

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Susu Sebagai Bahan Baku Keju

Susu didefinisikan sebagai hasil sekresi kelenjar susu yang hampir bebas dari kolustrum (Buckle *et al.*, 1987). Kolustrum adalah hasil sekresi pertama dari kelenjar, yang berbeda dengan susu dalam hal kandungan asam amino, vitamin, dan protein. Kolustrum dapat diperoleh dengan pemerahan yang hampir sempurna dari sapi yang sehat dan mengandung tidak kurang dari 8,5% padatan tanpa lemak dan tidak kurang dari 3,5% lemak. Selanjutnya juga dikatakan bahwa komposisi susu beragam menurut jenis ternak, waktu pemerahan, urutan pemerahan, keragaman akibat musim, umur sapi, penyakit, makanan ternak, serta faktor lainnya. Komposisi susu sapi rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi rata-rata susu sapi

Bahan	Jumlah
Air	87,1%
Lemak	3,9%
Protein	3,4%
Laktosa	4,8%
Abu	0,72%
Sitrat, enzim-enzim phosphatase, lipase, katalase, peroksidase, protease, diastase, amilase, dan laktase, fosfolipid, vitamin A, D, E, K, B, dan C.	Sedikit

Sumber: (Buckle *et al.*, 1987).

B. Keju, komposisi dan klasifikasinya

Menurut FAO (*Food and Agriculture Organization*), susu merupakan produk segar atau peram yang dihasilkan dengan pemisahan cairan (*whey*) dari dadih setelah

penggumpalan susu, krim, skim, ataupun kombinasi di antaranya (Daulay, 1991). Adapun keju adalah hasil penggumpalan susu yang umumnya menggunakan penggumpal (koagulan) berupa enzim *rennin* dari lambung anak sapi yang sering disebut rennet anak sapi. Hal ini berkaitan dengan ukuran hewan (yang relatif besar sehingga enzim yang bisa dihasilkan lebih banyak) dan bahan dasar pembuatan keju adalah susu sapi (Eckles *et al.*, 1980). Dalam proses pembuatan keju, setelah koagulan dan *whey* dipisahkan, susu yang tergumpal (*dadih*) mengalami pemotongan, pemanasan, dan pengasaman. Kemudian diberi garam dan diinokulasi dengan bakteri atau kapang yang diinginkan, baru kemudian dilakukan pencetakan. Pemeraman keju dapat berlangsung beberapa bulan hingga beberapa tahun. Terbentuknya aroma khas, gelembung gas, pertumbuhan kapang atau bakteri dan faktor lainnya akan membedakan keju dalam jenis-jenis yang berbeda.

Eckles *et al.* (1980) mengatakan bahwa keju pada umumnya mengandung lemak, protein, laktosa dan abu. Komposisi beberapa jenis keju dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia beberapa jenis keju

Jenis keju	Lemak (%)	Protein (%)	Laktosa abu (%)	Air (%)
Cottage	0,4 – 1,9	11 – 12,7	0,21 – 1,1	71,4 – 79,9
Neufchatel	23 – 28	18 – 21	0,5 – 1,25	50 – 55
Brick	28,34 – 33,77	20,03 – 23,29	1,68 – 4,2	39,61 – 45,21
Swiss	30 – 34	24 – 30	30 – 50	30 – 34
Cheddar	30 – 36,79	20,8 – 26,11	3,12 – 7,2	32,69 – 43,89
Roquefort	31,5 – 33,53	19,14 – 23,06	5,8 – 6,81	37,49 – 40,1

Sumber: Eckles *et al.* (1980)

C. Keju Cheddar

Keju *Cheddar* adalah satu di antara sekian banyak jenis keju yang beredar di dunia. Jenis keju ini berasal dari Cheddar, sebuah desa di Inggris (Kosikowski, 1982). Keju *Cheddar* kemudian menyebar dan menjadi populer serta mengalami pula banyak modifikasi. *Cheddaring* (pemerasan dadih hangat selama 2 jam) pada proses pembuatan keju akan mengubah asam laktat dan menghasilkan keju dengan karakteristik (kadar air dan tekstur keju) yang diinginkan (Kosikowski 1982). Lalu dadih yang telah dimasak dibuang *whey*-nya dan dipotong-potong, ditimbun, dan dibalik-balik serta diaduk berulang kali hingga terbentuk suatu anyaman dan hampir seluruh *whey* yang tersisa terkuras dari dadih (Anonim, 1967).

Keju *Cheddar* merupakan jenis keju dengan kenampakan putih atau berwarna, badan yang kaku dan tertutup (Scott, 1981). Menurut klasifikasi Galloway dan Grawford (1985), keju *Cheddar* termasuk keju keras dengan kadar air 34 - 45%, diperam dengan bakteri pada badan tertutup (tanpa lubang). Menurut Kosikowski (1982), keju *Cheddar* yang baik adalah yang memiliki kadar air kurang dari 39%. Selain itu, dengan bahan baku berupa susu segar pasteurisasi, keju *Cheddar* siap dikonsumsi setelah diperam minimal 60 hari untuk menimbulkan warna, aroma dan *flavor* spesifik tergantung pada jenis keju yang dibuat.

Menurut Rahman *et al.* (1982), proses pembuatan keju terdiri dari 9 tahapan yaitu:

1. Persiapan susu, meliputi standarisasi (pengukuran kadar lemak, protein, pH, dan berat jenis), homogenasi, dan pasteurisasi (untuk membunuh kuman patogen) supaya susu dapat digumpalkan oleh koagulan yang sesuai.
2. Penambahan penggumpal (misalnya enzim atau asam yang disertai perlakuan panas dan penambahan garam).
3. Pencacahan untuk mempermudah pengeluaran protein *whey* dengan meningkatkan luas permukaan.
4. Pemasakan dadih untuk mengkerutkan dadih untuk efektifitas pengeluaran protein *whey* serta meningkatkan tekstur dadih. Sebelumnya dilakukan pengadukan secara perlahan-lahan untuk mencegah kerusakan partikel dadih yang berakibat hilangnya lemak dan rendahnya rendemen yang dihasilkan
5. Pemisahan protein *whey*.
6. Pembentukan dadih dan pengepresan untuk membentuk dadih dan mengatur kadar air agar mendapatkan bentuk dan tekstur yang spesifik.
7. Penggaraman untuk meningkatkan citarasa dan tekstur.
8. Perlakuan khusus untuk membentuk citarasa, warna, dan tekstur spesifik dengan menumbuhkan mikrobia tertentu.

9. Pemeraman untuk memberi kesempatan pembentukan warna, tekstur, dan citarasa oleh enzim dan mikrobia.

D. Zat Pengawet yang Digunakan dalam Pembuatan Keju

Dewasa ini hampir tidak ada jenis makanan olahan yang tidak memakai bahan pengawet, termasuk dalam proses pembuatan keju. Menurut Hidayah (1988) yang dimaksud dengan zat pengawet adalah senyawa atau zat kimia yang dapat menghambat atau menghalangi segala macam perubahan pada bahan makanan yang disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme. Sementara itu, Siregar dan Nurwanto (1997) mengatakan bahwa pengawetan pangan adalah semua jenis perlakuan yang diterapkan pada bahan pangan untuk memperpanjang masa simpan dengan cara mencapai salah satu dari beberapa tujuan pengawetan, yaitu:

1. Mengurangi jumlah awal sel mikrobia dalam pangan.
2. Memperpanjang fase adaptasi semaksimal mungkin sehingga pertumbuhan mikrobia diperlambat.
3. Memperlambat fase pertumbuhan logaritmik mikrobia.
4. Mempercepat fase kematian mikrobia.

Selanjutnya Fennema (1988) menambahkan bahwa zat pengawet bisa jadi ditambahkan pada proses pengolahan makanan atau memang sudah terkandung dalam makanan itu sendiri. Zat kimia yang ditambahkan dalam makanan untuk tujuan

apapun dinamakan *food additives*, sedangkan hasil keputusan *Food and Agriculture Organization (FAO)* dan *World Health Organization (WHO)* pada tahun 1956 menyebutkan bahwa *Food Additives* adalah bahan yang ditambahkan ke dalam bahan makanan dalam jumlah kecil, bersifat *non-nutritive*, bertujuan untuk menguatkan rasa, mutu penampilan, dan lama penyimpanan (Potter, 1985). Jadi zat pengawet termasuk dalam *food additives*.

Food additives menurut kegunaannya dapat dibagi atas bermacam jenis, di antaranya anti oksidan, anti-beku, pengasaman, pembasaan, pemberian rasa dan bau, efek anti-mikrobia dan sebagainya (Potter, 1985). Zat pengawet termasuk dalam golongan anti-mikrobia. Menurut Priyanto (1987), bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet diharapkan secara efektif mengganggu kondisi optimum pertumbuhan mikrobia, bahkan jika mungkin membuat kondisi paling buruk untuk mikrobia tersebut. Hal ini disebabkan karena menurut Foster dan Moat (1995), apabila suatu jenis mikrobia telah terdapat dalam bahan pangan tertentu yang merupakan media yang cocok bagi pertumbuhannya, maka mikrobia tersebut akan mengadakan replikasi dengan kecepatan yang diidentikkan dengan deret geometri (2^0 , 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^4 , 2^5 dan seterusnya). Ditinjau dari segi kimiawi, kondisi mikrobia yang paling rawan adalah kesetimbangan elektrolit dan sistem metabolismenya. Oleh karena itu bahan kimia yang digunakan sebagai anti-mikrobia yang efektif adalah menggunakan asam-asam organik dan turunannya. Terdapat beberapa jenis bahan tambahan dari golongan asam organik yang berfungsi sebagai pengawet, misalnya

saja jenis asam asetat, asam benzoat, asam propionat dan asam sorbat. Jenis garam yang umum digunakan sebagai pengawet adalah garam benzoat, kalsium klorida dan juga natrium klorida (Dessrosier, 1988). Untuk keju, pemakaian bahan pengawet belum menjadi hal yang umum. Dalam proses pembuatannya keju terdapat proses penggaraman yang bertujuan membantu pembentukan tekstur dan citarasa. Jenis garam yang umum dipergunakan adalah dari jenis natrium maupun kalsium klorida. Natrium klorida sering dipergunakan karena selain sebagai pembentuk tekstur, natrium klorida juga memiliki beberapa sifat penting seperti:

1. Dapat berdisosiasi dalam air membentuk Na^+ dan Cl^- . Cl^- dalam jumlah berlebih merupakan racun bagi mikrobial.
2. Menurunkan kelarutan oksigen sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikrobial aerob.
3. Menyebabkan denaturasi protein sehingga protein mikrobial menjadi inaktif.
4. Sel menjadi lebih sensitif terhadap karbondioksida sehingga mudah mengalami kematian akibat kekurangan oksigen (Siregar dan Nurwanto, 1997).

Selain dari jenis garam tersebut, ada pula beberapa jenis asam maupun garam yang umum dipergunakan sebagai pengawet makanan olahan dari susu (*dairy food products*) seperti asam benzoat, asam sorbat dan sulfit. Pemakaian garam sebagai pengawet memang kurang ditonjolkan karena hanya ditujukan untuk perbaikan cita

rasa dan tekstur, dan hanya dipergunakan dalam jumlah yang teramat terbatas karena penambahan garam yang berlebihan justru akan menimbulkan rasa pahit pada produk. Wibowo (1990) menambahkan bahwa pemakaian garam pada konsentrasi 2,5 – 3,5 % justru dapat memicu pertumbuhan beberapa jenis bakteri. Jenis pengawet organik yang paling umum dipergunakan adalah dari jenis asam. Pemakaian asam benzoat misalnya menjadi sangat umum dijumpai pada produk-produk pangan. Walaupun efek antimikrobia dari asam benzoat baik pada pH asam (sekitar 3), namun pada produk keju, pemakaiannya tidak dianjurkan karena asam benzoat memiliki keterbatasan sifat yaitu lebih anti-jamur dan anti-kapang dibandingkan dengan sifat antibakterialnya (Hudaya, 1988).

Sulfur dioksida (SO_2) dan turunannya umum digunakan sebagai pengawet karena efek antimikrobia terhadap sebagian besar jenis bakteri dan kapang. Selain itu kemampuannya dalam mencegah pencoklatan pada bahan makanan serta kemampuannya menghambat aktifitas enzim katalase amat mengunggulkannya sebagai zat anti-mikrobia. Sifat unggul lainnya dari SO_2 adalah bahwa jika masuk ke dalam sistem pencernaan manusia, SO_2 akan dirombak menjadi sulfat (SO_4) untuk kemudian dikeluarkan melalui urine tanpa menimbulkan efek bagi kesehatan (Fennema, 1988). Sulfur dioksida umum dipergunakan dalam bentuk natrium, kalsium atau kalium sulfit, natrium, kalium atau kalsium bisulfit atau metabisulfit. Namun yang paling umum dipergunakan adalah dalam bentuk natrium atau kalium metabisulfit karena ketahanannya terhadap autooksidasi pada keadaan padat.

Metabisulfit umumnya dipergunakan pada konsentrasi 200 - 500 ppm walaupun sebenarnya metabisulfit memiliki rentang penggunaan yang sangat luas yaitu 30 – 1200 ppm. Namun pemakaian metabisulfit diusahakan seefektif mungkin mengingat sifat sulfit yang mampu merusak vitamin B1 dan protein dengan gugus sulfur (Priyanto, 1988). Menurut Siregar dan Nurwanto (1997), mekanisme kerja sulfit adalah sebagai berikut:

- a. Komponen pereduksi (sulfit) mengurangi oksigen dalam bahan pangan sehingga mengakibatkan pertumbuhan mikrobia aerob terhambat.
- b. Sulfit akan mereduksi ikatan disulfida pada asam amino (protein / enzim) sehingga mengganggu kerja enzim mikrobia.
- c. Sulfit akan mencegah reaksi pencoklatan enzimatis sehingga produk menjadi lebih putih karena enzim penyebab kecoklatan tereduksi.

Dalam penggunaan zat antimikrobia, dikenal istilah nilai D. Dalam bukunya Adams M.R dan Moss M.O (1988) menjelaskan bahwa nilai D adalah saat suatu bakteri mengalami reduksi jumlah sel sebesar 90% dari jumlahnya semula. Selanjutnya ditambahkan juga bahwa nilai D sering dijadikan patokan dalam pengamatan jumlah mikrobia yang masih terkandung dalam makanan akibat perlakuan tertentu seperti suhu ekstrim, pH ekstrim, maupun pemberian bahan kimia/antimikrobia tertentu.

Efektifitas suatu zat antimikrobia bukan hanya ditentukan oleh kemampuan zat kimia tersebut mereduksi jumlah mikrobia, namun juga penting untuk diketahui sisa zat antimikrobia tersebut dalam makanan dan pengaruhnya terhadap tubuh konsumen jika terjadi akumulasi dalam tubuh (Bambang, 1991). Telah ditegaskan di atas mengenai aspek keamanan penggunaan natrium metabisulfit dalam bahan pangan manusia, namun tetap perlu diketahui apakah natrium metabisulfit masih tersisa dalam bahan pangan setelah bakteri terhambat secara efektif (Siregar dan Nurwanto, 1997).

E. Penyimpanan Keju

Kerusakan pada umumnya terjadi akibat perubahan struktur kimia / biokimia yang dilakukan oleh mikrobia. Menurut Caldwell (1995), hal-hal eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan mikrobia mencakup suhu, derajat keasaman (pH), oksigen, osmolalitas, tekanan fisik, radiasi, dan keterbatasan nutrien. Aktivitas mikrobia dalam keju salah satunya dipengaruhi oleh suhu. Suhu optimum untuk kehidupan mikrobia sangat bervariasi, misalnya untuk mikrobia termofil, suhu optimum untuk pertumbuhannya mencapai 55°C, sedangkan untuk mikrobia psikrofil, suhu optimum untuk pertumbuhannya hanya 10°C. Salah satu indikator terjadinya kerusakan pada bahan pangan adalah masih berlangsungnya respirasi yang mendasari metabolisme makhluk hidup. Suhu diketahui mempengaruhi kecepatan respirasi secara langsung. Penurunan suhu sebesar 0,5°C akan memperlambat laju respirasi sampai 50% (Sutardi, 1992).

Sardjono dan Wibowo (1987) menyebutkan bahwa bahan makanan yang disimpan pada suhu pendinginan yang baik (di bawah 7°C) akan dirusak oleh mikrobia yang psikrotrof, sedangkan sebagian besar mikroorganisme patogen adalah mesofilik. Bakteri *Salmonella* sp misalnya, hanya dapat tumbuh pada suhu minimal 6°C, sedangkan bakteri *Clostridium* sp baru dapat mengadakan perkecambahan spora bila suhu tempat hidupnya mencapai 5°C, sementara bakteri dari jenis *Staphylococcus* sp dapat terus hidup pada suhu 7°C, namun untuk dapat memproduksi toksin, jenis *Staphylococcus* sp membutuhkan tempat hidup dengan suhu minimal 10°C.

F. Kerusakan Pada Keju

Kerusakan pada keju dapat disebabkan oleh aktifitas mikrobia maupun khamir. Kerusakan pada keju *Cheddar* dapat terdeteksi dengan timbulnya aroma yang tidak enak serta perubahan warna pada keju (Sardjono, 1993). Keju *Cheddar* relatif lebih sukar rusak karena kadar airnya yang rendah (Frazier, 1974). Frazier *et al.* (1956) menyatakan bahwa kerusakan pangan tidak selalu tampak atau terdeteksi secara makroskopis (indera), sedangkan Wibowo (1988) berpendapat bahwa pencemar keju mencakup bakteri *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, dan golongan Coliform. Buckle *et al.* (1985) menambahkan adanya jamur benang dari golongan *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, dan *Monilia* akan menimbulkan perubahan warna dan aroma keju. Menurut Wyatt (1992) bakteri perusak pada makanan dibedakan menjadi bakteri yang terbawa dari bahan pokok pembuatan

makanan dan bakteri yang memang merupakan kontaminan setelah makanan itu selesai dibuat.

Berdasarkan hasil penelitian Petrus (*unpublished*, 1997) diketahui bahwa bakteri perusak pada keju *Cheddar* adalah dari golongan Coliform, *Clostridium* sp, dan *Salmonella* sp. Adapun sifat-sifat masing-masing koloni yang terdapat dalam keju *Cheddar* yang telah mengalami kerusakan adalah sebagai berikut:

a. *Salmonella* sp

Sel bakteri *Salmonella* sp diketahui berbentuk batang, tanpa spora, flagella peritrik, dan bersifat Gram negatif. *Salmonella* sp adalah jenis bakteri yang digolongkan sebagai perantara penyakit. Salah satu jenis yang paling umum adalah *Salmonella typhosa* yang menyebabkan penyakit tipus pada manusia (Bambang, 1991). Bakteri ini tumbuh optimum pada suhu 37°C dan pertumbuhannya akan berhenti pada suhu kurang dari 6,7°C atau lebih dari 16,6°C, namun tetap dapat hidup di dalam air yang membeku. Lebih jauh dikatakan oleh Siregar dan Nurwanto (1997) bahwa bakteri ini mati pada pemanasan 60°C selama 30 menit.

b. Coliform

Sel bakteri Coliform berbentuk *coccus* dan bersifat Gram negatif. Jenis bakteri ini dikenal sebagai pencemar paling umum pada makanan, air, bahkan udara. Coliform adalah bakteri penghasil racun yang menyebabkan keracunan pangan bila dikonsumsi atau masuk ke dalam sistem metabolisme manusia (Bambang, 1991) yang ditandai dengan muntah-muntah dan diare yang berlangsung 1 – 5 hari (Wibowo, 1990).

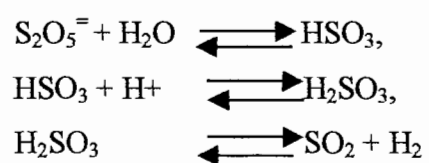
c. *Clostridium* sp

Sel bakteri *Clostridium* sp bersifat anaerob, berbentuk batang dengan sudut-sudut yang tegas, spora terletak di bagian sub-terminal, dan bersifat Gram negatif. Jenis *Clostridium* termasuk ke dalam bakteri penghasil toksin yang baru mulai menghasilkan toksinnya jika sudah masuk ke dalam sistem pencernaan hewan atau manusia. Ciri keracunan akibat bakteri ini adalah diare dan kejang perut yang tidak disertai muntah (Wibowo, 1990). Oleh Siregar dan Nurwanto (1997) dikatakan bahwa dengan menelan bakteri sejumlah $10^8 - 10^9$ sel bakteri telah mampu menimbulkan gejala keracunan akibat diproduksinya enterotoksin yang spesifik terhadap usus. Oleh Hayes (1992) dikatakan bahwa bakteri *Clostridium* sp dapat berasal dari bahan pokok pembuatan makanan dari hewan yang ususnya telah terinfeksi oleh bakteri ini.

G. Pemeriksaan Sisa Zat Pengawet dalam Keju.

Walaupun dikatakan bahwa zat pengawet tertentu tidak berbahaya bagi manusia, pemakaian zat pengawet pada makanan dihindarkan sejauh mungkin. Oleh karena itu perlu diketahui jenis dan kadar zat pengawet yang aman bagi konsumennya, serta perlu diketahui jumlah dari zat yang tersisa setelah zat tersebut bekerja sebagai anti-bakteri perusak makanan (Bambang, 1991).

Di dalam air, metabisulfit [$S_2O_5^{=}$] akan terdisosiasi dalam reaksi sebagai berikut:



selanjutnya sulfur dioksida yang telah terbentuk dapat berikatan dengan O_2 bebas di udara sehingga membentuk sulfat [SO_4]. Natrium yang terlepas diperlukan oleh tubuh sebagai salah satu kation ekstraseluler yang penting dalam transpor ion, karena itu akan segera terpakai oleh sel (Roskoski, 1996).