel-sel *yeast*. Dalam pembuatan roti nilai fermentasi dapat dinilai sebagai jumlah gas CO₂ yang dihasilkan di bawah kondisi standar.

Fermentor (*fermentor*) : peralatan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme dalam medium cair. Parameter-parameter seperti pH, komposisi medium, suhu, pengadukan, konsentrasi metabolit dan gas dapat dimonitor serta dikendalikan.

Feses (*faeces*) : ekskreta yang dikeluarkan dari jalur pencernaan. Jumlah yang dihasilkan orang bervariasi dari 80 sampai 200 g per 24 jam. Warnanya disebabkan oleh sterkobilin yang diturunkan dari pigmen. Feses terutama tersusun oleh residu sekresi usus halus, lendir, leukosit, dan sejumlah besar sel bakteri dari mikroflora usus halus.

Fitat asam (*phytic acid*) : inositol heksafosfat C₈H₁₈O₂₄, BM = 660,08; terdapat pada biji-bijian seperti kacang-kacangan dan sereal. Asam fitat merupakan cadangan unsur fosfat (P) dalam biji. Kadar asam fitat bertambah besar pada biji yang semakin tua. Asam fitat dihidrolisis oleh enzim fitase menjadi inositol dan asam

fosfat. Asam fitat disebut zat anti gizi karena sifatnya dapat mengikat unsur-unsur Ca, Fe, Mg, Zn, dan membentuk garam yang mengendap. Karen terbentuknya garam yang tidak larut ini, maka penyerapan unsur-unsur tersebut oleh darah akan terganggu. Apabila berlangsung lama akan

mengakibatkan tubuh kekurangan mineral tersebut dan dapat mengganggu kesehatan. Dalam tubuh manusia tidak terdapat enzim fitase yang dapat memecah fitat. Kandungan fitat dalam berbagai bahan tertera pada Tabel F-1.

Tabel F-1
Kandungan asam fitat dan kalium bermacam-macam makanan

Macam-macam makanan	Asam fitat		Kalium mg/100 bahan	Asam fitat/Ca (mil equivalen)
	mg/100 g bahan	p % total		
Produk biji-bijian				
Biji utuh :				
Jewawut'	725	70	15	17,5
Cantel	920	75	20	16,5
Jagung	890	75	20	14,5
Barley	660	55	20	12,0
Gandum	960	70	35	10,0
Bergs	710	70	30	8,5
Rye	870	75	40	8,0
Oat	990	70	50	7,0
Produk gandum				
Tepung 100% ER	960	70	35	10,0
Tepung 85% ER	520	60	20	9,5
Tepung 70% ER	380	50	15	9,5
Roti 100% ER	660	50	35	6,5
Roti 85% ER	250	25	20	4,5
Roti 70% ER	140	20	15	3,5
Dedak	150	90	120	3,5
Sayuran				
Lentil	1050	90	80	4,81.
Biji Haricot	970	60	145	2,4
Chick pea	890	75	150	2,2
Biji berminyak				
Kacang tanah	725	55	70	3,8
Kedelai	1420	65	230	2,3
Kapas	1290	40	230	2,0
Sayuran hijau				
Kacang hijau	185	45	100	1,5
Kentang	55	35	35	0,6
Produk lainnya				

Macam-macam makanan	Asam fitat		Kalium mg/100 bahan	Asam fitat/Ca (mil equivalen)
	mg/100 g bahan	p % total		
Kakao	600	25	130	1,7
Kenari	430	25	.50	3,0

Flavonoid (*flavonoid*) : kelompok pigmen fenolat yang memberikan warna pada sayuran, buah-buahan, dan bunga, pigmen dalam bentuk heterosida glukosa atau rhamnosa. Pigmen ini berasal dari kondensasi tiga gugus karbon nomor 2 asam hidroksi sinamat atau turunannya, dan membentuk dua cincin fenolat A dan B yang dihubungkan oleh sebuah rantai dengan tiga atom karbon (maka disebut senyawa C₆ - C₃ - C₆) membentuk suatu kalkan. Apabila rantai C₃ berakhir pada OH fenol dari cincin A, diperoleh suatu senyawa heterosiklis teroksidasi. Dikenal berbagai senyawa flavonoid yang tergantung pada derajat oksidasinya (antosianidin, flavonol, flavonon, Berta flavononal).

1. Antosianictin, biasanya terdapat sebagai glikosida, disebut antosianin, yang merupakan molekul terion berwarna merah dalam medium asam dan biru dalam medium alkalis (seperti pelargonidin, sianidin, dan delphinidin).
2. Flavonol, memberikan warna kuning pada beberapa bunga.

Flaflora usus (*gut flora*) mikroflora dalam rongga pencernaan di *duodenui* sekitar 10³ per ml. Konsentrasi ini meningkat sepanjang jalur intesti menjadi 10¹ di *ileuin*, 10¹¹ di *caecum*, dan 10¹¹ di *colon*. Bagian atas intesti didominasi bakteri Gram-positif, yang secara bertahap bagian lebih bawah didominasi bakteri Gram-negatif. Di colon terdapat campuran, Entrobacteriae, Enterococci, Lactobacilli, Clostridia, dan sebagainya. Organisme tersebut memproduksi enzim-enzim untuk menghidrolisi dan merombak nutrien. Flora mengembangkan α- dan β-glukosidas dan disakaridase yang menghidrolisis karbohidrat tercerna dan sebagian karbohidrat tidak tercerna. Deaminase merombak asam amino menjadi amonia dan rantai karbon dengan gugus-gugus karboksil, alkoho dan atau aldehid. Asam amino didekarboksilasi menjadi amina dan karbon dioksida. Vitamin K dan B-komplek disintesis oleh flora usus dalam jumlah yang cukup guna kebutuhan tubuh, baik pada hewan monogastrik maupun poligastrik.

Fortifikasi (*fortification*) : penambahan nutrien ke dalam produk makanan untuk mengatasi defisiensi alamiah. Misalnya, fortifikasi tepung ketela dengan vitamin B-komplek, besi, dan kalsium. Fortifikasi sinonim dengan "pengayaan" atau enrichment dan lebih berimplikasi ke penambahan substansial dibanding istilah *suplementasi*.

Fotosintesis (photosynthesis) : sintesis karbohidrat dari air dan karbondioksida oleh tanaman berklorofil dengan menggunakan energi cahaya matahari. Reaksi umum fotosintesis adalah sebagai berikut.



Sistem reaksi ini dapat dibagi menjadi dua tahap.

1. Reaksi terang yang memerlukan cahaya (fotokimia), energi cahaya diserap oleh Korofil yang menyebabkan terjadi fotolisis air dan memberikan elektron dan oksigen + ion hidrogen seperti reaksi Hill's:
$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{O}_2$$

Elektron ditransfer sepanjang rantai senyawa oksidasi atau reduksi dan selanjutnya membentuk ATP dan koenzim tereduksi berupa NADPH; senyawa terakhir ini yang selanjutnya digunakan dalam reaksi tahap kedua yang disebut reaksi gelap.

2. Reaksi gelap: CO_2 difiksasi pada ribulosa difosfat kemudian masuk pada lingkaran Calvin lewat fosforilasi triosa, tetrosa, pentosa, heksosa, dan heptulosa serta menghasilkan kembali (regenerasi) reseptor CO_2 (ribulosa difosfat). Reaksi metabolik ini menggunakan ATP dan NADPH sebagai sumber energi yang diproduksi dari reaksi terang. Hampir semua jasad hidup, kecuali bakteri, menggunakan air sebagai donor elektron atau hidrogen. Bakteri menggunakan H_2S dan isopropanol sebagai donor elektron. Polimerisasi gula menjadi pati dilakukan pada jaringan, penyimpanan hasilnya pada umbi, batang, atau buah, dan biji.

Fotosintesis merupakan kebalikan dari reaksi respirasi, yaitu memecah gula secara oksidasi menghasilkan air, karbondioksida dan energi.

Gel : suatu koloid di mana fase yang terdispersi bersama-sama dengan fase kontinu menghasilkan bahan viskus seperti jeli. Gel dibuat dengan cara mendinginkan suatu larutan ketika zat terlarut membentuk kristal submikroskopik yang menahan sebagian besar pelarutnya.

Gelatin (*gelatin*) : protein yang larut dalam air, berasal dari pemecahan kolagen dengan perlakuan asam atau dengan air mendidih. Pada saat pendinginan akan terbentuk gel yang sanggup mengabsorpsi air sebanyak 5-10 kali bobot bahannya. Lih. **kolagen**.

Gelatinisasi (*gelatinization*) : peristiwa terbentuknya gel dari pati karena perlakuan dengan air panas. Gel dapat memiliki selaput yang tidak dapat berubah pada permukaan produk sehingga mengurangi kehilangan nutrisi yang larut dalam air bila produk dimasak atau direndam dengan air.

Glikogen (*glycogens*) : polimer glukosa yang berfungsi sebagai cadangan energi pada hewan, terkonsentrasi di dalam hati dan otot. Juga terdapat pada sel-sel mikroorganisme tertentu. Strukturnya mirip amilopektin, tetapi mempunyai cabang lebih banyak namun rantainya lebih pendek. Bobot molekulnya di atas satu juta. Bila bereaksi dengan iodine menyebabkan glikogen berwarna cokelat merah gelap.

Heterotrof : Organisme yang membutuhkan senyawa organik, dimana karbon diekstrak untuk pertumbuhannya. Termasuk ke dalam heterotrof adalah semua hewan, jamur dan bakteri

Homogenisasi (*homogenisation*) proses untuk mempertahankan emulsi lemak dalam air. Pada susu atau krim dilakukan dengan cara mengalirkan susu melalui suatu pengabut dalam 2 tahapan, mula-mula dengan tekanan tinggi (200 bar) kemudian dengan tekanan lebih rendah (50 bar). Pada proses ini terjadi pengecilan ukuran globula lemak menjadi 1-2 μ m, sehingga dapat mencegah-terjadinya pemisahan lemak tersebut dari komponen penyusun susu yang lain. Proses ini dilakukan sebelum susu dipasteurisasi.

GRAS : singkatan *Generally Recognized As Safe*, keterangan yang diberikan pada bahan tambahan makanan oleh FDA yang menunjukkan bahwa bahan tersebut dianggap tidak berisiko bagi konsumen dan belum ada laporan mengenai gangguan yang ditimbulkannya.

Goiter : adalah pembesaran atau hypertrophy dari kelenjar thyroid. Grade goiter ada 3 yaitu : (1) Pembesaran, kecil dapat dideteksi dengan palpasi; (2) Leher yang tebal; (3) Pembengkakan yang besar yang terlihat dari jarak jauh

Histamin : Zat yang diproduksi oleh tubuh yang keluar sebagai reaksi terhadap rangsangan tertentu, misalkan pada reaksi alergi terhadap rangsangan benda asing. Histamina memiliki nama kimia 1H-imidazol-etanamin yang merupakan hasil dekarboksilasi histidin (C₅H₉N₃). Zat ini ditemukan dalam semua jaringan tubuh, khususnya dalam sel *mast* dan basofil darah yang berhubungan dengannya

Homogenisasi (*homogenisation*) : proses untuk mempertahankan emulsi lemak dalam air. Pada susu atau krim dilakukan dengan cara mengalirkan susu melalui suatu pengabut dalam 2 tahapan, mula-mula dengan tekanan tinggi (200 bar) kemudian dengan tekanan lebih rendah (50 bar). Pada proses ini terjadi pengecilan ukuran globula lemak menjadi 1-2 μ m, sehingga dapat mencegah-terjadinya pemisahan lemak tersebut dari komponen penyusun susu yang lain. Proses ini dilakukan sebelum susu dipasteurisasi.

Inaktivasi (*inactivation*) : proses penghambatan aktivitas biologis dan fisiologis substansi tertentu. Inaktivasi tersebut mungkin menguntungkan, misal hilangnya toksisitas atau merugikan, misal hilangnya aktivitas enzim yang menguntungkan. Inaktivasi dapat dilakukan dengan secara fisik atau kimia.

Inkubasi (*incubation*) perlakuan produk kimia atau biologik pada kondisi tertentu dalam lingkungan yang terkendali. Inkubasi dapat dilakukan dalam almari khusus atau dalam suatu penangas yang dinamakan inkubator.

In-vitro : (M-vitro proses yang berlangsung di luar tubuh, kebanyakan diterapkan pada prosedur laboratorium. Pencernaan in-vitro merupakan suatu pencernaan buatan dari zat-zat makanan yang dilakukan dalam laboratorium dengan enzim-enzim yang berasal dari sistem pencernaan.

In-vivo : proses yang berlangsung dalam organisme hidup. Pencernaan in-vivo dengan demikian mengacu pada studi mekanisme pencernaan yang berlangsung pada hewan.

Katabolisme (*catabolism*). pemecahan nutrisi (karbohidrat, lipid, dan protein) dalam jaringan hidup menghasilkan senyawaan BM lebih kecil, penting dalam menghasilkan energi dan biosintesis. Energi yang dibebaskan dari reaksi ini disimpan dalam bentuk ikatan fosfat (ATP) digunakan bila diperlukan.

Katalase (*catalase*) : enzim yang mengkatalisis dekomposisi H_2O_2 menghasilkan oksigen. Umumnya terjadi di alam, terutama pada mikroorganisme *Micrococcus lysodeikticus*, eritrosit dan hati. Katalase di dalam susu biasa digunakan untuk diagnosis mastitis.

Katalis (*catalyst*). suatu bahan yang dapat mempercepat terjadinya reaksi kimia tanpa ikut dalam reaksi. Enzim adalah katalis biologis atau biokatalisator.

Keasaman (*acidity*) sifat asam suatu bahan, contoh aktivitas lipase pada lemak menyebabkan keasaman lemak. Keasaman dapat diukur dengan banyaknya ml NaOH 1N yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terkandung dalam 100 g lemak. Nilai ini disebut derajat keasaman.

Kelvin, derajat (*Kelvin degree*) : satuan suhu absolut Kelvin ($^{\circ}K$). $^{\circ}K = 273,15^{\circ}C$. Titik beku air dalam skala Kelvin adalah $273,15^{\circ}K$. Penyimpangan satu derajat Kelvin ekuivalen dengan satu derajat Celsius.

Rigor mortis : tahap transisi selama pematangan karkas yang ditandai dengan keras dan kakunya otot.

Koagulasi (Coagulation) : Proses terjadinya gumpalan akibat aglomerasi molekul-molekul suatu larutan atau suspensi

Koenzim (coenzyme) fraksi nonprotein enzim yang diperlukan untuk aktivitas enzim. Sebagian besar koenzim berupa turunan dari vitamin B kompleks, unsur anorganik seperti kalsium (Ca^{++}), kalium (K^+) juga merupakan koenzim beberapa enzim. Koenzim dapat dibedakan dari gugus prostetik enzim dengan sifat-sifat yaitu sebagai berikut.

1. Koenzim tidak terikat kuat dengan enzim.
2. Satu molekul koenzim dapat berperan pada banyak reaksi yang dikatalisis oleh sejumlah enzim.
3. Gugus prostetik terikat kuat pada enzim dan hanya berperan dalam reaksi yang dikatalisis oleh enzim itu.

Koenzim A (coenzyme A) koenzim yang tersusun atas asam pantotenat dan adenosin trifosfat (ATP). Koenzim A (KoA) mudah larut dalam air, tidak larut dalam pelarut nonpolar dan mudah teroksidasi. KoA berperan pada transfer gugus asil seperti dalam sintesis kolesterol, P-oksidasi, daur Krebs, dan pemanjangan asam lemak. Satu unit KoA ekuivalen dengan $0,7 \mu\text{g}$ asam pantotenat; 1 mg mengandung 413 satuan Lipmann.

Koenzim Q (*coenzyme Q*) : strukturnya sangat mirip dengan vitamin K, vitamin E, dan plastokuinon, memiliki cincin kuinon yang mengikat gugus metoksil dan rantai samping dengan molekul dasar isopren. Koenzim Q dapat direduksi dari quinol menjadi quinon dan bersifat reversibel. Koenzim Q berperan dalam rantai reaksi respirasi. *Sin.* ribikuinon.

Kolesterol (cholesterol) : sterol yang memiliki cincin tidak jenuh; merupakan prekursor asam empedu, hormon seks, dan vitamin D. Kolesterol merupakan penyebab aterosklerosis dan gangguan kardiovaskuler. Sumber utama kolesterol adalah otak, hati, kuning telur, mentega, serta lemak hewani.

Kwashiorkor : Kwashiorkor adalah suatu sindrom yang diakibatkan defisiensi protein yang berat. Istilah ini pertama kali digunakan oleh Cecily Williams bagi kondisi tersebut yang diderita oleh bayi dan anak balita.

Komponen Bioaktif : Senyawa minor yang ada dalam makanan mempunyai efek fisiologis yang positif dan negative

Kretinisme : Kretinisme adalah suatu kelainan hormonal pada anak-anak. Ini terjadi akibat kurangnya hormon tiroid. Penderita kelainan ini mengalami kelambatan dalam perkembangan fisik maupun mentalnya.

Lactobacillus sp : suatu genus bakteri Gram positif yang menghasilkan asam laktat dalam fermentasi karbohidrat. Lactobacillus tidak patogen, terdapat dalam mulut dan saluran pencernaan manusia. Bakteri tersebut

penting dalam fermentasi bermacam-macam makanan, seperti keju, asinan, dan yoghurt.

Lactobacillus bifidus : bakteri Gram positif yang banyak terdapat dalam flora perut anak-anak yang menyusu, memegang peranan penting dalam memelihara kesehatan normal saluran pencernaan bayi. Belum jelas pengaruhnya terhadap mukosa usus atau pengaruh penghambatan pertumbuhan organisme patogen dalam perut. Sin. bacteroides bifidium.

Makromineral: mineral yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, antara lain Ca, P, K, Na, Cl, S dan Mg

Marasmus : penyakit yang biasanya menimpa anak-anak yang tidak lagi mengkonsumsi air susu ibu. Keadaanya mirip dengan kwashiorkor namun tidak ditandai dengan edema. Lih. kwashiorkor.

Mikroorganisme Halofilik (halophilic microorganism): jenis mikroorganisme yang membutuhkan garam natrium chlorida (NaCl) dalam jumlah besar untuk pertumbuhannya. (Kadang tahan sampai konsentrasi NaCl 20%) dalam media yang kandungan garamnya kurang mencukupi, jenis mikroorganisme ini halofilik ini akan menyerap air kemudian akan mengalami *turgescensi*

Mesofil (mesophiles): mikroorganisme yang tumbuh optimal antara 20-45°C, dapat dihambat pertumbuhannya dengan suhu rendah.

Mikromineral: mineral yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, antara lain Fe, Zn, Cu

Nilai D (D value) : ukuran stabilitas thermal senyawa biokimia atau mikroorganisme. Nilai tersebut menyatakan jangka waktu perlakuan panas yang diperlukan pada suhu tertentu untuk mereduksi kadar senyawa atau mikroorganisme yang bersangkutan sampai sepersepuluh nilai mula – mula, Suhu yang ditetapkan ditunjukkan sebagai subskrip. Jika suhu tersebut 121°C (250°F) yang digunakan untuk sterilisasi, maka nilai tersebut dituliskan D_{121} .

Obesitas (obesity) : hipertropi dari jaringan subkutan adiposi yang disebabkan oleh kelebihan energi yang di konsumsi dalam menu makanan atau disebabkan oleh gangguan fisiologis seperti kelaianan hormon.

Osteoporosis : Osteoporosis merupakan suatu gangguan dengan sifat-sifat khas berupa massa tulang yang rendah disertai perubahan-perubahan mikro arsitektur dan kemunduran tulang yang akhirnya menyebabkan terjadinya peningkatan kerapuhan tulang dan peningkatan risiko terjadinya patah tulang.

Antihistamin : Kelompok obat yang mencegah kerja histamina dalam tubuh.

Oligosakarida : Oligosakarida merupakan gabungan dari molekul-molekul monosakarida. Oligosakarida dapat berupa disakarida, trisakarida, dan seterusnya. Sebagian besar oligosakarida dihasilkan dari proses hidrolisa polisakarida dan hanya beberapa oligosakarida yang secara alami terdapat di alam.

Probiotik : Bakteri yang hidup dalam saluran cerna yang bersifat baik dan mendukung saluran cerna.

Contoh probiotik: Bifidobacterium, Eubacterium, dan Lactobacillus. P

Prebiotik : Makanan Probiotik, yaitu kandungan makanan yang tak dapat dicerna yang memiliki keuntungan merangsang pertumbuhan dan/ atau aktivitas satu atau sejumlah bakteri baik di usus”.

Fitokimia : Komponen bioaktif di dalam sayur dan buah-buahan yang berpengaruh secara fisiologis untuk meningkatkan kesehatan, mencegah, serta mengobati berbagai penyakit

Pasteurisasi (pasteurisation): pasteurisasi proses panas yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan produk pangan dengan cara mengurangi jumlah mikroorganisme dalam produk tanpa mempengaruhi sifat-sifat fisiko-kimiawi dan organoleptiknya. Karena proses ini tidak merusak seluruh mikroorganisme, pengaruhnya bersifat sementara dan produk yang dipasteurisasi harus disimpan dalam suhu dingin dan hanya untuk waktu pendek. Teknik Pasteurisasi dapat dilaksanakan pada dua suhu yang berbeda.

Proteinogenik : Asam amino dasar atau asam amino baku atau asam amino penyusun protein

Psikrofil (Psychrophiles): mikroorganisme yang dapat tumbuh pada suhu rendah. Kecepatan pertumbuhan maksimum terjadi pada suhu kira - kira 10°C dan pada suhu 30°C pertumbuhannya terhambat. Mikroorganisme ini tumbuh secara kontinu pada suhu ruang pendingin (4°C) yang menyebabkan pengawetan beberapa makanan dan bahan biologis hanya efektif bila dilakukan dalam waktu pendek pada suhu dingin.

Psikrotrof (psychrotrophs) : mikroorganisme yang dapat tumbuh optimal pada suhu kira-kira 20°C, tetapi sanggup tumbuh pada suhu pendingin meskipun secara lambat.

Reaksi Maillard : Suatu reaksi kimia yang terjadi antara asam amino dan gula tereduksi, biasanya terjadi pada suhu yang tinggi. Reaksi non

enzimatik ini menghasilkan pewarnaan coklat (browning), menghasilkan warna dan aroma yang khas; proses ini berlangsung dalam suasana basa.

Resemisasi asam-asam amino : Perubahan konfigurasi asam amino dari bentuk L ke bentuk D

Rigor mortis : tahap transisi selama pematangan karkas yang ditandai dengan keras dan kakunya otot.

Saccharomyces (*accharomyce*): yeast yang digunakan secara luas dalam industri pengolahan pangan seperti baking, peragian (*S. Cerevisae*), dan pengolahan susu (*S.lactis*), untuk proses fermentasi dan untuk produksi yeast pangan. *Saccharomyces* kebanyakan memfermentasi heksosa.

Salmonella : genus bakteri Gram –negatif, bersifat aerob atau anaerob, kebanyakan merupakan spesies penyebab keracunan pangan seperti: *salmonella typhii* (typhoid), *S. Paratyphi* (paratipoid), dan *S. enteroidis*.

Salmonellosis : keadaan patologi disebabkan oleh berbagai spesies. *Salmonella* sp. yang menimbulkan gejala keracunan.

Serat kasar (crude fibre) : bagian karbohidrat tak tercerna dalam diet (gizi). Ditentukan dengan ekstraksi sampel pertama kali petroleum eter untuk menghilangkan lemak. Kemudian dengan asam sulfat dan dihidrolisis residu tak larut dengan natriumhidroksida. Residu kedua setelah dicuci dan dihilangkan bagian abunya merupakan serat kasar. Metode ini dikembangkan di stasiun Agronomi Weende, Belanda pada abad ke- 19 dan masih dapat diandalkan dalam prosedur analisis.

Serat makan (dietary fibre) : komponen dari jaringan tanaman yang tahan terhadap hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil.

Sporulasi (sporulation) : pembentukan spora dari beberapa organisme bentuk vegetatif.

Sterilisasi (sterilisation) : perlakuan yang dirancang untuk membunuh semua mikroorganisme dan spora pada bahan makanan sehingga makanan menjadi tahan lama dalam penyimpanan dan aman dikonsumsi. Sterilisasi biasanya dilakukan pada suhu 121°C selama 15 – 50 menit untuk produk makanan yang sudah dikemas, atau bisa juga dilakukan pada suhu 130 – 145 °C selama beberapa detik untuk produk makanan berupa cairan. Proses ini juga dikenal dengan istilah UHT (Ultra High Temperature).

Tekanan osmosis (osmotic pressure) : tekanan yang diperlukan oleh larutan melalui dinding tipis semipermeable yang memisahkan hidro larutan. Dapat dihitung:

$$\pi = \frac{uRT}{V}$$

R = tetapan gas; T = suhu absolut (K); V = isi larutan; u = jumlah osmol dalam larutan.

Teksture (textur) : sifatnya mekanis, fisikawi, dan rheologis produk pangan yang dirasakan oleh mulut dan organ perasa. *Sin. konsistensi.*

Temperatur atau suhu (temperatures) : pengukur derajat (tingkat) panas suatu medium, yang diekspresikan dalam derajat Celcius (dulu disebut Centri grade), derajat Fahrenheit, atau derajat Kelvin:

$$t^{\circ}\text{C} = 5/9 (t^{\circ}\text{F} - 32)t^{\circ}\text{F} = 9/5 (t^{\circ}\text{C} + 32)t^{\circ}\text{K} = VC + 273,15$$

suhu absolute dalam termodinamika dinyatakan sebagai derajat Kelvin

Termofilik (Thermophilic) istilah diterapkan pada jasad renik, yang menerangkan bahwa jasad tersebut dapat tumbuh pada suhu tinggi, misalnya antara 25 - 75°C, dengan suhu optimum sekitar 55°C, tergantung pada strain-nya. Risiko terjadinya kontaminasi oleh jasad termofilik berlangsung bila suatu produk telah dipanaskan pada suhu tidak terlalu tinggi (60- 90°C) dan kemudian dibiarkan menjadi dingin perlahan-lahan sehingga jasad renik hidup dan tumbuh pada Suhu optimal pertumbuhannya.

Ultrace mineral : mineral diperlukan dalam jumlah yang sangat kecil (yodium, selenium, mangan, kromium, molibdenim, boron, dan kobalt)

Yeast (yeast) : organisme bulat bersel tunggal berukuran 1-10 μ m umumnya berkembangbiak dengan proses pernbentukan tonjolan (budding). Kebutuhan nutrien yeast sedikit yaitu nitrogen dalam bentuk sederhana, berbagai sumber karbon (heksosa, pentosa, disakarida, alkana) dan beberapa mineral kelumit. Pada kondisi anaerobik yeast mampu memetabolisme (memfermentasi) gula menjadi alkohol dan pada kondisi aerobik yeast menggunakan gula ini untuk pertumbuhan. Pada umumnya yeast tumbuh pada medium asam (pH 3,5 - 7) dan optimal pada suhu 20 sampai 30°C dan dalam kelembaban antara 60% dan 90%. Ada dua familia utama dari yeast yaitu (1) Cryptococcaceae yang terdiri dari Torulopsis (Torah) dan Candida, (2) Odom wetaceae yang meliputi Kluyveamyces, Schizosaccharom, Picia, dan hansenula. Beberapa yeast seperti *Candida spp.* adalah pathogenic.

Z value : suhu yang diperlukan ($^{\circ}\text{C}$) untuk menurunkan jumlah mikroorganisme 1 log cycle.

$$z = \frac{10}{\log Q_{10}}$$

Besarnya z value memberikan informasi resistansi relatif mikroorganisme terhadap perlakuan panas yang berbeda suhunya. Dengan mengetahui z value ini, memungkinkan dilakukan perhitungan kebutuhan waktu pemanasan yang dapat berakibat sama dalam mematikan mikroorganisme.

Antioksidan : Suatu senyawa yang akan mencegah radikal bebas yang dihasilkan dari proses oksidasi normal dalam tubuh. Radikal bebas ini akan merusak sel-sel tubuh sehingga berisiko menimbulkan penyakit.

Bahan Tambahan Makanan (BTM) : Bahan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam makanan dalam jumlah kecil, dengan tujuan untuk memperbaiki penampakan, cita rasa, tekstur, flavor dan memperpanjang daya simpan. Selain itu dapat meningkatkan nilai gizi seperti protein, mineral dan vitamin.

Klorofil : Pigmen hijau yang terdapat dalam kloroplas bersama-sama dengan karoten dan xantofil

Flavonoid : Zat warna alam yang mengandung dua cincin benzena yang dihubungkan dengan 3 atom karbon dan dirapatkan oleh sebuah atom oksigen

Myoglobin : Pigmen berwarna merah keunguan yang menentukan warna daging segar.

Kafein : Kafein ialah senyawa kimia yang dijumpai secara alami di dalam makanan, contohnya : biji kopi, teh, biji kelapa, guarana, dan maté. Ia terkenal dengan rasanya yang pahit dan berlaku sebagai perangsang sistem saraf pusat, jantung, dan pernafasan. Kafein juga bersifat diuretik.

Flavor enhancer : Istilah untuk bahan-bahan yang dapat meningkatkan rasa enak yang tidak diinginkan dari suatu makanan. Sedangkan bahan pembangkit itu sendiri tidak atau sedikit mempunyai cita rasa.

Fermentasi : 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.

Irradiasi : Teknologi pengawetan makanan menggunakan radiasi, bertujuan untuk mengendalikan mikroba patogen, mengurangi infeksi serangga, menghambat pertunasan, memperpanjang masa simpan, dan

memperlambat pematangan buah. Menurut aturan Codex 106-1983, Rev.1-2003, ada tiga sumber radiasi ionisasi yang dapat digunakan untuk pangan, yaitu sinar gamma dari radionuklida ^{60}Co or ^{137}Cs , sinar-X yang dipancarkan dari sumber yang dioperasikan pada atau di bawah tingkat energi 5 MeV, dan elektron yang dipancarkan dari sumber yang dioperasikan pada atau di bawah tingkat energi 10 MeV.

Anabolisme : penyusunan senyawa sederhana menjadi biomol dengan bantuan energi yang dihasilkan pada katabolisme.

Asam absisik (*abscissic acid*): hormon yang dapat merangsang terjadinya proses absisi.

ATP (Adenosin trifosfat) : suatu substansi yang tersusun dari adenine, ribose, trifosfat yang mengandung dua ikatan fosfoanhidrida. Energi bebas dalam jumlah besar akan dilepaskan pada hidrolisis masing-masing ikatan itu. ATP merupakan senyawa energi tinggi yang berperan sebagai cadangan energi yang dibutuhkan sel untuk berbagai metabolisme.

Browning : Raksi maillard adalah reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi ini berupa produk berwarna coklat yang sering dikehendaki namun kadang-kadang menjadi pertanda penurunan mutu. Pada buah dan sayur reaksi pencoklatan disebabkan oleh aktivitas enzim fenolase yang aktif karena adanya oksigen yang kontak dengan bahan

Enzim : suatu protein yang berperan sebagai katalis biologi (biokatalisator) yang akan mengkatalisis setiap reaksi di dalam sel hidup.

Fermentasi : suatu reaksi metabolisme yang meliputi sederet reaksi oksidasi reduksi, yang donor akseptor elektronnya adalah senyawa-senyawa organik, umumnya menghasilkan energi. Dilakukan oleh bakteri, fungi dan yeast tertentu baik fakultatif maupun obligat.

Haugh Unit: merupakan suatu unit yang memberi korelasi antar tinggi putih telur yang kental dengan berat telur.

Hormon : hasil sekresi kelenjar endokrin tanpa pembuluh yang mempunyai aktivitas dan pengaruh katalis yang sangat spesifik dalam mengendalikan fungsi tubuh. Seperti faktor pertumbuhan tanaman.

Ideks putih telur merupakan perbandingan antara tinggi putih telur (albumen) dengan rata-rata lebar albumen terpendek dengan terpanjang.

Indeks kuning telur merupakan perbandingan antara tinggi dengan garis tengah kuning telur.

Metabolisme : semua perubahan dan energi yang terjadi di dalam sel hidup atau karena kegiatannya meliputi 1). mengekstrak energi dari bahan makanan dengan bantuan sinar matahari dan mengubahnya jadi bentuk energi lain. 2). Mengubah senyawa yang terdapat dalam bahan makanan menjadi senyawa yang diperlukan , 3). Mengurai dan membentuk biomol yang diperlukan bagi sel. Metabolisme dibagi menjadi 2 fase yaitu katabolisme atau fase degradatif dan anabolisme atau fase penyusunan.

Katabolisme: penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Klimakterik: suatu fase yang kritis dalam kehidupan buah dan selama terjadinya proses ini banyak sekali perubahan yang berlangsung. Merupakan suatu keadaan "*auto stimulation*" dari dalam buah tersebut sehingga buah menjadi matang yang disertai peningkatan proses respirasi.

Oksidasi: reaksi kimia yang dapat berupa pengikatan oksigen, kehilangan hidrogen, atau kehilangan satu elektron atau lebih. Secara biokimiawi oksidasi dapat terjadi secara aerobik maupun anaerobik.

Sinescene: suatu tahap normal yang selalu terjadi dalam siklus kehidupan sayuran dan buah-buahan menjadi layu.

Rigor mortis: keadaan karkas menjadi kaku yang terjadi antara 24-48 jam setelah peyembelihan.

ISBN 978-979-060-163-5
ISBN 978-979-060-164-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 20.834,00