

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Keju

Keju didefinisikan sebagai produk segar atau peram yang dihasilkan dengan pemisahan cairan (*Whey*) dari *curd* setelah penggumpalan susu, krim, skim atau kombinasi-kombinasi diantaranya (Daulay, 1991).

Keju merupakan hasil dari penggumpalan susu yang umumnya menggunakan penggumpal (koagulan) berupa rennet anak sapi. Setelah koagulan dan *whey* dipisahkan, susu yang tergumpal (*curd*) selanjutnya dilakukan pemotongan, pemanasan dan pengasaman. *Curd* yang telah diolah kemudian diberi garam dan diinokulasi dengan kapang atau bakteri yang diinginkan, baru kemudian dilakukan pencetakan. Pemeraman keju dapat dilakukan selama beberapa hari, beberapa bulan, bahkan hingga beberapa tahun. Terbentuknya flavor yang khas, pertumbuhan kapang atau bakteri dan sebagainya akan menghasilkan keragaman jenis keju (Herchdoefer, 1986).

Menurut Nelson dan Trout (1951), keragaman keju tergantung pada bahan dasar yang digunakan, metode koagulasi susu, kadar *whey* dalam *curd*, dilakukannya pemeraman atau tidak, dan metode pemeraman yang digunakan.

Dulay (1991) menyatakan bahwa perbedaan jenis bahan baku keju, metoda pengolahan, dan lama pemeraman akan menghasilkan penampakan produk akhir yang berbeda. Galloway dan Grawford (1986) yang dikutip oleh Daulay (1991),

mengklasifikasikan jenis keju berdasarkan karakteristik pemeraman, dan kadar air, seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Keju Berdasarkan Pemeraman dan Kadar Air

| Tipe keju | Kadar Air (%) | Karakteristik Pemeraman | Contoh keju |
|--------------|---------------|---|--|
| Sangat keras | 20-25 | Dengan bakteri | Keju Pennesans |
| Keras | 35-45 | Dengan bakteri tekstur tertutup. Dengan bakteri tekstur Terbuka. | Keju cheddar, dan ceshire Keju swiss, dan emmentaler. |
| Semi keras | 41-52 | Dengan bakteri. Dengan kapang. | Keju edam dan brick Keju requafort |
| Semi Lunak | 45-55 | Dengan bakteri | Keju limburgger |
| Lunak | 55-80 | Dengan kapang. Tanpa pemeraman | Keju camembert Keju kottage |

Sumber: Daulay, (1991).

Setelah diketahui jenis atau macam keju berdasarkan pemeraman dan kadar air seperti terlihat pada tabel 1, maka perlu diketahui komposisi keju yang dihasilkan . Komposisi bahan makanan atau daftar komposisi bahan makanan berguna untuk merencanakan hidangan makanan yang baik dan memenuhi kecukupan zat gizi. Angka-angka yang terdapat dalam daftar komposisi bahan makanan merupakan pedoman untuk mengetahui tinggi atau rendahnya kadar zat gizi suatu bahan makanan (Anonim, 1996). Daftar komposisi keju dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Keju.

| Komposisi | Keju |
|-------------------------|-------|
| Protein (%) | 22,8 |
| Lemak (%) | 20,3 |
| Air (%) | 37 |
| Karbohidrat (%) | 13,1 |
| Kalsium (mg/100 gr) | 777,0 |
| Fosfor (mg/100gr) | 338,0 |
| Besi (mg/100 gr) | 1,5 |
| Vitamin A (SI) | 750,0 |
| Vitamin B1 (mg/100 gr) | 0,01 |
| Vitamin C (mg/100 gr) | 1,0 |

Sumber : Direktorat Gizi Depkes, 1996.

1. Nutrient Pada Susu

a. Protein

Protein susu sapi segar yang merupakan bahan dasar pembuatan keju terdiri dari 78 % kasein, 5,5 % α - laktalbumin, 8,5 % β - laktalbumin, 1,7 % globulin, 1,7 % pepton. Kasein susu terdiri dari komponen α - kasein, β - kasein, dan κ - kasein . Protein-protein tersebut berikatan dengan ion kalsium dan anion seperti fosfat dan sitrat membentuk misel kasein yang stabil (Yamamoto, 1975).

Protein dapat mengalami denaturasi yang disebabkan oleh panas , pH, bahan kimia, proses mekanik dan sebagainya (Winarno, 1992). Denaturasi dalam pengolahan keju memang dikehendaki sebab fungsinya untuk pembentukan *curd* susu (gumpalan susu).

Curd (gumpalan susu) yang terbentuk terjadi karena peranan k- kasein yang terdapat dalam susu. k- kasein didalam susu berperan sebagai pelindung koloid dan bertanggung jawab atas keutuhan misel kasein. Adanya gangguan pada k- kasein akan menyebabkan ketidakstabilan pada keutuhan misel kasein. Hal ini merupakan tahap awal dari pembentukan *curd* susu (Kilara dan Iya, 1984).

Selain kasein ada juga protein lain yang berperan dalam proses koagulasi susu yaitu laktoglobulin dan laktalbumin yang bersifat larut dalam *whey* susu. Pada pembuatan keju protein *whey* ini terkurung dalam *curd* pada saat terjadi koagulasi akan tetapi karena sifatnya yang lebih larut dalam air, sebgaiian protein ini terlepas ke dalam *whey* (cairan). Protein yang tertinggal dalam *curd* menjadi bagian dari tubuh keju dan membantu penyediaan sumber-sumber asam amino untuk pembentukan cita rasa keju (Daulay, 1991).

b. Lemak

Lemak pada susu adalah sumber dari sebagian komponen pembentuk cita rasa, aroma, dan kelembutan keju. Keju yang dibuat dari susu tanpa lemak umumnya mempunyai kenampakan yang kering dan tekstur yang keras serta membentuk cita rasa yang kurang baik dibandingkan dengan keju yang dibuat dari susu berlemak.

Di susu, lemak terdapat sebagai globula, yaitu bulatan-bulatan lemak berukuran kecil di dalam serum susu. Penggabungan globula-globula lemak pada keju terjadi karena terperangkapnya globula-globula lemak tersebut pada saat penggumpalan protein berlangsung (Daulay, 1991).

Lemak susu mengandung berbagai asam lemak, yaitu asam butirat, asam kaproat, asam laurat, asam kaprilat, asam kaprat, asam miristat, asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam deoksi stearat (Hadiwiyoto, 1994).

c. Laktosa

Laktosa adalah senyawa yang larut dalam air, karena itu pada saat pembuatan keju sebagian besar laktosa terlarut dalam *whey* dan ikut terbuang, namun masih ada yang tersisa dalam jumlah kecil didalam keju. Laktosa yang tertinggal itu akan berubah menjadi asam laktat selama proses pemeraman keju berlangsung (National Dairy Council, 1967).

d. Mineral dan Vitamin

Jumlah mineral yang terdapat dalam keju sangat tergantung pada metoda pembuatannya. Jumlah total mineral keju bervariasi sesuai dengan jumlah garam yang ditambahkan pada saat pembuatan keju serta jenis koagulan yang digunakan. Umumnya kalsium dan fosfat yang terdapat dalam susu akan tertinggal dalam *curd*, sedangkan klorin yang berasal dari CaCl_2 sebagian besar terbuang dalam *whey* (National Dairy Council, 1967).

Terperangkapnya sebagian besar lemak dalam *curd* menyebabkan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak ikut tertinggal dalam *curd*. Vitamin-vitamin yang tertinggal dalam *curd* ini diperlukan bagi pertumbuhan mikrobia-mikrobia yang diinginkan selama pemeraman keju (Daulay, 1991).

B. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Keju.

Kualitas keju dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, pH, kadar air (aw), komponen-komponen bahan dasar (susu), dan komponen-komponen bahan koagulan (enzim).

1. Suhu.

Suhu sangat berpengaruh dalam proses pembuatan keju maupun dalam penyimpanannya. Dalam proses pembuatan keju susu harus dipasteurisasi atau dimasak agar bakteri patogen dari hewan maupun dari pemerah susu dapat mati, suhu yang digunakan adalah 62°C (Webb and Johnson, 1965). Suhu penyimpanan keju sekitar $10-15^{\circ}\text{C}$, hal ini dimaksudkan agar keju tetap awet (deMan, 1997).

2. Kadar Air.

Kadar air merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas simpan makanan. Adanya air juga dapat mempengaruhi kemerosotan mutu makanan secara kimia dan mikrobiologi (deMan, 1997). Kecenderungan kandungan air yang besar adalah sebagai tempat tumbuhnya mikrobia sehingga mikrobia ini akan merusak bahan makanan dan bahan makanan menjadi rusak bila pertumbuhan mikrobia perusak semakin banyak.

2. Komposisi Bahan Dasar (Susu).

Komposisi susu lebih lengkap daripada bahan pangan lain. Artinya komponen-komponen yang dibutuhkan oleh tubuh kita semuanya terdapat dalam susu.

Komponen-komponen yang utama adalah protein, lemak, hidrat arang, mineral, vitamin, dan air (Hadiwiyo, 1994).

Lemak susu tidak larut dalam air, tetapi menyerap air 0,2 %. Lemak susu mengandung asam lemak yang tidak menguap, seperti asam palmitat, searat, oleat, laurat dan meristat. Asam lemak yang dapat menguap antara lain asam butirrat, kapriat, kapoat dan kaprat (Adrias dan Suradi, 1996).

Lebih lanjut Adrias dan Suradi, 1996, menyatakan protein susu ada tiga macam yaitu kasein, albumin, dan globulin. Fungsi kasein adalah memberi warna putih pada susu. Protein susu mengandung kesepuluh asam amino yang esensial (utama).

Susu mengandung beberapa enzim antara lain adalah katalase, laktase, amylase, galaktase dan lipase. Enzim-enzim tersebut sangat berfungsi dalam proses perombakan atau penguraian seperti penguraian protein, lemak dan karbohidrat yang sangat penting dalam pengolahan makanan (Winarno, 1995).

C. Enzim Protease.

Enzim protease atau proteolitik adalah enzim yang dapat menguraikan atau memecah protein. Protein merupakan polimer yang terdiri dari asam amino yang berikatan membentuk rantai penyangga disebut polipeptida (Dixon dan Webb, 1979). Reaksi yang dikatalisis oleh enzim proteolitik ialah hidrolisis ikatan peptida protein. Enzim-enzim yang tergolong dalam enzim protease adalah tripsin, kemotripsin, elastase, papain, fisin, bromelin, pepsin, dan renin (deMan, 1997).

1. Enzim Papain

Papain adalah enzim proteolitik yang terdapat di dalam getah pepaya. Pepaya (*Carica papaya* L.) termasuk tanaman tropis dari genus *Carica* dan familia Caricaceae. Enzim papain mempunyai kemampuan dalam mengkoagulasi susu.

Menurut Daryono dan Muhidin (1974), hampir seluruh bagian dari pohon pepaya, kecuali akar dan biji mengandung papain, akan tetapi kandungan papain yang terbesar terdapat pada buahnya. Getah yang keluar dari buah berwarna putih, bersih, tidak bercampur dengan bahan-bahan lain dan getah yang keluar dari bagian lain seperti batang dan daun umumnya tercampur dengan klorofil dan serat-serat.

Buah yang muda merupakan penghasil enzim terbanyak. Kandungan enzim semakin berkurang dengan semakin bertambahnya umur buah.

Secara umum yang dimaksud dengan papain adalah papain yang telah dimurnikan maupun yang kasar. Dalam getah pepaya, terdapat tiga jenis enzim, yaitu papain, kimopapain, dan lisosim. Pada tabel 3 dapat dilihat komposisi enzim pada getah pepaya.

Tabel 3. Komposisi Enzim Pada Getah Pepaya

| Enzim | BM (g/mol) | Titik Isoelektrik |
|-------------|------------|-------------------|
| Papain | 21.000 | 8.75 |
| Khimopapain | 36.000 | 10.10 |
| Lisosim | 25.000 | 10.15 |

Sumber : Winarno, 1983.

Papain termasuk dalam kelompok enzim protease sulfhidril karena memiliki gugus sulfhidril. Aktivitasnya tergantung dari satu atau lebih gugus sulfhidril bebas pada sisi aktifnya. Enzim tanaman lain yang memiliki sifat serupa dengan papain adalah bromelin dan fisin.

Papain merupakan endopeptidase enzim yang memecah protein atau ikatan peptida dari dalam dan mempunyai kestabilan yang baik dibandingkan dengan protease lainnya. Papain relatif tahan terhadap suhu tinggi (kurang lebih tujuh puluh derajat celsius), pelarut-pelarut organik, dan reagen-reagen yang menyebabkan denaturasi enzim lain. Kestabilan papain terhadap panas dipengaruhi oleh pH, di bawah pH 4 papain dengan cepat dinonaktifkan secara ireversibel. Aktivitas papain berada pada daerah pH yang luas. Papain stabil pada pH 5 dan mengalami kerusakan pada pH kurang dari 3 atau di atas pH 11. Aktivitasnya menurun dengan cepat pada pH dibawah 2,8 (Winarno, 1995; Summer and Myrback, 1951).

2. Enzim Bromelin

Enzim Bromelin adalah enzim protease yang diperoleh dari tanaman nanas (*Ananas comosus* L.). Nanas merupakan tanaman tropis yang termasuk genus *Ananas* dari famili Bromeliace. Bromelin di dalam tanaman nanas terdapat di semua bagian tanaman.

Menurut Reed (1975), Enzim Bromelin dapat diekstraksi dari batang nanas, dan ini disebut "*Steam bromelin*" atau dapat pula diekstraksi dari buah nanas yang disebut "*Fruit bromelin*". Kedua enzim ini diperoleh dengan cara ekstraksi nanas

atau batang nanas, dan didalam juice buah nanas terdapat enzim bromelin yang dapat langsung digunakan.

Enzim bromelin adalah glikoprotein yang mempunyai satu bagian oligosakarida per molekul yang menghubungkan dengan ikatan kovalen pada rantai peptida. Menurut Reed (1975) enzim bromelin memecah ikatan peptida pada ikatan arginin-alanin dan alanin -glutamin dan senyawa hasil hidrolisa merupakan komponen yang larut dalam air. Kandungan bromelin paling banyak pada tanaman nanas terutama pada bagian hati (bonggol) buah (tabel 4). Kandungan bromelin pada buah dipengaruhi oleh kematangan. Pada buah yang muda kandungan bromelinnya lebih banyak (Winarno, 1983). Aktivitas protease mula-mula rendah pada tanaman nanas yang baru saja berbunga, tetapi dalam waktu dua minggu aktifitasnya meningkat dan menurun lagi pada masa akhir pemasakan (Dull,1971; Gortner dan Singleton, 1965).

Berdasarkan penelitian Gortner dan singleton (1965), selama akhir pematangan buah terjadi penurunan kandungan protease yang tidak disertai dengan penurunan konsentrasi protein. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa bromelin diubah menjadi protein lain yang mempunyai jalur metabolisme tersendiri, seperti enzim pembentuk cita rasa (flavor) dan komponen-komponen yang mudah menguap.

Tabel 4. Kandungan Bromelin di Dalam Buah Nanas

| Bagian Tanaman | Kandungan Bromelin (%) |
|-------------------|------------------------|
| Buah utuh (masak) | 6,0-8,0 |
| Daging (masak) | 8,0-12,5 |
| Kulit | 5,0-7,5 |
| Tangkai | 4,0-6,0 |
| Bonggol | 10.0-60.0 |

Sumber: Winarno, 1983.

Aktivitas bromelin akan menurun bila buah nanas semakin matang. Hal tersebut berhubungan dengan semakin banyaknya asam yang terbentuk sehingga menurunkan pH buah menjadi 3,0 – 3,5 (Winarno, 1983).

Enzim bromelin mempunyai keaktifan bekerja pada pH antara 6 sampai 8. Dan optimum pada pH 6,5. Pada 60° - 70°C bromelin akan rusak, sedangkan suhu optimum pada 50°C. Enzim bromelin yang tidak diisolasi ternyata mempunyai keaktifan yang masih cukup tinggi serta tidak memberikan rasa pahit pada hidrolisanya (Reed, 1975).

D. Pembuatan Keju Dari Susu Sapi

Pertama kali susu dipanaskan atau di pasteurisasi supaya mikrobia patogen yang berasal dari hewan, lingkungan maupun pekerja dalam keadaan tidak aktif atau mati. Pasteurisasi dapat dilakukan pada suhu rendah waktu lama 62,83 ° C selama 30 menit atau pada suhu tinggi waktu pendek pada 71,67 ° C selama 15 detik (Webb and Johnson, 1965).

Selama proses pembuatan keju selain dibutuhkan enzim juga diperlukan stater untuk membantu dalam pembentukan *curd*. Stater dapat berupa starter alami maupun starter komersial. Stater alami merupakan stater yang terdiri atas bermacam-macam bakteri yang diperlukan untuk pembuatan keju, dibuat pada suhu 30°C selama tiga hari, sedangkan stater komersial menggunakan jenis bakteri tertentu untuk pembuatan keju.

Starter bakteri komersial yang digunakan tergantung pada jenis keju yang dibuat dan kondisi prosesnya. Starter yang banyak digunakan adalah jenis *Streptococcus laktis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus* (Lampert, 1970).

Penambahan garam kalsium klorida dapat membantu penjendalan susu. Besarnya penambahan CaCl_2 menurut "Food and Dry Administration" tidak boleh melebihi 0,02%, selain membantu dalam penjendalan, penambahan CaCl_2 dapat meningkatkan penghilangan "whey", memperjernih "whey", memperbesar penahanan lemak dan zat-zat padat lain, memperbesar hasil produk keju dan menghemat rennin (Webb and Johnson, 1965).

Pemeraman keju merupakan usaha untuk meningkatkan cita rasa keju dan tekstur keju. Komponen utama yang berubah selama pemeraman adalah lemak dan laktosa. Prinsip perubahannya adalah fermentasi laktosa menjadi asam laktat dan sedikit asam asetat, asam propionat dan CO_2 , pemecahan protein dan pemecahan lemak (Lampert, 1970).

Pemeraman biasanya dilakukan pada suhu 2-15°C selama satu sampai tiga bulan (Paderson, 1971). Menurut Eckles *et al.* (1951), pemeraman keju *Cheddar* dilakukan pada suhu 4,4-18,3°C selama satu sampai tiga bulan.

Pemeraman dilakukan dengan membungkus keju dengan parafin, menurut Ramamurti *et al.* (1964), pelapisan parafin dilakukan dengan mencelupkan keju pada parafin cair bersuhu 60-62°C. Apabila dilakukan pada suhu 40-42°C dapat menimbulkan aroma parafin pada keju. Tujuan pelapisan parafin adalah untuk menutup semua bagian permukaan keju, membunuh jamur yang ada di permukaan, mengurangi oksigen (Eckles *et al.*, 1951; Frazier, 1958). Menurut Whitakeer (1959), keju yang dibuat dengan penggumpalan dari tanaman “*Vegetable Rennet*” mempunyai rasa pahit yang intensitasnya menurun selama pemeraman. Cara pembuatan keju dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alir Pembuatan Keju (Hadiwiyoto, 1983)

E. Hipotesis

Pembuatan keju dengan menggunakan enzim papain kasar atau enzim bromelin kasar dan lama pemeraman mempengaruhi kualitas keju.

