

MODUL PENGOLAHAN SUSU



Disusun Oleh :

NILA KRISTABTINA ANGGRAINI, S.Pd

**AGRIBISNISPENGOLAHAN HASIL PERTANIAN
SMK BINA ISLAM MANDIRI KERSANA**

BREBES

2022/2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan Kehadirat Illahi Robbi, atas rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan pembuatan Modul Bahan Ajar Mandiri Mata Pelajaran Produksi Hasil Hewani, Kompetensi Dasar Pengolahan Hasil Susu Kelas XII.

Modul ini kami buat untuk memenuhi kebutuhan dalam pemenuhan materi pembelajaran yang telah ditetapkan dalam menunjang proses pembelajaran siswa secara aktif dan mandiri khususnya untuk peserta didik kelas XII, baik pembelajaran dikelas, praktikum maupun mandiri.

Sebelumnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam pembuatan modul ini. Besar harapan kami, modul ini dapat membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran Pengolahan Hasil Susu. Kritik dan saran kami harapkan untuk masukan dan perbasusu modul ini di masa yang akan datang. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Kompetensi Pengolahan Hasil Susu merupakan kumpulan materi yang berissusu tentang :

1. Pengertian produk hasil pengolahan susu (Susu kental manis, caramel susu, es krim, yoghurt dan keju)
2. Bahan dasar produk hasil pengolahan susu
3. Bahan pendukung produk hasil pengolahan susu
4. Peralatan yang digunakan selama proses pengolahan
5. Proses pengolahan hasil susu, membahas tentang proses pengolahan dan diagram alir proses pengolahan produk hasil susu (Susu kental manis, caramel susu, es krim, yoghurt dan keju)

B. Prasyarat

Untuk mempelajari Pengolahan Hasil Susu pada modul bahan ajar peserta didik semester 4, persyaratan khusus yang harus dimiliki oleh peserta didik adalah: peserta didik harus sudah tuntas dalam mempelajari mata pelajaran-mata Pelajaran dasar program keahlian Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian (C2) di kelas X yang terdiri dari: **Penanganan Bahan Hasil Pertanian, Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian, dan Dasar Pengendalian Mutu Hasil Pertanian.** Serta sudah tuntas dalam mempelajari mata pelajaran-mata Pelajaran dasar program keahlian Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian (C3) kelas XI yang terdiri dari : **Produksi Pengolahan Hasil Nabati, Produksi Pengolahan Hasil Hewani, Produksi Pengolahan Komoditas Perkebunan dan Herbal, Keamanan Pangan Penyimpanan dan Penggudangan.**

C. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini merupakan modul untuk mencapai kompetensi dasar yang berhubungan dengan pengolahan hasil susu.

Petunjuk bagi siswa

1. Baca dan pelajari isi modul dengan baik dan berurutan, tahap demi tahap.
2. Catat hal-hal yang belum dipahami dan diskusikan dengan guru.
3. Kerjakan tugas-tugas yang terdapat dalam modul. Sediakan buku khusus untuk mencatat hasil-hasilnya.
4. Identifikasi semua bahan dan perlengkapan yang akan digunakan. Jika ada yang tidak tersedia di tempat belajar, maka carilah informasi tentang tempat dan cara untuk mendapatkannya.
5. Kerjakan lembar kerja sesuai yang ditugaskan oleh guru. Catat setiap hasil kerja yang diperoleh dan laporkan kepada guru.
6. Guru akan bertindak sebagai fasilitator, motivator dan organisator dalam kegiatan pembelajaran ini.

Peran Guru, antara lain :

1. Membantu siswa dalam memahami konsep dan praktik serta menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.
2. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
3. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
4. Mengorganisasikan kerja kelompok jika diperlukan.
5. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya.
6. Melaksanakan penilaian
7. Menjelaskan kepada siswa tentang sikap, pengetahuan dan keterampilan dari suatu kompetensi, yang belum memenuhi tingkat kelulusan dan perlu untuk remedial.
8. Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

D. Tujuan akhir

Pembelajaran pada kompetensi pengolahan hasil susu bertujuan untuk :

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menunjukkan **perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif**, sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
3. **Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan factual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif** sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat, regional, dan internasional.
4. Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian. Menampilkan kinerja dibawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya disekolah, serta ampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadsusu gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

E. Kompetensi

Kompetensi Dasar			
3.4	Menerapkan pengolahan susu	4.4	Memproduksi hasil susu

F. Cek kemampuan Awal

No	Kemampuan	Ya	Tidak
1	Apakah anda sudah memahami karakteristik bahan baku pada pengolahan susu?		
2	Apakah anda dapat memahami karakteristik bahan pendukung pada pengolahan susu?		
3	Apakah anda dapat memahami prinsip dasar pengolahan susu?		
4	Apakah anda dapat memahami alur proses pengolahan hasil susu?		
5	Apakah anda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pada pengolahan susu?		
6	Apakah anda dapat memahami prinsip kerja alat dan mengidentifikasi jenis peralatan pengolahan susu?		

Jawablah pertanyaan-pertanyaan diatas terlebih dahulu, sebelum anda mempelajari modul ini. Apabila semua jawaban anda “Ya”, berarti anda tidak perlu lagi mempelajari modul ini dan langsung dapat mengerjakan lembar refleksi dan tes formatif. Apabila ada jawaban anda yang “Tidak”, maka anda harus kembali mempelajari modul ini secara berurutan tahap demi tahap.

II. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1. Kegiatan Belajar

Kegiatan Pembelajaran 1

PENGERTIAN SUSU

Susu adalah sekresi ambing hewan yang diproduksi dengan tujuan penyediaan makanan bagi anaknya yang baru dilahirkan. Karena berfungsi sebagai makanan tunggal bagi makhluk yang baru dilahirkan dan mulai tumbuh, susu mempunyai nilai gizi yang sempurna. Dalam susu terdapat semua zat gizi yang diperlukan bagi kebutuhan pertumbuhan anak. Pada umumnya yang disebut susu adalah susu sapi, yang berasal dari jenis sapi perah FH (*Friesian Holstein*), yang berwarna putih totol hitam atau hitam totol putih. Secara alami susu merupakan suatu emulsi lemak dalam air. Kadar air susu sangat tinggi yaitu rata-rata 87.5 %, dan di dalamnya teremulsi berbagai zat gizi penting seperti protein, lemak, gula, vitamin dan mineral.

Susu merupakan sumber protein dengan mutu yang sangat tinggi, dengan kadar protein dalam susu segar 3.5 %, dan mengandung lemak yang kira-kira sama banyaknya dengan protein. Karena itu, kadar lemak sering dijadikan sebagai tolok ukur mutu susu, karena secara tidak langsung menggambarkan juga kadar proteinnya. Beberapa jenis sapi perah, khususnya dari *Bos Taurus* misalnya *Jersey* dan *Guernsey* mampu memproduksi susu dengan kadar lemak mendekati 5 %. Gula dalam susu disebut laktosa atau gula susu, kadarnya sekitar 5 - 8 %. Laktosa memiliki daya kemanisan sangat rendah, yaitu hanya 16 % daya kemanisan sukrosa. Laktosa merupakan senyawa yang banyak digunakan dalam pembentukan sel otak, khususnya bagi anak-anak usia di bawah 7 tahun, agar jumlah maupun perkembangan sel otaknya berlangsung dengan normal dan lancar.

Susu banyak mengandung mineral kalsium dan posfor. Kedua mineral tersebut penting bagi pertumbuhan tulang, sehingga bagi bayi dan anak-anak yang sedang tumbuh dan berkembang, susu merupakan sumber mineral yang penting. Mineral lain seperti klorida, kalsium, magnesium dan natrium terlarut dalam air. Sedangkan sebagian kalsium posfat

dan protein tidak berada dalam larutan murni, tetapi dalam bentuk dispersi koloid (kalsium posfat kaseinat) yang menyebabkan susu terkesan berwarna putih opaque. Vitamin yang tinggi terdapat dalam susu adalah niasin dan riboflavin. Karena tingginya kandungan riboflavin, susu tampak berwarna kehijau-hijauan. Jika terkena sinar matahari langsung, riboflavin dalam susu cepat rusak.

PENANGANAN AWAL SUSU

Biasanya susu segar diperoleh dari pemerahan yang dilakukan selama 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari. Susu segar yang diterima dari pemerahan sore dimasukkan ke dalam tangki pendingin dan digabungkan dengan susu segar yang diterima hasil pemerahan pagi hari berikutnya. Sebelum diolah, susu segar diuji lebih dahulu, yang meliputi uji alkohol, berat jenis, pH dan kadar lemak. Hasil uji alkohol harus menunjukkan negatif (tidak pecah, jika dicampur alkohol 70% 1 :1), berat jenis minimal 1.028, pH 6.5 – 6.8 dan kadar lemak minimal 2.8 %.

HOMOGENISASI

Tujuan utama proses homogenisasi pada pengolahan susu adalah untuk memecahkan butiran-butiran lemak yang sebelumnya berukuran 5 mikron menjadi 2 mikron atau kurang. Dengan cara ini susu dapat disimpan selama 48 jam tanpa terjadi pemisahan krim pada susu. Proses homogenisasi terjadi karena adanya tekanan yang tinggi dari pompa pada alat homogenizer. Susu homogen adalah susu yang telah mengalami homogenisasi. Proses homogenisasi bertujuan untuk menyeragamkan besarnya globula-globula lemak susu. Setelah proses homogenisasi selanjutnya dilakukan penyimpanan pada suhu 10-15 °C selama 48 jam tidak akan terjadi pemisahan krim pada susu. Didalam susu yang belum dihomogenisasi, globula-globula lemak ini besarnya tidak seragam yaitu antara 2-10 mikrometer.

Proses homogenisasi terjadi karena adanya tekanan yang tinggi dari pompa pada alat homogenizer. Alat untuk menyeragamkan globula-globula lemak tersebut disebut *homogenizer*. Homogenisasi dapat meningkatkan viskositas (*viscosity*) $\pm 10\%$. Susu yang telah dihomogenisasi selanjutnya ditampung dalam tangki penampungan, selanjutnya dialirkan menuju tangki pemanas (*pasteurizer*) melewati *plate heat exchanger*. Suhu keluaran produk dari alat ini dapat mencapai suhu 80 – 85 °C dan mengalir menuju tangki pasteurisasi.

PASTEURISASI SUSU

Sangat sedikit susu yang dijual benar-benar dalam keadaan segar, yaitu langsung dari ambing sapi perah. Hal ini karena adanya kemungkinan pencemaran atau kontaminasi oleh berbagai bakteri patogen, seperti bakteri penyebab *typhus*, *diphtheri*, radang tenggorokan dan TBC. Karena alasan tersebut maka susu yang akan dijual sebelumnya dipanaskan secukupnya sehingga seluruh bakteri patogen yang mungkin terdapat di dalamnya dapat dimusnahkan. Pasteurisasi ditujukan untuk mengurangi mikroorganisme patogen yang ada dalam bahan baku tersebut, yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia, misalnya *Mycobacterium tuberculosis* dan *Coxiella burnetti*. Selain itu, proses ini juga dapat menonaktifkan enzim fosfatase dan katalase yaitu enzim yang membuat susu cepat rusak.

Pada umumnya proses pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan susu pada suhu 62 °C selama 30 menit. Bila ingin lebih cepat dapat digunakan suhu 72 °C selama 15 detik. Meskipun bakteri patogen sudah dimusnahkan, tetapi bakteri non patogen, terutama bakteri pembusuk masih hidup. Jadi susu pasteurisasi, bukan merupakan susu awet. Dalam penyimpanannya, biasanya susu pasteurisasi digabungkan dengan metode pendinginan. Untuk memperpanjang daya simpannya, susu pasteurisasi disimpan pada suhu maksimal 10 °C, lebih dingin lebih baik. Pada suhu tersebut mikroba pembusuk meskipun tidak mati, tetapi tidak dapat tumbuh dan berkembang. Pada saat pasteurisasi, bukan hanya bakteri patogen yang mati, tetapi beberapa jenis enzim juga dimatsusu. Enzim yang terpenting adalah posfatase. Enzim tersebut memiliki daya tahan panas yang sedikit lebih tinggi daripada bakteri patogen penyebab TBC. Karena itu, untuk mendeteksi apakah proses pasteurisasi sudah cukup atau belum, dilakukan tes atau uji posfatase. Bila uji posfatase negatif, proses pasteurisasi sudah baik atau cukup. Pada umumnya di Industri pengolahan susu, proses pasteurisasi terdiri atas tahap-tahap sebagai berikut: penerimaan susu segar, pencampuran dan pemanasan, penyaringan, homogenisasi, pasterurisasi, pendinginan dan pengemasan.

Metode Pasteurisasi yang umum digunakan adalah:

1. Pasteurisasi dengan suhu tinggi dan waktu singkat (*High Temperature Short Time/HTST*), yaitu proses pemanasan susu selama 15 – 16 detik pada suhu 71,7 – 75°C dengan alat *Plate Heat Exchanger*.
2. Pasteurisasi dengan suhu rendah dan waktu lama (*Low Temperature Long Time/LTLT*) yakni proses pemanasan susu pada suhu 61°C selama 30 menit.

3. Pasteurisasi dengan suhu sangat tinggi (*Ultra High Temperature*) yaitu memanaskan susu pada suhu 131°C selama 0,5 detik. Pemanasan dilakukan dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan perputaran dan mencegah terjadinya pembakaran susu pada alat pemanas.

Pendinginan

Proses pendinginan dilakukan untuk menurunkan suhu secara cepat dari suhu 80 – 90 °C menjadi 5–10 °C sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Pendinginan biasanya dilakukan dengan melewati susu ke serangkaian *plate cooler*.

Pengemasan

Dari *plate cooler* susu dialirkan ke tangki penampungan akhir yang biasanya diletakkan pada tempat yang tinggi (sekitar 3 m dari lantai). Susu yang akan dikemas dialirkan melalui keran dengan bantuan gaya gravitasi. Susu pasteurisasi dapat dikemas dalam kantong plastik, polycap atau dikemas dalam tetrapack. Setelah dikemas, susu pasteurisasi disimpan pada suhu 0 – 15 °C.

Kegiatan Pembelajaran 2

SUSU KENTAL MANIS

Susu kental manis (SKM) atau biasa disebut *sweetened condensed milk* adalah susu segar atau susu evaporasi yang telah dipekatkan dengan menguapkan sebagian airnya dan kemudian ditambahkan gula sebagai pengawet. Susu kental manis dapat ditambah lemak nabati dan vitamin. Susu kental manis dapat juga tidak dari susu segar atau susu evaporasi, yang disebut susu kental manis rekonstitusi. Susu kental manis rekonstitusi terbuat dari bahan-bahan seperti susu bubuk skim, air, gula, lemak, vitamin dan lain-lain, sehingga diperoleh susu dengan kekentalan tertentu.

Pada pembuatan susu kental manis yang asli, pertama-tama susu dipanaskan pada suhu 65 – 95 °C selama 10 – 15 menit dengan tujuan membantu menstabilkan susu selama penyimpanan dan membunuh mikroba patogen dan enzim. Selanjutnya ditambah gula sampai konsentrasinya mencapai 62.5 %. Selanjutnya susu diuapkan dengan evaporator vakum pada tekanan 47 mmHg dan suhu 51 °C, sampai diperoleh kekentalan yang dikehendaki atau total padatan telah mencapai 70 – 80 persen bahan kering, dengan kadar air 20 – 30 persen. Selanjutnya diissusu ke kaleng dan dilakukan penutupan.

Pengolahan SKM di Indonesia banyak dilakukan dengan cara rekonstitusi, yaitu mencampurkan kembali bahan-bahan baku SKM hingga membentuk emulsi susu yang manis dan cukup kental. Untuk memperoleh susu yang lebih kental, dilakukan penguapan sebagian air dari campuran tersebut. Dengan cara rekonstitusi, jumlah air yang harus diuapkan pada pembuatan SKM jauh lebih sedikit, karena total padatan yang diperoleh dari hasil penggabungan kembali (rekonstitusi) telah mencapai 70.7 – 70.9 persen.

Tahap-tahap pembuatan SKM dengan cara rekonstitusi meliputi: pencampuran bahan-bahan, penyaringan, homogenisasi, pasteurisasi, pengentalan dan pengalengan. Sedangkan bahan baku yang digunakan adalah air, susu bubuk skim, lemak susu atau lemak nabati, gula pasir dan vitamin-vitamin.

KARAMEL SUSU

Karamel susu atau *hoppies* adalah sejenis permen yang dibuat dengan menggunakan bahan dasar susu. Susu yang digunakan untuk pembuatan hoppies atau karamel tidak memerlukan persyaratan mutu yang tinggi. Oleh karena itu, pembuatan karamel merupakan suatu alternatif pengolahan untuk memanfaatkan susu yang bermutu rendah yang sudah tidak dapat digunakan lagi untuk pembuatan berbagai jenis produk olahan susu lainnya.

Pada prinsipnya, pembuatan karamel susu berdasarkan reaksi karamelisasi, yaitu reaksi kompleks yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk dari gula menjadi bentuk amorf yang berwarna coklat gelap. Larutan gula dalam susu dipanaskan sampai seluruh air menguap sehingga cairan yang ada pada akhirnya adalah cairan gula yang lebur. Apabila keadaan ini telah tercapai dan terus dipanaskan sampai suhunya melampaui titik leburnya, maka mulailah terjadi bentuk amorf yang berwarna coklat tua.

Gula susu yang berada dalam reaksi karamelisasi pada pembuatan karamel susu adalah laktosa yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Gula pasir atau sukrosa yang ditambahkan ke dalam susu pada pembuatan karamel susu juga mengalami reaksi karamelisasi.

Proses Pembuatan Karamel

1. Panaskan 5 liter susu segar dalam panci di atas kompor secara perlahan-lahan sampai volumenya tinggal setengah dari volume awalnya.
2. Dinginkan susu tersebut sampai mencapai suhu kamar, lalu ditambahkan ke dalamnya 1 kg gula pasir, 10 gram margarin atau mentega dan 1 sendok teh cuka makan dan aduk sampai homogen.
3. Tuangkan adonan susu tersebut ke dalam wajan dan panaskan kembali ke atas kompor sampai matang.
4. Lakukan pengujian kematangan sebagai berikut: (a). Ambil sedikit adonan yang sedang dimasak dengan sendok makan, lalu tuangkan ke dalam gelas berisi air dingin, dan (2). Apabila adonan membentuk bulatan atau gumpalan utuh dalam air dingin dan tetap utuh setelah dikeluarkan dari air dingin, maka adonan tersebut dianggap sudah matang, yaitu tahap *firm ball stage* sudah tercapai.
5. Setelah adonan dianggap matang, tambahkan setengah sendok teh vanila atau esen lainnya dan diaduk sampai homogen.
6. Tuangkan adonan tersebut ke dalam cetakan dan diamkan sampai dingin dan mengeras.

7. Setelah mengeras potong dengan pisau sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan, lalu kemas dengan kertas minyak.



Kegiatan Pembelajaran 3

Pembuatan Es Krim

Eckels et al. (1984) mendefinisikan es krim sebagai produk olahan susu yang dibekukan dan terbuat dari kombinasi susu dengan satu atau lebih bahan tambahan seperti telur, gula, dan madu, dengan atau tanpa bahan pencitarasa dan pewarna, dan dengan atau tanpa gelatin yang dapat dimakan atau bahan penstabil nabati. Begitu pula dengan Standar Industri Indonesia yang menyatakan bahwa es krim adalah sejenis makanan semi padat yang dibuat dengan cara pembekuan dari campuran susu, gula, bahan tambahan makanan (bahan pemantap, bahan pencitarasa, serta aroma dengan atau tanpa tambahan bahan pengemulsi dan pewarna).

Syarat mutu yang harus dipenuhi oleh es krim adalah kadar lemak minimum 8%, kadar padatan susu tanpa lemak 6-12%, kadar gula minimum 12%, total padatan es krim minimum 34% (Departemen Perindustrian, 1990). Es krim merupakan salah satu makanan bernilai gizi tinggi, dimana nilai gizinya tergantung pada bahan bakunya.

Secara umum, dikenal dua jenis es krim, yaitu *soft ice cream* dan *hard ice cream*. *Soft ice cream* atau *soft serve* memiliki kandungan lemak susu yang lebih rendah (3-6%), sementara *hard ice cream* memiliki kandungan lemak susu mencapai 10-18%. Selain itu, *soft ice cream* diproduksi pada suhu yang lebih tinggi, yaitu pada suhu $\pm -4^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan *hard ice cream* yang disimpan pada suhu -15°C . Suhu *soft ice cream* yang lebih tinggi membuat deteksi flavor pada *taste bud* menjadi lebih baik. Selanjutnya, menurut Goff, cara yang paling mudah untuk membedakan antara *soft* dan *hard ice cream* adalah bahwa setelah diproduksi, umumnya *soft ice cream* disajikan dalam *cone* sementara *hard ice cream* dikemas untuk mengalami pengerasan (*hardening*) lebih lanjut.

Es krim merupakan produk olahan susu yang dibekukan, terbuat dari kombinasi susu dengan satu atau lebih bahan tambahan seperti telur, gula, dan madu, dengan atau tanpa penambahan bahan perasa dan pewarna, gelatin yang dapat dimakan, atau bahan penstabil nabati. Produk es krim memiliki tekstur yang lembut dan manis. Sedangkan menurut Arbuckle (1986), es krim adalah produk pangan dari susu yang dibekukan dan dibuat melalui pembekuan dengan agitasi dan adonan es krim yang telah dipasteurisasi. Saat ini es krim sudah sangat populer dan banyak digemari oleh berbagai kalangan. Hal ini

disebabkan karena selain memiliki rasa yang lezat, es krim juga bernilai gizi tinggi, yaitu mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Oleh karena itu, es krim dapat digunakan untuk membantu pertumbuhan anak-anak.

Bahan-bahan Penyusun (*Ingridient*) Es Krim

Komposisi bahan penyusun es krim cukup beragam di antara masing-masing jenis produk. Secara umum, komposisi penyusun es krim terdiri dari lemak susu, padatan susu tanpa lemak, gula, dan pemantap, serta pengemulsi. Arbuckle (1986) telah menetapkan komposisi adonan es krim yang disarankan seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Standar komposisi es krim

Jenis produk	Lemak susu (%)	Padatan susu tanpa lemak (%)	Gula (%)	Pemantap dan pengemulsi (%)	Total padatan (%)
<i>Economy</i>	10	10-11	15	0.3	35-37
	12	9-10	13-16	0.2-0.4	
<i>Trade Brand</i>	12	11	15	0.3	37.5-39
	14	8-10	13-15	0.2-0.4	
<i>Deluxe Ice Cream</i>	16	7-8	13-16	0.2-0.4	40-41
	18-20	6-7	16-17	0-0.2	42-45
	20	5-6	14-17	0.25	46

Sumber : Arbuckle, 1986.

a. Lemak Susu

Lemak susu merupakan komponen utama dalam es krim. Menurut Arbuckle (1986), beberapa pengaruh lemak susu pada es krim adalah untuk memperkuat citarasa es krim dan cenderung memperlambat proses pembuihan pada saat pembekuan adonan es krim. Lemak susu dalam adonan es krim berbentuk globula yang tersuspensi dalam sistem emulsi *oil in water* (o/w). Sebelum dihomogenisasi, globula lemak mempunyai ukuran beragam antara 0.8-20 μm . Ukuran globula sangat berpengaruh pada struktur dan tekstur produk olahan susu (Eckles et al., 1984).

Menurut Arbuckle (1986), sumber lemak susu untuk adonan es krim paling baik menggunakan krim segar. Sumber lemak lain yang bisa digunakan adalah krim beku, krim pasta, mentega, *anhydrous milk fat* (AMF), susu segar serta olahan produk susu yang lain seperti susu evaporasi dan susu kental manis. Lemak susu berperan dalam membantu pembentukan citarasa es krim. Sumber lemak susu yang terbaik pengaruhnya terhadap pembentukan citarasa es krim adalah krim segar (*Fresh Sweet Cream*).

Lemak susu yang digunakan dalam pembuatan es krim merupakan senyawa trigliserida yang terdiri dari berbagai jenis asam lemak. Asam lemak yang terpenting adalah asam butirat. Asam lemak ini menyebabkan susu memiliki karakteristik yang berbeda, karena tidak terdapat pada lemak hewan yang lain. Es krim yang sebagian atau seluruh lemaknya diganti dengan lemak nabati disebut es krim imitasi atau melorine.

b. Emulsifier

Untuk memperoleh suatu emulsi yang stabil, biasanya dibutuhkan campuran dua atau lebih emulsifier yang merupakan kombinasi dari persenyawaan hidrofilik dan lipofilik. Persentase masing-masing emulsifier dalam suatu kombinasi emulsifier dengan nilai HLB tertentu. Konsep HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance) dikembangkan untuk menentukan jenis emulsifier apa yang cocok digunakan pada suatu sistem emulsi. HLB menggambarkan rasio berat gugus hidrofilik dan lipofilik di dalam molekul emulsifier.

Pengadukan dan pendinginan secara serempak pada pembuatan es krim ternyata menimbulkan masalah lain. Krim pada dasarnya terdiri atas globula kecil lemak yang tersuspensi dalam air. Globula-globula ini tidak saling bergabung sebab masing-masing dikelilingi membran protein yang menarik air, dan airnya membuat masing-masing globula tetap menjauh. Pengadukan akan merusak membran protein yang membuat globula lemak dapat saling mendekat. Akibatnya, krim akan naik ke permukaan. Hal seperti ini diinginkan bila yang akan dibuat adalah mentega atau minyak, tetapi jelas tidak diinginkan bila yang akan dibuat adalah es krim.

Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan emulsifier pada campuran. Molekul emulsifier akan menggantsusu membran protein, satu ujung molekulnya akan melarut di air, sedangkan ujung satunya akan melarut di lemak. Lecitin, molekul yang terdapat dalam kuning telur, adalah contoh emulsifier sederhana. Oleh karena itu, salah satu bahan pembuat es krim adalah kuning telur. Selain itu, dapat digunakan mono- atau di-gliserida atau polisorbat yang dapat mendisperssusu globula

lemak dengan lebih efektif. Emulsifier digunakan untuk memperbaiki tekstur es krim dan yang sering digunakan dalam pembuatan es krim antara lain lesitin (dalam kuning telur) bisa juga digunakan monogliserida.

Bahan pengemulsi yang digunakan dalam pembuatan es krim dapat meningkatkan pengembangan adonan, membersusu penampakan yang lebih kering tetapi dengan tekstur yang lebih lembut dan pelelehan es krim yang lama. Hal ini disebabkan pengemulsi memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik yang dapat menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan emulsi. Susu sapi secara alami telah mengandung bahan pengemulsi, yaitu lesitin, protein, fosfat, dan nitrat. Kuning telur mengandung lesitin dalam jumlah yang besar dan telah digunakan sejak dulu dalam pembuatan es krim.

Bahan pengemulsi berperan dalam pembentukan produk es krim dengan tekstur yang kokoh dan kering. Penggunaan bahan pengemulsi dibatasi antara 1-2% dari bobot es krim (Judkins dan Keener, 1996). Dua tipe bahan pengemulsi adalah mono dan digliserida serta polioksietilena. Monogliserida dapat meningkatkan dispersi lemak dan daya pembuihan serta berpengaruh nyata pada pembentukan struktur yang kokoh dan kecepatan meleleh dari produk es krim. Bahan pengemulsi ditambahkan dalam es krim untuk menghasilkan adonan yang merata dan memperbaiki tekstur, serta untuk meratakan distribusi udara dalam struktur es krim. Bahan pengemulsi yang umum digunakan untuk produk es krim adalah lesitin (dalam kuning telur), mono-digliserida, dan Gliserol Monostearat (GMS) yang merupakan ester dari gliserol dan asam stearat dengan persentase kurang lebih 0,2% (Arbuckle, 1986).

c. Stabilizer

Stabilizer atau bahan pemantap atau penstabil digunakan untuk mencegah pembentukan kristal es yang besar dalam produk es krim dan digunakan dalam jumlah kecil sehingga pengaruh terhadap nilai gizi pangan dan citarasa dapat diabasusu. Bahan pemantap mempunyai daya ikat air yang tinggi, sehingga efektif dalam membentuk tekstur yang halus dan memperbaiki struktur pada produk es krim (Arbuckle, 1986). Bahan penstabil dalam pembuatan es krim merupakan koloid hidrofilik yang dapat menurunkan konsentrasi air bebas dengan menyerap air tersebut sehingga akan mengurangi kristalisasi es, memperkecil kristal es, dan dapat meningkatkan kehalusan tekstur. Jenis-jenis penstabil yang biasa digunakan dalam *frozen dessert* terbagi menjadi beberapa kategori yaitu (a)

protein misalnya gelatin, (b) plant exudates misalnya arabic, ghatti, karaya, dan tragacant gums, (c) seed gums misalnya locust (carob) bean, guar, dan psyllium, (d) microbial gums misalnya xanthan, (e) seaweed extract misalnya agar, alginat, dan karagenan, (f) pectin misalnya low dan high methoxyl, (g) selulosa misalnya Carboxy Methyl Cellulose (CMC), dan lain-lain. Dalam pembuatan es krim biasanya digunakan satu jenis penstabil, tetapi ada juga yang dikombinasikan dari dua jenis bahan penstabil. Biasanya penggunaan karagenan dikombinasikan dengan CMC, locust bean gum, guar gum, atau beberapa bahan penstabil lainnya.

d. Gula

Fungsi utama gula yaitu meningkatkan penerimaan produk karena dapat menambah citarasa es krim. Namun selain itu, gula dalam adonan es krim berperan menurunkan titik beku, menurunkan kecepatan pembuihan (*whipping rate*) serta membentuk produk es krim dengan struktur dan tekstur halus dan kemampuan leleh lebih cepat. Beberapa faktor yang dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan kadar bahan pemanis dalam adonan es krim adalah: (1) konsentrasi gula dalam adonan es krim; (2) kadar total padatan dari adonan es krim; (3) pengaruh jenis gula pada karakteristik adonan es krim, seperti titik beku, viskositas, dan pembuihan; (4) konsentrasi dari gula jenis lain yang ada dalam adonan es krim; dan (5) tingkat kemanisan jenis gula yang digunakan (Arbuckle, 1986).

Menurut Arbuckle (1986), jenis gula yang dapat digunakan dalam es krim adalah gula tebu, gula bit, gula jagung, madu, gula invert, fruktosa, molase, laktosa, dan sirup. Menurut Campbell dan Marshall (1975), penggantian sebagian sukrosa dengan gula jagung dapat memperbaiki tekstur dan struktur es krim tanpa menambah tingkat kemanisan.

e. Padatan susu tanpa lemak

Padatan susu tanpa lemak (PSTL) merupakan bentuk padatan dari skim susu dan terdiri dari protein (36.7%), gula susu (laktosa = 55.5%), dan mineral (7.8%). Laktosa memberikan rasa manis dan mempertahankan palatabilitas es krim. Protein meningkatkan nilai gizi, memberikan kekompakan dan kehalusan, mencegah bentuk yang lemah dan tekstur yang kasar, meningkatkan viskositas dan resistensi pelelehan, menurunkan titik beku, menyerap sebagian air dalam adonan sehingga diperoleh tekstur yang lembut. Mineral dalam PSTL dapat memberikan sedikit rasa asin, sedangkan laktosa berperan dalam memberikan sedikit rasa manis dan dapat menurunkan titik beku (Campbell dan Marshall, 1975).

f. Bahan-bahan lain

Citarasa merupakan keseluruhan penerimaan suatu bahan pangan yang meliputi seluruh atribut sensori yang dirasa pada saat bahan pangan tersebut berada dalam mulut (Fennema, 1976). Bahan pencitarasa yang biasa digunakan dalam produk es krim adalah vanilla, coklat, apel, karamel, strawberry, nenas, dan campuran jeruk-nenas (Judkins dan Keener, 1996). Sebagai tambahan bahan-bahan yang disebutkan tadi, dapat digunakan juga bahan pewarna. Es krim yang lezat perlu dilengkapi dengan penampilan warna produk yang menarik dan sesuai dengan citarasa es krim. Hampir semua bahan citarasa dalam es krim membersusu warna produk yang tidak terlihat sehingga perlu penambahan bahan pewarna (Arbuckle, 1986).

Teknologi Pengolahan Es Krim

Tahap utama pembuatan es krim meliputi penyusunan dan pencampuran bahan, pasteurisasi, homogenisasi, pendinginan dan aging, penambahan bahan citarasa dan pembekuan, serta pengerasan produk (*hardening*). Penyusunan bahan meliputi pengukuran dan penimbangan bahan serta pencampurannya (Arbuckle, 1986). Langkah pertama dalam pembuatan es krim ialah persiapan bahan sesuai dengan formula yang digunakan. Setelah diperoleh jumlah bahan-bahan yang sesuai dengan formula, maka dilakukan pencampuran. Mula-mula bahan padat dan bahan cair diaduk secara terpisah, kemudian campuran bahan-bahan padat dimasukkan ke dalam campuran bahan-bahan cair.

Bahan dasar penyusun es krim yang terdiri dari dua fase tersebut dipasteurisasi pada suhu 80°C. Proses pasteurisasi ini mempermudah pelarutan bahan padat ke dalam bahan cair. Menurut Arbuckle (1986), pasteurisasi yang dilakukan pada adonan es krim dapat membunuh sebagian besar mikroba, terutama dari golongan patogenik, melarutkan dan membantu pencampuran bahan-bahan penyusun, memperbaiki citarasa, menghasilkan produk yang seragam dan memperpanjang umur produk dengan mutu yang baik.

Secara visual, adonan es krim yang telah dipasteurisasi sudah homogen dan tidak mengalami pemisahan. Krim susu mengandung serum protein yang jauh lebih sedikit daripada jumlah globula lemaknya, sehingga lebih banyak permukaan globula lemak yang cenderung memisahkan diri dengan cara naik ke bagian atas adonan dan membentuk lapisan.

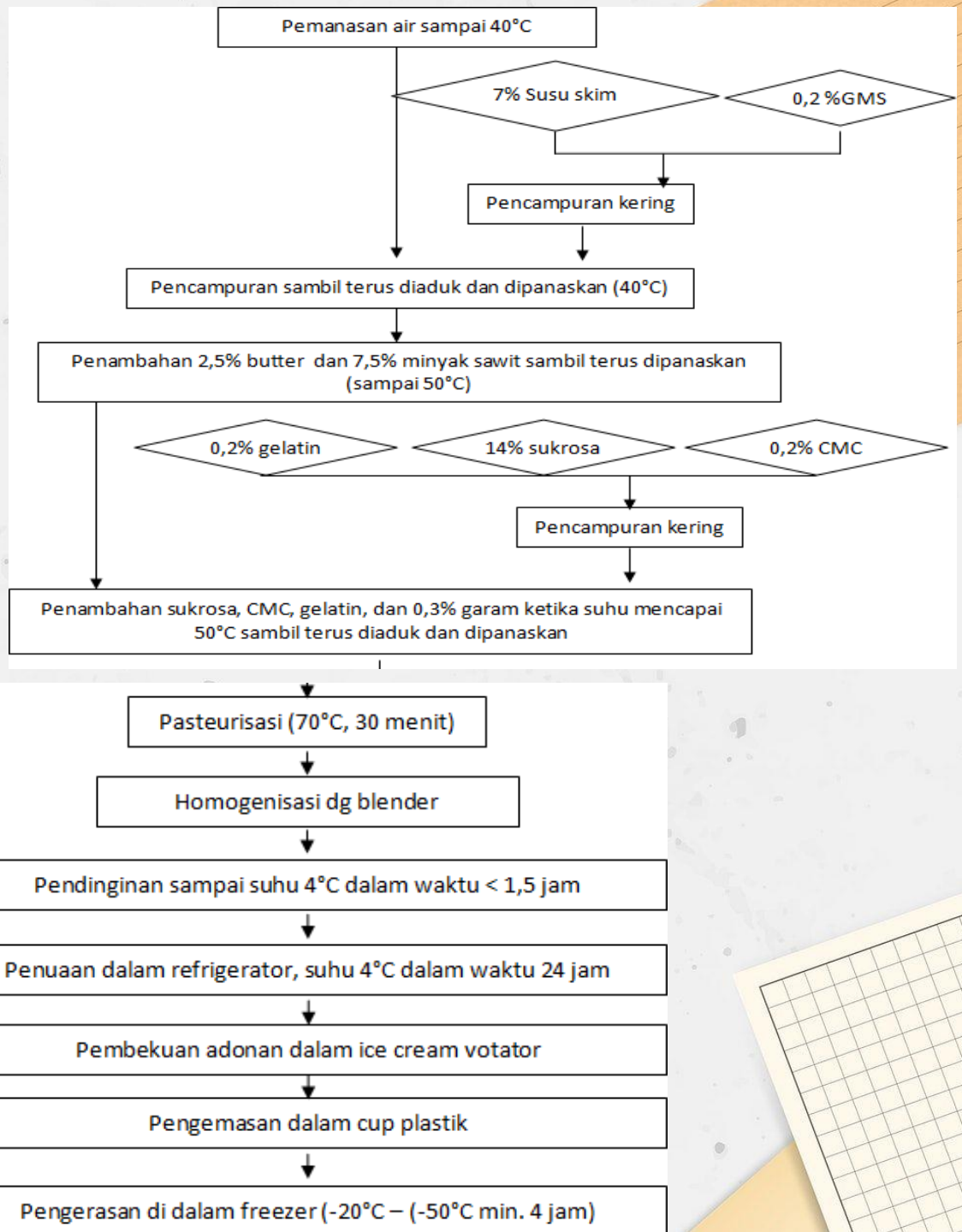
Untuk menstabilkan adonan dan mencegah pemisahan globula lemak, maka adonan es krim dihomogenisasi pada suhu 70°C. Selama proses homogenisasi ini, butir-butir lemak dipaksa melalui katup yang sangat kecil pada tekanan tertentu, sehingga ukuran butir lemak tersebut direduksi sampai tidak lebih dari 2 µm. Setelah dilakukan homogenisasi, adonan segera didinginkan dengan cepat sampai suhu 4°C dengan tujuan meningkatkan viskositas adonan dan menghambat pertumbuhan mikroba.

Tahap yang paling penting dalam pembuatan es krim adalah pembekuan. Menurut Fellows (1992), pembekuan merupakan unit operasi pengurangan suhu bahan pangan hingga dibawah titik beku sehingga air yang terkandung mengalami perubahan wujud menjadi kristal es. Imobilisasi air menjadi es dan konsentrasi akhir padatan tidak larut dalam air yang tidak membeku akan mengurangi aw bahan. Pembekuan bahan pangan bertujuan untuk memperbaiki palatabilitas dan meningkatkan umur simpan bahan tersebut (Burrows, 1996). Daya pengawetan proses ini diperoleh dengan mengkombinasikan suhu rendah, pengurangan aktivitas air, dan dalam beberapa bahan pangan, perlakuan awal berupa *blanching*. Produk pangan beku dapat disimpan selama beberapa minggu tanpa mengalami penurunan kualitas nutrisi dan sensori yang berarti, selama prosedur pembekuan dan penyimpanan yang benar diterapkan (Fellows, 1992).

Proses pembentukan kristal-kristal es pada tahap pembekuan berperan penting dalam menentukan mutu bahan pangan. Ukuran kristal yang terbentuk dapat mempengaruhi tekstur produk. Penggunaan polisakarida, seperti karagenan, alginat, turunan selulosa, dan bahan penstabil lain pada produk makanan beku dapat mengurangi pertumbuhan kristal es yang berukuran besar dan membantu penangkapan udara dalam adonan sehingga menghasilkan tekstur produk yang lembut, ukuran rongga udara bervariasi, mulai dari 5-30 µm (Blanshard dan Franks, 1989).

Canet (1990) menyatakan bahwa proses pembekuan es krim dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, suhu diturunkan hingga mencapai -5 sampai -9°C. Pada tahap ini, sebagian air dalam produk membeku. Tahap kedua dikenal dengan pengerasan produk yang dilakukan pada suhu sekitar -29°C. Sisa air yang belum membeku pada tahap pertama akan membeku selama pengerasan produk (*hardening*).

Agitasi dengan tipe pembeku *batch* akan mengikat sejumlah air yang tersedia di dalam alat pembeku tersebut. Selama proses pembekuan, suhu adonan diturunkan dari suhu agung 4°C ke suhu pembekuan. Umumnya pembekuan adonan dimulai pada suhu -2.8°C . Sebagian air membeku pada tahap ini dan udara dipaksa untuk masuk ke adonan. Pembekuan ini berlangsung selama 30 menit. Kemudian es disimpan di freezer pada suhu -20 sampai -50°C selama 5 jam sampai es krim mengeras dan siap untuk dikonsumsi.



Gambar 6. Diagram alir pembuata es krim.

Overrun

Overrun merupakan peningkatan volume es krim yang disebabkan oleh pemerangkapan udara selama proses pembekuan (Potter & Hotchkiss, 1995). Peranan utama dari udara adalah untuk membuat es krim menjadi lembut, karena tanpa udara, es krim akan menjadi keras, seperti es loli. Selain itu fungsi lain dari udara adalah sebagai reflektan cahaya,

sehingga bisa mempengaruhi warna dan kenampakan, ukuran gelembung udara juga bisa mempengaruhi karakteristik sensori, contohnya gelembung udara yang kecil bisa membuat es krim menjadi lembut (Clarke, 2004). Nilai *overrun* dapat diukur baik berdasarkan volume maupun berdasarkan berat (Varnam & Sutherland, 1994). Semakin tinggi nilai *overrun*, akan semakin tinggi keuntungan yang akan didapatkan. Hal ini karena pada volume yang sama, es krim memiliki berat yang lebih rendah.

Pada pembuatan es krim skala industri, adonan es krim dipompa ke dalam suatu *freezer chamber*, kemudian udara yang berasal dari *air inlet valve* disuntik ke adonan. Adonan yang telah disuntik udara kemudian dipompa ke dalam *refrigeration chamber* di mana terjadi proses pembekuan cepat oleh *dasher* (Campbell & Marshall, 1975). Adanya susunan udara tersebut menghasilkan es krim dengan *overrun* hingga 130% (Varnam & Sutherland, 1994).

Viskositas

Viskositas merupakan hambatan suatu fluida untuk mengalir (Toledo, 1991). Viskositas merupakan salah satu sifat penting dan berkaitan dengan daya buih serta proses pemerangkapan udara (Airbuckle, 1986). Es krim merupakan suatu produk pangan kompleks yang merupakan gabungan dari emulsi (minyak dalam air), busa, dan sol (es kristal) (Clarke, 2004). Menurut Arbuckle (1986), nilai viskositas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu komposisi (keberadaan lemak dan penstabil), jenis dan kualitas bahan baku, proses dan penanganan adonan (pasteurisasi, homogenisasi, dan *aging*), konsentrasi, dan suhu. Nilai viskositas yang tinggi disebabkan oleh dua hal, yaitu penggunaan bahan penstabil dan total padatan. Menurut Varnam & Sutherland (1994), salah satu fungsi penambahan bahan penstabil adalah untuk meningkatkan viskositas, sedangkan menurut Arbuckle (1986), total padatan mengikat air yang ada dalam adonan dan dapat meningkatkan viskositas.

Aging dapat mempengaruhi viskositas pada es krim. Pada saat viskositas meningkat, globula lemak menjadi semakin besar. Aging juga dapat membentuk krim yang mengembang lebih baik. Viskositas es krim meningkat secara pesat pada enam jam pertama dan setelah itu meningkat secara lebih perlahan (Lowe, 2004). Homogenisasi menyebabkan pecahnya globula lemak. Globula lemak diselubungi oleh protein. Setelah homogenisasi yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan, lebih banyak protein

menyelubungi globula lemak. Penambahan protein dan globula lemak meningkatkan viskositas dari es krim. Semakin tinggi tekanan yang dihasilkan selama homogenisasi, semakin tinggi viskositas suatu es krim (Lowe, 2004).

Total Padatan

Total padatan merupakan jumlah semua bahan kering yang terdapat pada es krim. Padatan tersebut berasal dari susu skim, gula, garam, bahan penstabil (CMC dan gealtin), dan bahan pengemulsi (GMS). Total padatan menggantsusu jumlah air dalam adonan, meningkatkan nutrisi, serta memperbaiki body dan tekstur es krim. Semakin besar jumlah total padatan, semakin rendah titik bekunya dan semakin kecil jumlah air yang dibekukan, sehingga dapat mengurangi kristal es yang terbentuk (Arbuckle, 1986). Menurut SNI, jumlah minimal total padatan pada es krim adalah 34%.

Kegiatan Pembelajaran 4

LEMBAR KERJA

Judul : Pembuatan Es Krim

Tujuan : Peserta dapat mengolah susu menggunakan alat dan bahan yang disediakan, menjadi es krim yang memenuhi kriteria mutu yang dapat diterima konsumen.

BAHAN	ALAT
1. Susu segar 1 liter	1. Gelas ukur
2. Maizena 10-15 g	2. Timbangan
3. Gula halus 100-150 g	3. Panci atau wajan
4. Gula kasar 75 g	4. Kompor
5. Kuning telur 4 bh	5. Alat pengaduk
6. Vanili 1 bungkus	6. <i>Ice cream maker</i>
7. Kopi ekstrak atau kopi instan secukupnya	7. Freezer
	8. Kemasan

CARA PEMBUATAN

1. Pilih bahan-bahan yang bermutu baik, dan timbang sesuai dengan kebutuhan.
2. Buatlah karamel dengan memanaskan gula kasar dengan api sedang hingga mencair dan berwarna coklat keemasan.
3. Tuangkan susu segar dan panaskan hingga suhu 70°C selama kurang lebih 30 menit.
4. Kocok gula dan kuning telur hingga tercampur merata, ditempat terpisah larutkan tepung maizena dengan sedikit susu segar, kemudian masukkan dalam kocokan gula dan kuning telur, aduk hingga rata.
5. Lanjutkan proses pemanasan hingga adonan menjadi kental karena proses gelatinisasi pati dan aroma amis dari telur hilang, tambahkan vanili dan kopi instant.
6. Hentikan proses pemanasan dan biarkan adonan menjadi dingin pada suhu kamar.
7. Lakukan proses aging dengan menyimpan adonan pada suhu 4°C selama 4-12 jam.
8. Selanjutnya lakukan proses pengadukan dan pembekuan menggunakan alat *ice cream maker* hingga konsistensi adonan menjadi es krim yang lembut.
9. Kemas *soft ice cream* dalam kemasan gelas plastik atau kertas volume tertentu, kemudian bekukan dengan menyimpan dalam *freezer*.

Kegiatan Pembelajaran 5

Teknologi Pembuatan Yoghurt

Yogurt merupakan produk hasil fermentasi susu menggunakan starter atau bibit yang bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgarius* dan *Strepto-coccus thermophilus*. Produk yang terbentuk berupa susu yang mengumpal dengan rasa asam dengan mempunyai cita-rasa yang khas hasil fermentasi bakteri laktat yang mampu memproduksi asam laktat,. Yoghurt dapat dibedakan berdasarkan komposisinya, menjadi yoghurt berkadar lemak penuh dengan kandungan lemak di atas 3.0%, yoghurt berkadar lemak medium dengan kandungan lemak 0.5 sampai 3.0%, dan yoghurt berkadar lemak rendah bila kandungan lemaknya kurang dari 0.5 %.

Berdasarkan metode pembuatannya, jenis yoghurt dibagi menjadi dua, yaitu *set yoghurt* dan *stirred yoghurt*. Bila fermentasi atau inkubasi susu dilakukan dalam kemasan kecil sehingga gumpalan susu yang terbentuk tetap utuh dan tidak berubah sewaktu akan didinginkan atau sampai siap konsumsi, maka produk tersebut disebut *set yoghurt*. Sedangkan *stirred yoghurt* fermentasinya dalam wadah yang besar, setelah fermentasi selesai, produk dikemas dalam kemasan kecil, sehingga gumpalan susu dapat berubah atau pecah sebelum pengemasan dan pendinginan selesai.

Berdasarkan cita rasanya yoghurt dibedakan menjadi yoghurt alami atau sederhana dan yoghurt buah. Yoghurt alami yaitu yoghurt yang tidak ditambah cita-rasa/flavor yang lain sehingga asamnya tajam, sedangkan yoghurt buah adalah yoghurt yang ditambah dengan komponen cita-rasa yang lain seperti buah-buahan, sari buah, flavor sintetik dan zat pewarna. Jenis-jenis yoghurt yang telah dimodifikasi atau diolah lebih lanjut setelah fermentasi diantaranya: Yoghurt pasteurisasi untuk memperpanjang masa simpannya; Yoghurt beku yaitu yoghurt yang dibekukan dan simpan pada suhu beku; Yoghurt konsentrat (pekat) yaitu yoghurt yang dipekatkan sampai kandungan bahan keringnya 24 persen; dan yoghurt kering (powder) adalah yoghurt pekat yang dikeringkan sampai kandungan bahan keringnya mencapai 90 – 94 persen.

Bahan yang diperlukan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan yoghurt terdiri dari bahan baku bahan tambahan dan bibit atau starter. Bahan baku berupa susu murni, susu skim, susu bubuk tanpa lemak, susu yang sebagian lemaknya telah dihilangkan atau campuran dari beberapa

jenis susu tersebut. Sebelum digunakan biasanya susu ini dipekatkan dulu dengan cara pemanasan atau ditambahkan susu skim bubuk.

Bahan tambahan yang umum digunakan dalam pembuatan yoghurt adalah: pemanis, penstabil dan buah-buahan atau sari buah sebagai sumber cita rasa. Sebagai pemanis biasa digunakan sukrosa atau gula pasir, madu ataupun sirup. Jumlah gula dalam yoghurt akan menentukan jumlah asam cita-rasa yang diproduksi oleh bibit yoghurt. Gula yang ditambahkan bisa dalam bentuk kristal bubuk ataupun sirup. Umumnya gula yang ditambahkan ke dalam yoghurt pada awal fermentasi sekitar 5 – 7 persen.

Bahan penstabil digunakan dalam yoghurt untuk memperlembut tekstur, membuat struktur gel yang mengurangi atau mencegah pemisahan cairan dari yoghurt. Bahan penstabil yang sesuai untuk yoghurt adalah gelatin, karboksi metil selulosa (CMC), alginat, dan karagenan. Sedangkan jumlah penggunaannya 0.5 - 0.7 persen.

Buah-buahan yang digunakan untuk menambah cita-rasa yoghurt tergantung kesukaan konsumen. Jumlah penambahan buah biasanya sebanyak 20-25 persen dari total produk. Buah-buahan yang sering digunakan adalah buah yang telah diawetkan, buah yang telah dibekukan, dan sari buah.

Persiapan bibit atau starter yoghurt

Bibit atau starter yoghurt terdiri dari biakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan biakan *Streptococcus thermophilus*. Pembuatan bibit untuk yoghurt dilakukan secara bertahap. Pertama *Lactobacillus bulgaricus* maupun *Streptococcus thermophilus* masing-masing dibiakkan dalam susu secara terpisah. Kemudian biakkan dicampur bila telah siap digunakan. Bila inokulum dicampurkan langsung, salah satu bibit sering dominan dan menekan pertumbuhan bibit lainnya. Untuk mempertahankan persediaan bibit, masing-masing biakan atau kultur tersebut harus dipindahkan ke dalam medium (susu) yang baru secara berkala atau kultur tersebut dicampur susu dan dikeringbekukan. Perbandingan yang sesuai antara jumlah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* adalah 1 : 1.

Cara Pembuatan Yoghurt

Pembuatan yoghurt terdiri dari persiapan bahan, persiapan bibit, inokulasi susu dengan bibit, fermentasi (inkubasi) dan pendinginan. Persiapan bahan meliputi pengaturan kandungan bahan padatan atau bahan kering, kandungan lemak susu, dan pasteurisasi. Kandungan bahan kering, yaitu bahan kering susu maupun pemanis tidak lebih dari 22

persen karena konsentrasi lebih tinggi akan menghambat aktivitas bibit. Pemanasan susu sebelum ditambahkan bibit merupakan suatu tahap yang penting. Pemanasan biasanya dilakukan pada suhu 85°C selama 30 menit. Tujuan pemanasan tersebut diantaranya agar tidak banyak bakteri yang hidup dalam susu yang dapat mengalahkan bibit dan untuk menguapkan sebagian air agar kekentalan media (susu) sesuai untuk pertumbuhan bibit laktat.

Dalam persiapan pembuatan kultur/bibit, mikroorganisme *Lactobacillus bulgarius* dan *Streptococcus thermophilus* masing-masing dibiakan dalam susu atau whey secara terpisah. Agar aktivitas mikroorganisme tersebut tidak menurun sebaiknya kultur/bibit dipindahkan secara berkala ke dalam medium (susu) yang baru. Pada umumnya kultur cair seperti ini mengandung 10 g mikroba ml kultur starter. Untuk menghindari kehilangan sifat-sifat khusus kultur akibat transfer berulang-ulang, kultur dikeringbekukan atau diliofilisasi. Kultur kering ini perlu pengaktifan dan pencairan kembali sebelum digunakan. Jumlah pemberian bibit campuran (yaitu *L. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dalam jumlah yang sama) biasanya 2-5 persen dari susu yang digunakan.

Inkubasi atau fermentasi yoghurt bisa dilakukan pada suhu kamar ataupun suhu 45 °C. Pada suhu lebih tinggi aktivitas mikroba akan semakin tinggi juga. Inkubasi pada suhu ruang memerlukan waktu 14 sampai 16 jam, pada suhu 32 °C waktu sekitar 11 jam, sedangkan inkubasi pada suhu 45°C hanya memerlukan waktu sekitar 4 – 6 jam. Selama inkubasi, susu mengalami penggumpalan yang disebabkan menurunnya pH akibat aktivitas kultur/bibit. Pada mulanya *Streptococcus* menyebabkan penurunan pH hingga 5.0 sampai 5.5 selanjutnya pH menurun hingga 3.8 sampai 4.5 karena aktivitas *Lactobacillus*.

Selain itu selama inkubasi akan terbentuk flavor karena terbentuknya asam laktat, asetaldehid, asam asetat, dan diasetil. Selama penyimpanan setelah inkubasi, yoghurt mengalami penurunan pH secara terus menerus. Penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi akan mempercepat penurunan pH yoghurt. Yoghurt yang disimpan pada suhu 4°C selama 6 hari akan mengalami penurunan pH dari 4.68 menjadi 4.15. Oleh karena itu untuk mempertahankan cita rasa dan aroma, yoghurt hasil fermentasi harus disimpan di tempat dingin atau dapat juga dipasteurisasi untuk menghambat aktivitas mikroba dalam yoghurt.

Kegiatan Pembelajaran 6

LEMBAR KERJA

Judul : Pembuatan Yoghurt

Tujuan : Peserta dapat mengolah susu menggunakan alat dan bahan yang disediakan, menjadi yoghurt yang memenuhi kriteria mutu yang dapat diterima konsumen.

BAHAN	ALAT
1. Susu segar 1 liter	1. Gelas ukur
2. Gula pasir 80 g	2. Timbangan
3. Sirup jagung 20 g	3. Panci
4. gelatin 2 g	4. Kompor
5. Starter <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	5. Alat pengaduk
6. Starter <i>Streptococcus thermophiles</i>	6. Inkubator
	7. Kemasan

CARA PEMBUATAN

1. Siapkan wadah gelas, kemudian diisi dengan 1 liter susu segar, gula 80 gram, sirup jagung 20 gram, dan gelatin 2 gram. Masing-masing bahan diaduk sampai larutan merata (homogen).
2. Susu dipanaskan di atas api kecil sambil diaduk sampai suhu 70°C selama 30 menit. Kemudian didinginkan hingga suhu 45°C.
3. Siapkan bibit/starter *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.
4. Setelah susu mencapai suhu 45°C, pipet dan inokulas susu 10 ml starter *Lactobacillus* dan 10 ml *Streptococcus* ke dalam susu yang telah disiapkan.
5. Inkubasi susu dalam inkubator dengan suhu 45°C selama 4 sampai 5 jam, atau pada suhu kamar selama 12 - 16 jam.
6. Yoghurt hasil inkubasi didinginkan hingga mencapai suhu ruang.
7. Penilaian mutu yoghurt dapat meliputi pH, tekstur, rasa dan bau dengan cara dicicip dan dibau.

Kegiatan Pembelajaran 7

Teknologi Pembuatan Keju

Keju adalah produk yang dibuat dengan cara mengkoagulasusu kasein susu, susu krim atau susu yang kaya dengan krim. Koagulasi dapat dilakukan dengan koagulasi garam, asam atau enzim, pemekatan atau kombinasinya (Zubaidah, 1998). Menurut Vedemuthu & Waseham (1983) keju didefinissusu sebagai produk yang dibuat dari dadih susu sapi dan hewan lain, yang diperoleh dari koagulasi kasein susu oleh enzim atau asam (asam laktat) dan diproses lebih lanjut dengan pemanasan, pengepresan, penggaraman serta pemeraman (fermentasi) oleh mikroorganisme.

Keju yang beredar di pasar terdiri dari berbagai macam dan jenis tergantung tempat keju dibuat, jenis susu yang digunakan, metode pembuatannya dan perlakuan yang digunakan dalam proses pemeraman atau pematangan. Berdasarkan pada kandungan airnya keju dibagi menjadi 3 golongan, yaitu:

1. Keju lunak (*soft cheese*) yang mempunyai kadar air 50 – 80%. Contohnya keju Camemberti.
2. Keju semi lunak (*semi-soft cheese*) yang mempunyai kadar air 40 – 50%. Contohnya keju Roqueferti
3. Keju keras (*hard cheese*) yang memiliki kadar air kurang dari 39%. Contohnya keju Cheddar dan Swiss.

Berdasarkan pemeramannya keju dapat diklasifikassusu menjadi dua, yaitu keju peram dan keju tanpa peram. Keju peram juga diklasifikassusu menjadi keju diperam dengan bakteri (*Limburger cheese*) dan keju dperam dengan kapang (*Camembert cheese*).

Pembuatan Keju

Secara umum metode pembuatan keju hampir sama dengan pembuatan dadih walaupun ada perbedaan pada proses akhir setelah pemisahan dadih.

Pasteurisasi

Pasteurisasi susu dilakukan untuk mematsusu mikroorganisme patogen atau mikroorganisme lain yang tidak diinginkan yang dapat mengganggu proses pembuatan keju. Pasteurisasi bertujuan mematsusu sel vegetatif dan generatif mikroorganisme tetapi

kandungan dalam susu tidak mengalami kerusakan, oleh karena itu digunakan suhu 60-80°C selama 15-20 menit.

Penambahan Starter BAL

Starter bakteri asam laktat yang digunakan dalam pembuatan keju adalah *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus planatarum*, *Streptococcus thermophilus*. Starter tersebut akan menghasilkan asam laktat yang berfungsi untuk menggumpalkan protein susu sehingga terbentuk dadih dan *whey*. Selain itu asam laktat juga berfungsi untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain yang tidak diinginkan, memodifikasi elastisitas dadih, memudahkan pembentukan massa padat dadih serta membentuk karakteristik keju. Untuk mempercepat proses penggumpalan sering ditambahkan renin atau enzim dari lambung anak sapi. Proses penggumpalan terdiri dari dua tahap yaitu tahap proteolitik ketika misel kasein didestabilisasi oleh renin atau asam laktat dan tahap flokulasi yang diperantarai oleh kalsium.

Penggaraman

Setelah dadih dipisahkan dari *whey*, kemudian ditambahkan garam sebanyak 2,5% untuk menghambat mikroorganisme kontaminan serta membantu proses dehidrasi atau pengeluaran air.

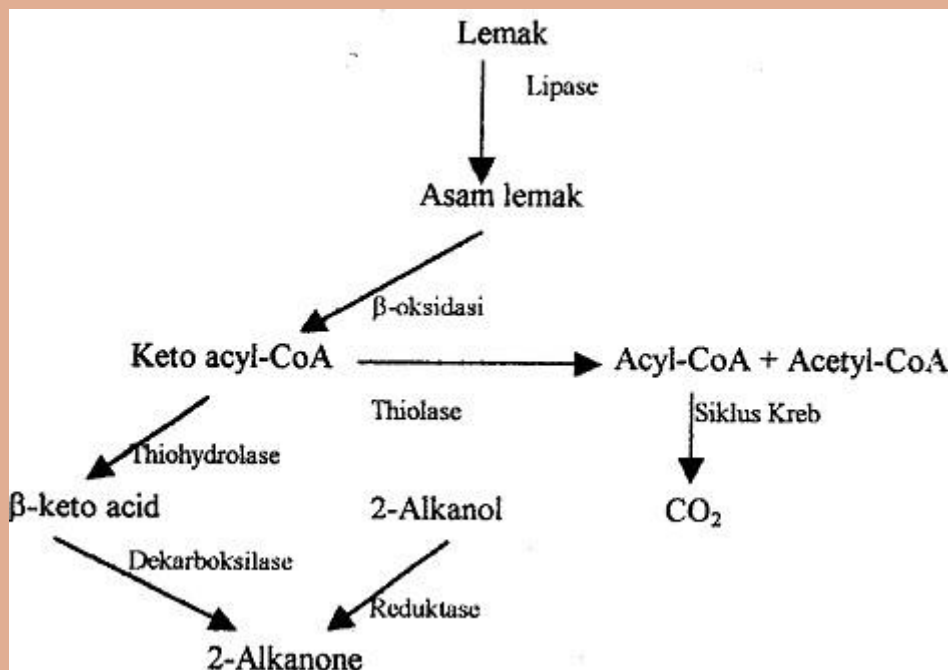
Pemeraman

Pemeraman merupakan proses terakhir dengan menginokulasusu bakteri asam laktat atau kapang *Penicillium sp.* untuk membentuk tekstur dan rasa pada keju. *Penicillium sp.* memiliki aktivitas lipolitik yang lebih tinggi dibandingkan bakteri asam laktat. Jenis *Penicillium* yang banyak digunakan antara lain *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium candidum* dan *Penicillium caseicolum*.

Proses pemeraman akan menentukan hasil akhir keju. Proses pemeraman yang singkat (1-2 bulan) akan diperoleh keju dengan kadar air yang tinggi, sedangkan pemeraman yang lama (1 tahun) akan menghasilkan golongan keju yang keras (*hard chesee*). Proses pemeraman yang lama akan menyebabkan dehidrasi berlangsung sempurna sehingga keju yang dihasilkan memiliki kadar air yang rendah. Selama pemeraman juga akan terjadi proses kimia seperti proteolisis, lipolisis dan glikolisis yang akan mempengaruhi cita rasa keju yang dihasilkan.

Proteolisis merupakan proses utama dalam pemeraman keju yang membentuk rasa dan tekstur keju. Enzim yang berperan dalam proses ini antara lain renin atau koagulan lain, plasmin dan mikroorganisme starter. Proteolisis meliputi degradasi parakasein oleh koagulan yang menghasilkan polipeptida yang kemudian didegradasi proteinase dan peptidase bakteri menjadi peptida dan asam amino. Asam amino kemudian dimetabolisme oleh mikroorganisme selama pemeraman.

Lipolisis merupakan proses sekunder yang berperan membentuk cita rasa keju yang dipengaruhi oleh asam lemak bebas yang dihasilkan. *Penicillium roqueforti* memiliki aktivitas lipolitik yang tinggi dan menghasilkan metil keton, 2-nonanone dan senyawa pembentuk rasa lainnya melalui pemecahan asam lemak. Dalam proses glikolisis, metabolisme laktosa akan menghasilkan D-laktat yang selanjutnya diubah menjadi CO_2 dan H_2O yang dapat meningkatkan pH dan menstimulasi proteolisis.



Gambar 7. Metabolisme asam lemak oleh *P. roqueforti* (Kinsella & Hwang, 1976)

2. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi pengolahan hasil susu, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi!

Petunjuk

- Tuliskan materi yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
- Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
- Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

.....
.....
.....

b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

.....
.....
.....
.....

c. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

.....
.....
.....

d. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

.....
.....
.....
.....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

.....

.....

.....

.....



3. Tugas



4. Tes Formatif



5. Kunci Jawaban Formatif

6. Lembar Kerja

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya

Buatlah kesimpulan dari produk yang dilakukan kemudian