

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu

Susu merupakan salah satu jenis bahan pangan yang memiliki kandungan zat gizi yang optimal dan mudah dicerna, sehingga mampu memenuhi kebutuhan manusia. Selain sebagai salah satu sumber protein hewani, susu juga dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme khususnya bakteri. Menurut (Nababan *et al.*, 2014), bakteri akan berpotensi menyebabkan kualitas fisik susu menurun sehingga masa simpannya menjadi pendek, yaitu hanya dapat bertahan selama 4 jam pada suhu ruang. Selain itu, menurut Sanam dkk (2014), terdapat faktor yang mempengaruhi kerusakan susu yaitu pertumbuhan dan aktivitas bakteri, aktivitas enzim, pemanasan atau pendinginan, parasit, serangga, tikus, sinar, udara dan lama penyimpanan. Oleh karena itu, susu dikenal sebagai bahan pangan yang tidak tahan lama dan mudah rusak (*perishable food*), karena tingginya nilai gizi susu yang merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme yang mengkontaminasinya sehingga penanganannya harus tepatsupaya kualitasnya terjaga, tidak cepat berjamur, dan tidak terbuang sia-sia (Setiarto, 2020). Salah satu langkah yang tepat untuk penanganan susu sebagai bahan pangan dengan nilai gizi tinggi untuk memperpanjang umur simpannya adalah dengan mengolah susu tersebut menjadi produk olahan (Mardiani *et al.*, 2013).

Menurut penelitian Nababan *et al.*(2014), menyatakan bahwa susu segar dapat bertahan pada suhu ruang selama empat jam dilihat dari uji pH, uji didih dan waktu reduktase, ditandai dengan munculnya rasa asam dan akan terbentuk gumpalan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka kualitas susu akan semakin menurun. Sehingga kerusakan susu dapat diatasi sementara dengan suhu rendah (50°C) untuk dilakukan pengolahan. Sebelum susu diolah menjadi produk pangan lain, susu harus memiliki mutu dan kualitas yang baik. Syarat mutu susu segar di Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Syarat mutu susu segar (SNI 3141.1:2011)

| Karakteristik | Syarat |
|--|---------------------|
| Berat jenis (pada suhu 27.5°C) minimum (g/ml) | 1.03 |
| Kadar lemak minimum (%) | 3.00 |
| Kadar bahan kering tanpa lemak (%) | 7.80 |
| Kadar protein minimum(%) | 2.80 |
| Warna, rasa, bau, kekentalan | Tidak ada perubahan |
| Derajat asam(°SH) | 6.0-7.5 |
| pH | 6.3-6.8 |
| Uji Alkohol (70%) v/v | Negatif |
| Cemaran mikroba, maksimum: | |
| 1. <i>Total Plate Count</i> (CFU/mL) | 1×10 ⁶ |
| 2. <i>Staphylococcisaereus</i> (CFU/mL) | 1×10 ² |
| 3. <i>Enterobacteriuaceae</i> (CFU/mL) | 1×10 ³ |
| Jumlah sel somatis maksimum (sel/mL) | 4×10 ⁵ |
| Residuantibiotika(golongan Penisilin,Tetraksilin,Aminoglikosida,danMakrolida) | Negatif |
| Uji pemalsuan | Negatif |
| Titik beku(°C) | -0.52 s.d -0.56 |
| Uji peroksidase | Positif |
| Cemaran logam berat, maksimum: | |
| 1. Timbal(µg/mL) | 0.02 |
| 2. Merkuri(µg/mL) | 0.03 |
| 3. Arsen(µg/mL) | 0.10 |

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2011)

2.2 Kandungan Gizi Pada Susu

Susu merupakan salah satu produk pangan sumber protein. Protein pada susu adalah *kasein* dan *whey*. *Kasein* terpecah menjadi $\alpha 1$ -*kasein*, $\alpha 2$ -*kasein*, β -*kasein*, κ -*kasein*, sementara itu *whey* termasuk α -laktalbumin, β -laktoglobulin, *Bovine Serum Albumin* (BSA) dan imunoglobulin (Ig). κ -*kasein* lah yang akan berperan untuk menggumpalkan susu yang diawali dengan tidak stabilnya keadaan misela sehingga timbul membentuk gumpalan (Susanti, R., & Hidayat, 2017). Susu memiliki komposisi yang paling lengkap jika dibandingkan dengan bahan pangan lain, artinya semua komponen yang dibutuhkan tubuh terdapat dalam susu (Navyanti & Adriyani, 2015). Menurut Amen *et al.*, (2020), komposisi utama susu adalah protein, lemak, laktosa, mineral dan air. Kandungan gizi susu segar dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kandungan gizi susu segar

| Kandungan Gizi | Satuan/Jumlah |
|----------------|-----------------------|
| Kalori | 69/100ml |
| Vitamin A | 21IUgram/fat |
| Vitamin B1 | 45µg/100ml |
| Riboflavin | 159µg/100ml |
| Vitamin C | 2mgacidaskorbat/100ml |
| Vitamin D | 0.17IU/gramfat |
| Calcium | 0.08% |
| Besi | 0.06% |
| Phosphor | 0.023% |
| Cholestrol | 15 mg/100 ml |

Sumber : Navyanti & Adriyani (2015)

2.3 Koagulasi

Koagulasimerupakan proses utama pada pembuatan keju yang dapat dicapai dengan menggunakan enzim proteolitik yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti hasil metabolisme mikroba, enzim dari tumbuhan, dan enzim protease (rennin)(Nurgrahadiet *al.*, 2020).Menurut Alihanoglu *et al* (2018), rennet merupakan enzim kompleks pengkoagulasi susu paling banyak digunakan dalam pembuatan keju, yang diperoleh dari abomasum anak sapi dengan komponen utama berupa kimosin.Konsumsi keju semakin meningkat, namun sumber enzim rennet yang terbatas membuat penggunaan koagulan susu alternatif sebagai pengganti(Say & Guzeler, 2016). Koagulasi susu sangat penting karena dapat mempengaruhi kualitas keju yang dihasilkan. Selain itu, mendapatkan pemulihan substansi yang maksimal dari susu sangat penting karena akan semakin besar jumlah keju yang dihasilkan, seiring dengan semakin tingginya persentase padatan yang dipulihkan (Liepa *et al.*, 2017). Koagulasi pada susu dipengaruhi beberapa faktor seperti pH, suhu dan kandungan kalsium. pH yang turun dan suhu yang meningkat akan mempercepat waktu koagulasi. Sedangkan kalsium, berperan dalam menetralkan muatan negatif misel kasein dan juga menjadi jembatan penghubung antar gugus fosfat yang bermuatan negatif. Penambahan kalsium pada proses pembuatan keju memperpendek waktu koagulasi dan meningkatkan ketegaran curd(Salma *et al.*, 2023).

2.4 Keju

Keju merupakan salah satu produk hasil olahan dari susu dengan berbagai manfaat, dari beberapa penelitian diperoleh hasil bahwa mengkonsumsi keju dalam jumlah yang cukup dapat membuat sindrom pre menstruasi berkurang dan bisa memperkuat tulang (Cahyadi, 2018). Keju merupakan salah satu makanan dengan kandungan gizi sangat baik untuk anak-anak dalam masa pertumbuhan karena tingginya kandungan protein dapat digunakan sebagai pengganti daging (Amania *et al.*, 2022). Seperti produk susu pada umumnya keju adalah sumber mineral, protein, vitamin, lemak, dan kaya akan karbohidrat (Hendrayasa, 2013).

Keju didapatkan dari hasil penggumpalan protein pada susu dengan penambahan enzim rennin. Enzim rennin diperoleh dalam bentuk rennet, ketika susu bercampur dengan enzim rennin, maka akan menyebabkan terjadinya penggumpalan karena dispersi koloidal kalsium fosfataseinat telah diganggu dan dirusak oleh enzim rennin (Purwadi, 2019). Padatan (*curd*) dan cairan (*whey*) akan terbentuk karena terjadi penggumpalan pada susu yang terkoagulasi. Keju memiliki komponen protein utama susu yaitu *kasein* dan *whey*. Selain itu, pada keju juga terdapat komponen lain seperti laktosa, lemak, vitamin dan air dengan kadar tertentu (Nadia, 2023).

Keju merupakan produk yang dihasilkan dari pengolahan susu dengan tujuan untuk membuat umur simpannya menjadi lebih lama. Secara umum penyimpanan, kadar air yang terdapat pada susu membuat umur simpannya lebih pendek jika dibandingkan keju, karena air pada susu akan ikut terlarut pada *whey* dalam pembuatan keju sehingga kadar airnya akan berkurang dan dapat membuat umur simpannya menjadi lebih lama dengan memiliki kandungan protein, lemak, kalsium, fosfor, riboflavin dan vitamin dalam bentuk pekat (Chairunnisa *et al.*, 2021). Keju dibagi menjadi beberapa kategori seperti berat, bentuk, ukuran, tempat pembuatan, jenis susu yang digunakan dan lain-lain. Dapat dipastikan bahwa setiap jenis keju memiliki karakteristik yang berbeda dari segi ukuran, aroma, bentuk, rasa, kandungan garam, warna, penampakan, presentase lemak, presentase air, dan sebagainya (Purwadi, 2019).

Pada penelitian ini, jenis keju yang akan dibuat adalah keju krim. Keju krim merupakan keju yang terbuat dari susu yang mengalami proses pemisahan antara

protein susu (*curd*) dengan serumnya (*whey*) kemudian diberi tambahan krim untuk menghasilkan *cream cheese*. Keju krim memiliki tekstur yang lunak dan lembut, memiliki rasa sedikit asam dan juga gurih serta berwarna putih gading seperti tahu sutra (Nisak, 2022). Selain itu keju krim memiliki berbagai kandungan gizi. Kandungan gizi dalam 100 gram keju krim dapat dilihat dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kandungan gizi per 100 gram keju krim

| Kandungan Gizi | Jumlah | Kandungan Gizi | Jumlah |
|-------------------------|------------|----------------------|--------------|
| Abu | 1.27 g | Mangan (mn) | 0.011 mg |
| Air | 52.62 g | Natrium | 314 mg |
| Vitamin B5 | 0.517 mg | Niasin | 0.091 mg |
| α -Karoten | 1 μ g | Protein | 6,15 g |
| β -Karoten | 59 μ g | Retinol | 303 μ g |
| β -Kriptosantin | 2 μ g | Riboflavin | 0.230 mg |
| Besi (Fe) | 0.11 mg | Selenium | 8.6 μ g |
| Energi Makanan | 350 kkal | Seng | 0.50 mg |
| Folat Total | 9 μ g | Serat | - |
| Fosfor | 107 mg | Tembaga | 0.018 mg |
| Gula | 3.76 g | Tiamina | 0.023 mg |
| Kalium | 132 mg | Vitamin A IU | 1.111 IU |
| Kalsium | 97 mg | (International Unit) | |
| Karbohidrat | 5.52 gr | Vitamin A RAE (| 308 μ g |
| Kolesterol | 101.00 mg | Retinol Active, Eg). | |
| Kolina | 27 mg | Vitamin B12 | 0.22 μ g |
| Lemak | 34.44 g | Vitamin B6 | 0.056 mg |
| Lemak Jenuh | 20.213 g | Vitamin C | - |
| Lemak Tak Jenuh Ganda | 1.483 g | Vitamin D (dalam IU) | - |
| Lemak Tak Jenuh Tunggal | 8.907 g | Vitamin D | - |
| Likopen | - | Vitamin E | 0.86 mg |
| Lutein + Zeaxantin | 7 μ g | Vitamin K | 2.1 μ g |
| Magnesium | 9 mg | | |

Sumber :USDA (2013)

2.5 Jenis-Jenis Keju

Keju dapat dibedakan berdasarkan teksturnya yaitu, keju keras, keju semi keras, dan keju lunak. Keju yang diklasifikasikan berdasarkan kandungan air merupakan indikator dari daya simpan dan karakteristik pemeraman keju (Cahyadi, 2018). Berdasarkan proses pematangan dan pemeramannya, keju dibedakan antara yang diproses melalui pemeraman (*ripened cheese*) dan tanpa pemeraman (*unripened cheese*). Keju tanpa pemeraman seperti keju *cottage*, keju

krim, dan *mozzarella*, mempunyai tekstur lunak dan total padatan kurang dari 25% (BPOM, 2016). Karakteristik pemeraman keju dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Karakteristik Pemeraman Keju

| Tipe Keju | Kadar Air (%) | Karakteristik Pemeraman | Nama Keju |
|------------------|----------------------|--|---|
| Sangat Keras | 26 -34 | Diperam dengan bakteri | Keju asiago, parmesan, romano, sapsago, spalen |
| Keras | 35 -45 | a) Diperam dengan bakteri; tekstur tertutup (tanpalubang) b) Diperam dengan bakteri; Tekstur tertutup (dengan lubang) | Keju <i>cheddar</i> , <i>caciocavallo</i> , granular, <i>cheeshire</i> keju swiss, <i>emmentaler</i> , <i>gruyere</i> |
| Agakk eras | 41 -52 | a) Diperam dengan bakteri b) Diperam dengan kapang biru pada bagian dalam | Keju munster, brick, edam, gouda, keju roquefort, gorgonzola, stilton |
| SemiL unak | 45 - 55 | Diperam dengan bakteri permukaan | Keju limburger, portdasalut, dan trappist |
| Lunak | 55 - 80 | a) Diperam dengan kapang permukaan b) Tanpa peram - Berlemak rendah - Berlemak tinggi | Keju camembert, brie, belpaese, cooked hand. Keju cottage, pot bakers, keju krim danneufchatelamerika |

Sumber : (Purwadi, 2019)

2.6 Proses Pembuatan Keju Secara Umum

Pada umumnya enzim rennet yang diperoleh dari hewan masih banyak digunakan pada proses pembuatan keju di Indonesia. Dalam pembuatan keju selain menggunakan enzim rennet, enzim bromelin yang diperoleh dari ekstrak buah nanas (*Ananas comosus*) juga dapat digunakan karena memiliki fungsi yang sama, selain itu juga lebih sederhana dan mudah didapatkan (Thohari, 2017). Penggunaan 2 enzim yaitu enzim bromelin dan enzim rennet dapat memperkecil biaya produksi dalam industri. Meskipun masyarakat umum sudah mengenal dan mengonsumsi produk olahan keju, namun masih belum banyak masyarakat yang mengetahui proses pembuatan keju secara umum. Berbagai kondisi proses

pembuatan keju dapat mempengaruhi karakteristik keju yang dihasilkan (Farkye, 2017).

Salah satu tahapan yang penting dalam pembuatan keju adalah koagulasi. Koagulasi merupakan proses terjadinya penggumpalan protein kasein susu yang akan menghasilkan *curd* dan *whey*. *Curd* yang terbentuk akan dilakukan proses lanjutan menjadi produk akhir berupa keju. Farkye (2017), juga mengatakan bahwa Setiap proses koagulasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Koagulasi menggunakan enzim rennet masih umum digunakan saat ini. Penggunaan asam (*direct acidification*) pada proses koagulasi diketahui lebih lambat, sehingga *curd* akan lebih sulit dipisahkan dengan *whey*. Karenanya *curd* yang dihasilkan dengan menggunakan asam sebagai koagulan akan memiliki kadar air yang tinggi dan umur simpan yang lebih pendek jika dibandingkan *curd* yang dihasilkan dengan menggunakan rennet. Bakteri asam laktat berfungsi untuk memfermentasikan laktosa dalam susu menjadi asam laktat. Asam yang dihasilkan akan menurunkan pH sehingga *kasein* akan menggumpal dan membentuk *curd* (Sturaroet *al.*, 2013).

2.7 Enzim

2.7.1. Enzim Bromelin

Enzim bromelin merupakan salah satu jenis enzim yang memiliki fungsi dapat menghidrolisis ikatan peptida pada protein atau pada polipeptida menjadi molekul yang lebih kecil yaitu asam amino (Purwaningsih, 2017). Sifat enzim bromelin sama dengan enzim proteolitik lainnya seperti enzim rennin (rennet), papain, dan fisin yaitu mampu menghidrolisis protein (Susanti & Fibriana, 2018). Enzim bromelin merupakan enzim yang diperoleh dari buah nanas (*Ananas comosus*) (Nurnaningsih & Laela, 2022).

Nanas merupakan buah yang sudah populer dan banyak dikonsumsi masyarakat dan umumnya digunakan dalam pembuatan jus buah, selai, jelly, *essence*, dan acar (Chaurasiya & Hebbar, 2013). Nanas (*Ananas comosus*) bermanfaat untuk kesehatan karena kaya akan kandungan mineral dan vitamin. Pada nanas terdapat enzim tertentu sehingga memiliki sifat diuretik, anti-kanker,

anti-inflamasi dan baik untuk pencernaan protein (Olua, B. O., & Edide, 2013). Komposisi gizi dalam buah nanas dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Komposisi buah nanas segar

| Bahan | Komposisi |
|-------------|-----------|
| Air | 88.9 g |
| Energi | 40 kal |
| Protein | 0.6 g |
| Lemak | 0.3 g |
| Karbohidrat | 9.9 g |
| Serat | 0.6 g |
| Abu | 0.3 g |

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan (2017)

Dalam skala industri umumnya buah nanas dimanfaatkan dalam pembuatan jus buah, selai, jelly dan lainnya. Selain itu, buah nanas juga dapat dimanfaatkan dengan diambil enzim bromelinnya. Enzim bromelin tidak hanya terdapat pada buah dan batang nanas saja, namun pada kulit, inti, mahkota dan daunnya juga terdapat kandungan bromelin (Gul, O., *et al.*, 2018). Bromelin terdiri dari batang nanas (80%), buah nanas (10%) dan ananain (5%). Namun, juga dapat ditemukan dalam limbah nanas seperti kulit, inti, daun, dan mahkotanya dengan konsentrasi yang lebih rendah (Vicente, *et al.*, 2016). Enzim bromelin umumnya diperoleh dari sari buah nanas (terutama batang) melalui presipitasi dengan pelarut organik (contoh: aseton dan metanol) atau ultrafiltrasi (Campos *et al.*, 2019).

2.7.2. Enzim Rennet

Enzim Rennet merupakan enzim yang diperoleh dari lambung hewan mamalia, umumnya didapatkan dari lambung anak sapi yang tengah menyusui. Enzim rennet mengandung enzim protease yang berfungsi untuk menggumpalkan kasein susu pada proses pembuatan keju (Hutagalung *et al.*, 2017). Enzim *protease* akan memisahkan susu menjadi suatu bentuk padat (*curd*) dan cair (*whey*). Gumpalan pada kondisi asam yang optimum mampu menghasilkan *curd* yang kompak dan kokoh sehingga *curd* dipotong tidak banyak lemak dan kasein yang hilang bersama *whey* (Rohmatussolihat *et al.*, 2015). Selain itu, rennet juga mengandung sejumlah enzim lainnya seperti *pepsin* dan *lipase*. Sementara enzim aktif yang terdapat pada rennet adalah enzim *renin* (Maruddin & Baco, 2023).

2.8 Protein

Protein berasal dari bahasa Yunani yaitu protos yang memiliki arti “paling utama” (Marfira *et al.*, 2018). Protein merupakan salah satu kandungan gizi dari bahan pangan yang dibutuhkan dalam jumlah banyak (makronutrien), berbeda dengan bahan makronutrien lain seperti karbohidrat dan lemak, protein memiliki peran lebih penting dalam pembentukan biomolekul dibandingkan sumber energi (Rismayanthi, 2015).

Protein memiliki fungsi sebagai zat utama dalam pertumbuhan tubuh. Selain itu, protein juga merupakan zat utama dalam pembentukan sel-sel tubuh yang digunakan sebagai sumber energi jika terjadi kekurangan karbohidrat dan lemak dalam tubuh (Anissa & Dewi, 2021). Sumber protein sendiri dikelompokkan menjadi 2 yaitu berasal dari hewani dan nabati. Protein hewani merupakan protein yang berasal dari hewan, seperti daging, ikan, ayam, telur, susu, kerang dan lain-lain. Sedangkan protein nabati merupakan protein yang diperoleh dari buah dan tumbuhan, seperti kacang merah, buah alpukat, jagung, jamur, tahu dan tempe (Azhar, 2016).

2.9 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (Nurlaela, 2017). Kadar air dalam bahan pangan sangat penting untuk diketahui karena kadar air sangat mempengaruhi kualitas dan daya simpan suatu bahan tersebut. Menurut Aventi (2015), mengatakan bahwa kadar air yang terkandung dalam bahan pangan salah satu hal yang dapat menentukan kesegaran serta daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan bakteri, kapang dan khamir mudah berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan.

2.10 pH

pH adalah ukuran keasaman untuk asam atau basa suatu larutan yang berasal dari konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. pH atau keasaman digunakan untuk menunjukkan keasaman atau kebasaan suatu zat, larutan, atau benda (Wati & Sholihah, 2021). Dalam pengawetan bahan pangan, pH merupakan salah satu indikator penting. Hal ini disebabkan pH berkaitan dengan ketahanan hidup

mikroba. Dengan semakin rendahnya pH, maka bahan pangan dapat lebih awet karena mikroba pembusuk tidak dapat hidup (Hidayat *et al.*, 2013). pH akan menurun selama penyimpanan dan akan meningkat pada penyimpanan bulan ke-3. Hal ini disebabkan karena terjadi penguraian glukosa menjadi asam (Nursari, 2016). Pengujian nilai pH dilakukan menggunakan pH meter, dengan mencelupkan pH meter kedalam larutan/sampel.

2.11 Derajat Warna

Warna merupakan identitas pada produk pangan yang bisa terlihat secara langsung dan dapat mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen dalam menerima produk tersebut (Pangastuti *et al.*, 2012). Pengujian derajat warna dilakukan dengan menggunakan alat Colorimeter PCE. Colorimeter PCE sendiri memiliki cara kerja dengan menempelkan bagian sensor pada sampel, selanjutnya tekan tombol analisis yang berada pada bagian belakang Colorimeter PCE. Hasil yang diperoleh dari analisis berupa nilai L*, a*, dan b* (Putri *et al.*, 2020).

2.12 Daya Oles

Daya oles salah satu parameter pengujian pada keju krim yang dilakukan untuk mengetahui tekstur dari keju krim ketika akan dioleskan pada roti atau produk lain. Kualitas keju krim yang baik adalah ketika keju krim memiliki daya oles yang baik, tidak terlalu encer, namun juga tidak terlalu keras atau menggumpal ketika dioleskan (Yulistiani *et al.*, 2013). Kualitas daya oles keju krim dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan seperti pengental atau bahan tambahan makanan lainnya yang ditambahkan, sehingga dapat mempengaruhi *spreadability* atau daya oles pada keju krim yang dihasilkan (Astuti *et al.*, 2016).