

TEKNOLOGI DAN KARAKTERISTIK KEJU LUNAK

PRODUKSI, MUTU, DAN INOVASI



Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, M.Si. CIRR
Rera Aga Salihat, S.Si., M.Si
Eddwina Aidila Fitria, STP., M.Si

TEKNOLOGI DAN KARAKTERISTIK KEJU LUNAK: PRODUKSI, MUTU, DAN INOVASI

**Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, M.Si. CIRR
Rera Aga Salihat, S.Si., M.Si
Eddwina Aidila Fitria, STP., M.Si**



CV HEI PUBLISHING INDONESIA

TEKNOLOGI DAN KARAKTERISTIK KEJU LUNAK: PRODUKSI, MUTU, DAN INOVASI

Penulis :

Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, M.Si. CIRR
Rera Aga Salihat, S.Si., M.Si
Eddwina Aidila Fitria, STP., M.Si

ISBN : 978-634-7310-33-0

Editor : Ir. Eddy Jajang Jaya Atmaja, M. M., MBA, P. hD (Cand)

Penyunting : Reno Risal, S.P, M.P

Desain Sampul dan Tata Letak : Namira Umami Khalsum. YB., S.Psi

Penerbit : CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Anggota IKAPI No. 034/SBA/2023

Redaksi :

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji
Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.HeiPublishing.id
Email : heipublishing.id@gmail.com

Cetakan pertama, Agustus 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, maka Penulisan Buku dengan judul Teknologi dan Karakteristik Keju Lunak: Produksi, Mutu, dan Inovasi. Buku ini disusun sebagai referensi ilmiah dan praktis yang membahas secara komprehensif tentang berbagai aspek dalam produksi keju lunak, mulai dari konsep dasar hingga implementasi inovasi dalam pengembangan produk dan usaha.

Keju lunak merupakan salah satu produk olahan susu yang memiliki potensi besar dalam industri pangan, baik dari sisi nilai gizi maupun ekonomi. Oleh karena itu, pemahaman terhadap teknologi produksinya, karakteristik fisik-kimia, mikrobiologi, serta potensi inovasi menjadi sangat penting, terutama bagi mahasiswa, peneliti, pelaku industri, dan pihak-pihak yang berkecimpung dalam dunia pangan dan agrobisnis.

Buku ini masih memiliki banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah untuk dipahami dan diaplikasikan.

Padang, 31 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Definisi Keju Lunak.....	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan Keju Lunak.....	5
1.3 Konsumsi dan Popularitas Keju Lunak di Dunia dan Indonesia	13
1.4 Tujuan dan Manfaat Buku	19
BAB 2 KLASIFIKASI DAN JENIS KEJU LUNAK	21
2.1 Klasifikasi Berdasarkan Kandungan Air dan Tekstur	21
2.2 Jenis-Jenis Keju Lunak Populer.....	25
2.2.1 Brie	26
2.2.2 <i>Camembert</i>	27
2.2.3 Feta	28
2.2.4 Cottage Cheese	29
2.2.5 Cream Cheese	32
2.2.6 Mozzarella Segar.....	33
2.3 Keju Lunak Tradisional Lokal di Berbagai Negara	35
BAB 3 BAHAN BAKU DAN MIKROORGANISME PENTING.....	41
3.1 Susu (Sapi, Kambing, Domba) sebagai Bahan Baku	42
3.2 Enzim (Rennet) dan Agen Koagulasi Nabati.....	46
3.3 Mikroorganisme Starter (<i>Lactococcus</i> , <i>Penicillium</i> , dll.)	50
3.4 Peran Garam, Air, dan Bahan Tambahan	55
BAB 4 PROSES PRODUKSI KEJU LUNAK.....	59
4.1 Proses Pasteurisasi dan Standarisasi Susu	59

4.2 Inokulasi Kultur Starter.....	63
4.3 Koagulasi dan Pematangan Curd	66
4.4 Pengolahan Curd (Pencetakan, Pengasinan, Pengerinan)	69
4.5 Pematangan (<i>Aging</i>) dan Penyimpanan	73
BAB 5 KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN	
SENSORIK	77
5.1 Kadar Air dan Lemak.....	77
5.2 Tekstur dan Elastisitas	81
5.3 Aroma dan Rasa	84
5.4 Warna dan Penampakan	86
5.5 Evaluasi Sensorik Keju Lunak	90
BAB 6 KEAMANAN DAN MUTU KEJU LUNAK	93
6.1 Standar Mutu dan Persyaratan SNI/Internasional	93
6.2 Bahaya Mikrobiologis (<i>Listeria</i> , <i>Salmonella</i> , dll.)..	98
6.3 Higiene dan Sanitasi Selama Proses Produksi	102
6.4 Pengemasan dan Penyimpanan Aman	106
BAB 7 INOVASI PRODUK DAN PENGEMBANGAN	
USAHA	111
7.1 Varian Rasa dan Bentuk Keju Lunak.....	111
7.2 Fortifikasi Gizi (Vitamin, Probiotik, dll.).....	115
7.3 Teknologi Fermentasi Modern dan Skala Industri.....	118
7.4 Usaha Mikro dan Rumah Tangga Keju Lunak.....	122
7.5 Strategi Pemasaran dan Branding Produk Lokal .	125
BAB 8 STUDI KASUS DAN PRAKTIKUM	131
8.1 Studi Kasus Produksi Keju Lunak di Skala UMKM	131
8.2 Praktikum Produksi Keju Lunak: Langkah demi Langkah.....	135
8.3 Evaluasi Kualitas Produk Hasil Praktikum.....	138
8.4 Rancangan Proposal Usaha Keju Lunak.....	141

LAMPIRAN	150
DAFTAR PUSTAKA	160
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Keju Brie.....	26
Gambar 2.2. Keju Camembert.....	27
Gambar 2.3. Keju Feta.....	28
Gambar 2.4. Cottage Cheese.....	29
Gambar 2.5. Cottage Cheese dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Wuluh	31
Gambar 2.6. Cream Cheese.....	33
Gambar 2.7. Fresh Mozzarella.....	34

BAB 1

PENDAHULUAN

Keju lunak merupakan salah satu kategori produk olahan susu yang memiliki karakteristik unik berupa tekstur lembut, kadar air tinggi, serta cita rasa yang khas dan bervariasi. Produk ini telah menjadi bagian integral dalam kuliner global, baik sebagai bahan utama maupun pelengkap hidangan. Keunikan keju lunak terletak pada metode produksinya yang melibatkan proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme tertentu, serta perlakuan minimal terhadap curd, yang menjadikannya berbeda dari keju keras dalam hal kelembapan, umur simpan, dan nilai sensori. Dalam konteks teknologi pangan modern, keju lunak tidak hanya dihargai dari segi rasa, tetapi juga dari aspek nilai gizi dan potensi fungsionalnya sebagai makanan fermentasi.

1.1 Definisi Keju Lunak

Keju lunak merupakan produk olahan susu yang ditandai oleh tekstur lembut, kadar air tinggi, serta proses pematangan yang minimal atau bahkan tidak melalui pematangan sama sekali. Dalam kajian ilmiah, keju lunak dikategorikan berdasarkan kelembapan yang melebihi 50% dari total bobotnya. Ciri khas ini yang membedakan keju lunak dari kelompok keju lainnya seperti keju keras dan semi-keras yang memiliki kadar air lebih rendah dan umur penyimpanan yang lebih lama.

Karakteristik utama dari keju lunak terletak pada konsistensinya yang halus, elastis, dan mudah dioles atau dicampurkan dalam bahan makanan lain. Hal ini

menjadikannya sangat populer sebagai bahan pelengkap makanan, terutama karena kemudahan pengolahan serta kemampuannya berpadu dengan berbagai cita rasa.

Tekstur yang lunak dari keju lunak dipengaruhi secara langsung oleh kandungan air yang tinggi dalam produk. Kelembapan tinggi menghasilkan produk yang lembut, creamy, dan memiliki mouthfeel yang lebih ringan dibandingkan keju dengan tekstur yang keras. Kelembapan tersebut juga menyebabkan keju lunak lebih mudah terdegradasi dan membutuhkan penanganan khusus dalam hal penyimpanan.

Kadar air menjadi indikator teknis utama dalam mengelompokkan keju lunak. Codex Alimentarius dan SNI mengkategorikan keju berdasarkan tingkat kelembapan, dan keju lunak diklasifikasikan dalam kelompok keju dengan kadar air lebih dari 50%. Klasifikasi ini berfungsi sebagai dasar penetapan standar mutu dan keamanan pangan yang berlaku secara internasional dan nasional.

Perbedaan mencolok lain antara keju lunak dan keju keras adalah proses pembuatannya. Keju lunak umumnya diproduksi melalui koagulasi susu dengan enzim rennet atau fermentasi asam laktat tanpa melibatkan tahapan pematangan jangka panjang. Akibatnya, rasa yang dihasilkan cenderung ringan dan aroma yang muncul masih berkisar pada profil segar dan asam khas fermentasi susu.

Fermentasi dalam keju lunak dilakukan dengan bantuan kultur mikroba spesifik yang berperan dalam pengasaman dan pembentukan struktur gel susu. Beberapa jenis keju lunak seperti brie dan camembert bahkan melibatkan jamur permukaan seperti *Penicillium camemberti* yang membentuk lapisan kulit dan mempengaruhi tekstur serta aroma bagian

dalam keju. Proses ini menciptakan keju lunak yang disebut *surface-ripened cheese*.

Dalam konteks pematangan, keju lunak dapat diklasifikasikan sebagai keju segar (*fresh cheese*) atau keju semi-matang (*soft ripened cheese*). Keju segar seperti cream cheese, mascarpone, dan ricotta tidak melalui pematangan sama sekali dan memiliki umur simpan yang sangat pendek. Sebaliknya, keju seperti camembert atau brie mengalami pematangan singkat yang mengubah komposisi kimiawi serta tekstur bagian dalam keju secara bertahap.

Jenis keju lunak sangat bervariasi tergantung pada daerah asal, bahan baku, dan metode produksi. Keju feta dari wilayah Mediterania, misalnya, memiliki karakteristik asin dan lebih padat dibandingkan keju lunak dari Prancis seperti brie. Cream cheese yang populer di Amerika Utara digunakan secara luas dalam industri makanan, sementara ricotta dari Italia memiliki tekstur berbutir dan digunakan dalam berbagai hidangan tradisional.

Dalam sistem klasifikasi keju yang berlaku internasional, keju lunak dimasukkan dalam kelompok keju berdasarkan kelembapan, lemak susu, dan metode koagulasi. Codex Alimentarius, yang menjadi acuan standar pangan global, memberikan parameter kadar air dan lemak untuk membedakan keju lunak dari kelompok lain. Di Indonesia, Standar Nasional Indonesia (SNI) juga mengatur kategori keju berdasarkan parameter serupa.

Komposisi bahan baku sangat mempengaruhi hasil akhir dari keju lunak. Susu sapi merupakan bahan utama yang paling umum digunakan, namun beberapa produsen juga menggunakan susu kambing atau domba untuk menciptakan variasi rasa dan tekstur. Kandungan lemak dalam susu juga turut menentukan kelembutan dan kekayaan rasa keju,

dengan susu penuh lemak menghasilkan keju yang lebih creamy dan lembut.

Keju lunak memiliki karakteristik rasa yang umumnya ringan, sedikit asam, dan terkadang gurih tergantung pada jenis dan proses pembuatannya. Aroma yang dihasilkan bisa netral seperti pada ricotta, atau kuat dan kompleks seperti pada camembert yang mengalami pematangan dengan jamur. Profil sensorik keju lunak dipengaruhi oleh jenis kultur mikroba, proses fermentasi, serta lama penyimpanan.

Karena kadar airnya yang tinggi dan rendahnya tingkat pengawetan alami, keju lunak sangat sensitif terhadap kontaminasi mikroba. Umur simpan produk ini cenderung singkat dan memerlukan penyimpanan dalam suhu rendah untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk. Dalam sistem industri, pengemasan keju lunak sering menggunakan teknologi vakum atau atmosfer termodifikasi untuk memperpanjang masa simpannya.

Kehadiran keju lunak dalam kuliner sangat dominan, terutama sebagai bahan pelengkap dalam makanan penutup, saus, salad, dan olesan. Keju jenis ini mudah menyatu dengan bahan lain dan memberikan kelembutan serta kekayaan rasa pada makanan. Kemampuan fungsionalnya sebagai pengikat tekstur dan penyumbang cita rasa menjadikannya bahan penting dalam formulasi makanan modern.

Dari sudut pandang industri pangan, keju lunak memiliki nilai strategis karena permintaannya yang tinggi, proses produksinya yang relatif singkat, serta potensi variasinya yang luas. Keju lunak juga menjadi objek utama dalam pengembangan produk inovatif seperti keju rendah lemak, bebas laktosa, dan keju berbasis nabati yang menyesuaikan dengan gaya hidup konsumen masa kini.

Dengan mempertimbangkan berbagai karakteristiknya, keju lunak dapat dipandang sebagai kelompok produk yang kompleks dan dinamis. Definisi keju lunak tidak hanya terbatas pada tekstur atau kelembapan, tetapi juga mencakup aspek proses, komposisi, dan aplikasi. Pemahaman mendalam tentang keju lunak sangat penting untuk pengembangan teknologi, jaminan mutu, serta inovasi produk dalam industri pangan.

1.2 Sejarah dan Perkembangan Keju Lunak

Keju lunak merupakan salah satu kategori keju yang memiliki karakteristik fisik dan kimiawi yang khas, terutama dalam hal tekstur yang lembut, kadar air yang tinggi, serta cita rasa yang kompleks dan berkembang. Tekstur lembut pada keju lunak berasal dari proses pematangan yang singkat atau bahkan tanpa pematangan, serta dominasi aktivitas mikroorganisme permukaan yang memecah protein dan lemak secara parsial. Ciri khas lainnya adalah kulit luar (rind) yang lembut dan dapat dimakan, yang terbentuk secara alami dari pertumbuhan mikroba. Keju jenis ini telah menjadi bagian penting dalam khazanah kuliner global, terutama di wilayah Eropa seperti Perancis dan Italia, yang dikenal sebagai pusat inovasi dan konsumsi keju lunak. Dalam perkembangannya, keju lunak tidak hanya dilihat sebagai produk tradisional, tetapi telah mengalami inovasi dari sisi teknologi produksi, diversifikasi varian, serta perluasan pasar internasional. Keju lunak kini menjadi salah satu produk unggulan yang menggabungkan nilai budaya, ekonomi, dan gizi dalam satu entitas pangan yang berdaya saing.

Jejak sejarah pembuatan keju dapat ditelusuri kembali hingga sekitar 8.000 tahun yang lalu, pada masa transisi manusia dari gaya hidup nomaden ke kehidupan menetap

dengan sistem pertanian dan peternakan. Proses domestikasi hewan ruminansia seperti domba dan kambing membuka jalan bagi pemanfaatan susu sebagai sumber gizi utama. Bukti arkeologis, seperti temuan residu lemak susu dalam pecahan tembikar dari wilayah Anatolia dan Mesopotamia, menunjukkan bahwa masyarakat kuno telah mengembangkan teknik pengolahan susu menjadi produk olahan seperti keju. Di Mesir Kuno, lukisan dinding pada makam dari Dinasti Pertama juga menggambarkan proses pembuatan dan penyimpanan keju. Meskipun jenis keju yang dihasilkan saat itu belum terdokumentasi secara rinci, namun proses dasar seperti pemisahan dadih dan whey, serta teknik pengeringan dan penyimpanan, diyakini telah dikenal. Hal ini menunjukkan bahwa produksi keju, termasuk kemungkinan awal kemunculan keju lunak, merupakan hasil akumulasi pengetahuan praktis dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan.

Pada awalnya, pembuatan keju dilakukan secara alami melalui proses fermentasi spontan yang terjadi akibat interaksi antara susu mentah, suhu lingkungan, serta mikroorganisme yang secara alami hadir dalam alat-alat dan wadah penyimpanan. Dalam konteks ini, fermentasi tidak dirancang secara sistematis, melainkan terjadi sebagai hasil dari praktik percobaan yang diwariskan antargenerasi. Mikroorganisme seperti bakteri asam laktat dan kapang permukaan secara tidak sengaja menciptakan kondisi yang memungkinkan pengentalan susu menjadi massa padat atau dadih, yang kemudian dipisahkan dari whey. Proses ini menjadi dasar terbentuknya berbagai bentuk keju, dan dalam kondisi lingkungan tertentu, misalnya dengan kelembapan tinggi dan suhu yang relatif stabil, muncul karakteristik yang menyerupai keju lunak modern. Dengan kata lain, keju lunak merupakan

hasil evolusi alami dari praktik fermentasi tradisional yang kemudian dimurnikan seiring perkembangan ilmu pengetahuan.

Wilayah Eropa, khususnya Perancis, Italia, dan Belanda, memainkan peranan sentral dalam sejarah perkembangan keju, baik dari sisi teknik produksi maupun warisan budayanya. Keju lunak seperti *Brie de Meaux* dari Perancis, *Camembert de Normandie*, dan *Robiola* dari Italia merupakan contoh produk yang tidak hanya memiliki nilai gastronomi tinggi, tetapi juga mencerminkan integrasi antara budaya lokal, pengetahuan tradisional, dan kondisi geografis. Keju-keju ini awalnya dibuat dalam skala rumah tangga atau komunitas kecil, dan disempurnakan secara turun-temurun berdasarkan pengalaman empiris dalam pengendalian suhu, waktu fermentasi, dan teknik pematangan. Pada abad pertengahan, biara-biara Eropa juga menjadi pusat produksi keju lunak yang kemudian menyebar ke pasar domestik dan antarnegara. Tradisi ini menjadi fondasi terbentuknya sistem klasifikasi keju Eropa, yang kemudian diakui secara hukum melalui skema perlindungan geografis seperti Appellation d'origine contrôlée (AOC) dan Protected Designation of Origin (PDO).

Faktor geografi dan iklim memberikan kontribusi besar dalam pembentukan karakteristik khas keju lunak di berbagai daerah. Wilayah dengan kelembapan tinggi, suhu udara sedang, dan sirkulasi udara terbatas menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme spesifik seperti *Penicillium*, *Geotrichum*, dan *Brevibacterium*, yang semuanya berperan dalam proses pematangan keju lunak. Akibatnya, daerah-daerah seperti Lembah Loire di Perancis, Lembah Po di Italia, dan sebagian wilayah Swiss menghasilkan keju-keju lunak dengan ciri aroma dan rasa yang kompleks. Selain itu,

keberadaan flora lokal dan metode pemberian pakan ternak juga mempengaruhi komposisi susu, yang kemudian berdampak pada kualitas dan tekstur keju. Oleh karena itu, keju lunak tidak hanya merupakan produk hasil fermentasi, tetapi juga ekspresi dari interaksi antara manusia dan lingkungannya.

Bioteknologi tradisional memainkan peran fundamental dalam pembuatan keju lunak, khususnya dalam mengembangkan cita rasa, tekstur, dan kestabilan mikrobiologis produk akhir. Mikroorganisme seperti *Penicillium camemberti* dan *Geotrichum candidum* digunakan untuk menciptakan kulit luar (rind) yang berwarna putih atau krem, lembut, dan berkontribusi terhadap pematangan enzimatis dari luar ke dalam. Penggunaan kultur starter yang dipilih secara selektif membantu mengatur kecepatan fermentasi, meningkatkan keamanan produk, serta menghasilkan profil rasa yang konsisten. Teknik ini secara perlahan berkembang menjadi dasar bagi fermentasi modern, yang kini didukung oleh penelitian mikrobiologi pangan, isolasi strain unggul, serta teknologi fermentasi terkontrol. Dengan demikian, praktik tradisional dalam pembuatan keju lunak menjadi jembatan antara warisan budaya dan inovasi ilmiah.

Dalam konteks budaya kuliner, keju lunak memiliki posisi yang unik karena tidak hanya dikonsumsi sebagai makanan fungsional, tetapi juga sebagai simbol status sosial, identitas lokal, dan keterampilan produksi tradisional. Di banyak negara Eropa, keju lunak hadir dalam berbagai acara adat, pesta, dan festival makanan yang merayakan hasil pertanian lokal. Konsumsi keju lunak sering dikaitkan dengan gaya hidup elegan dan kepekaan terhadap kualitas rasa. Beberapa komunitas bahkan mengembangkan keju lunak

sebagai produk wisata kuliner, lengkap dengan tur peternakan dan workshop produksi. Penghargaan terhadap keju lunak tidak hanya berasal dari nilai gizinya, tetapi juga dari narasi sejarah dan lokalitas yang menyertainya. Hal ini menjadikan keju lunak bukan hanya produk makanan, tetapi juga warisan budaya yang dilestarikan dan dipromosikan lintas generasi.

Revolusi industri pada abad ke-18 dan 19 menandai titik balik penting dalam produksi keju lunak. Modernisasi peralatan produksi seperti penggunaan panci stainless steel, alat pasteurisasi, dan ruang fermentasi dengan kontrol suhu memungkinkan skala produksi yang jauh lebih besar dan efisien. Selain itu, penerapan prinsip sanitasi dan pengendalian kontaminasi mikroba meningkatkan standar keamanan pangan, memperpanjang umur simpan, serta memperluas pasar distribusi. Dengan adanya sistem distribusi dingin, keju lunak yang sebelumnya hanya dapat dinikmati dalam radius geografis terbatas kini dapat diangkut ke wilayah yang lebih luas. Transformasi ini menjadikan keju lunak tidak hanya sebagai produk artisan, tetapi juga sebagai komoditas industri yang menjangkau berbagai segmen pasar.

Memasuki abad ke-20, berbagai negara penghasil keju mulai menerapkan standar dan regulasi ketat terhadap produksi keju lunak. Regulasi tersebut mencakup aspek keamanan pangan, sanitasi, penggunaan bahan tambahan, hingga pelabelan dan identitas geografis produk. Di Eropa, skema perlindungan seperti *Appellation d'origine contrôlée* (AOC) di Prancis dan *Protected Designation of Origin* (PDO) di Uni Eropa berfungsi untuk menjaga keaslian keju lunak yang berasal dari wilayah tertentu, serta menjamin bahwa proses produksinya sesuai dengan metode tradisional yang telah diwariskan secara turun-temurun. Standarisasi ini juga bertujuan untuk melindungi produsen kecil dari praktik

pemalsuan oleh industri besar yang memproduksi keju serupa di luar wilayah aslinya. Dengan demikian, standar dan regulasi bukan hanya alat pengawasan mutu, tetapi juga instrumen penting dalam menjaga keberlanjutan dan warisan budaya keju lunak.

Perdagangan global yang semakin terbuka telah mendorong penyebaran keju lunak ke berbagai belahan dunia. Keju lunak yang sebelumnya terbatas konsumsinya di kawasan Eropa kini telah dikenal dan dinikmati oleh masyarakat di Asia, Amerika, Australia, hingga Afrika. Negara-negara seperti Jepang, Korea Selatan, Amerika Serikat, dan Brasil mulai mengembangkan pasar domestik untuk produk keju lunak, baik melalui impor maupun produksi lokal dengan adaptasi rasa dan tekstur sesuai preferensi konsumen setempat. Penyebaran ini juga didukung oleh pertumbuhan industri pariwisata, gaya hidup global, serta pengaruh media massa dan internet yang memperkenalkan berbagai jenis keju kepada khalayak luas. Dalam konteks ini, keju lunak tidak hanya berfungsi sebagai produk makanan, tetapi juga sebagai simbol keterbukaan terhadap budaya pangan internasional.

Industri makanan modern turut memanfaatkan fleksibilitas keju lunak dalam berbagai bentuk olahan, baik sebagai bahan utama maupun pelengkap. Inovasi produk seperti saus keju lunak siap pakai, camilan berbasis keju lunak, keju oles, hingga produk makanan fungsional dengan tambahan probiotik menunjukkan bagaimana keju lunak diadaptasi untuk memenuhi gaya hidup konsumen modern yang menginginkan produk praktis namun tetap bergizi. Permintaan pasar yang tinggi terhadap produk makanan cepat saji yang sehat juga turut mendorong inovasi ini. Dalam industri hotel dan restoran (HORECA), keju lunak sering menjadi elemen utama dalam hidangan pembuka, hidangan

penutup, dan hidangan utama yang bernuansa Eropa, yang sekaligus memperkaya pengalaman gastronomi konsumen.

Kemajuan teknologi pangan telah memberikan landasan penting dalam meningkatkan efisiensi dan konsistensi mutu keju lunak. Inovasi seperti fermentasi terkendali, pemantauan digital terhadap suhu dan pH, serta penggunaan enzim rekombinan memungkinkan produksi keju lunak yang lebih stabil, higienis, dan sesuai standar mutu internasional. Penggunaan kultur starter yang dikembangkan secara genetis juga membantu dalam menciptakan profil rasa dan aroma yang konsisten antar batch, tanpa mengorbankan karakteristik sensoris tradisional. Teknologi ini juga memungkinkan diversifikasi produk, seperti penciptaan keju lunak rendah lemak, keju lunak vegetarian (non-rennet), dan keju lunak bebas laktosa, yang menjawab kebutuhan pasar khusus dan meningkatkan aksesibilitas bagi kelompok konsumen tertentu.

Perubahan pola konsumsi global yang mengarah pada pangan lokal, alami, dan berkelanjutan turut membentuk arah baru dalam produksi keju lunak. Konsumen masa kini tidak hanya memperhatikan rasa dan harga, tetapi juga asal-usul bahan baku, dampak lingkungan dari proses produksi, serta praktik kesejahteraan hewan. Dalam hal ini, keju lunak yang diproduksi dari susu organik, melalui metode tradisional yang ramah lingkungan, dan dengan jejak karbon minimal menjadi semakin diminati. Produsen keju lunak premium mulai mengadopsi prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan, sistem peternakan integratif, serta transparansi rantai pasok sebagai nilai jual produk. Fenomena ini memperkuat posisi keju lunak sebagai pangan yang bukan hanya lezat, tetapi juga etis dan berkelanjutan.

Keju lunak juga memiliki potensi besar dalam pengembangan produk pangan fungsional dan kesehatan. Beberapa jenis keju lunak mengandung mikroorganisme probiotik yang mampu meningkatkan kesehatan pencernaan dan daya tahan tubuh. Selain itu, kandungan nutrisi penting seperti protein, kalsium, fosfor, dan vitamin B kompleks menjadikan keju lunak sebagai sumber gizi yang baik, terutama untuk kelompok usia produktif dan lansia. Di sisi lain, formulasi keju lunak rendah garam dan rendah lemak kini mulai dikembangkan untuk menjawab tantangan penyakit degeneratif seperti hipertensi dan obesitas. Dengan memadukan pendekatan teknologi dan nutrisi, keju lunak dapat dioptimalkan sebagai bagian dari diet sehat berbasis produk susu fermentasi.

Melihat berbagai aspek perkembangan tersebut, keju lunak diprediksi akan terus berkembang sebagai komoditas pangan strategis yang menjanjikan, baik dalam skala domestik maupun global. Pendekatan multidisiplin yang melibatkan teknologi pangan, mikrobiologi, bioteknologi, ekonomi kreatif, dan rekayasa rantai pasok akan memainkan peran penting dalam mengoptimalkan potensi industri keju lunak. Di masa depan, keju lunak tidak lagi diposisikan semata sebagai produk tradisional dari Eropa, tetapi akan menjadi simbol inovasi pangan global yang mampu menyesuaikan diri dengan dinamika pasar dan kebutuhan konsumen yang semakin kompleks. Dengan demikian, investasi dalam riset, teknologi, dan edukasi konsumen menjadi kunci dalam menjadikan keju lunak sebagai salah satu pilar penting dalam sistem pangan berkelanjutan dan bernilai tambah tinggi.

1.3 Konsumsi dan Popularitas Keju Lunak di Dunia dan Indonesia

Dalam dua dekade terakhir, konsumsi keju lunak menunjukkan peningkatan signifikan di berbagai belahan dunia. Fenomena ini tidak lepas dari perubahan pola konsumsi masyarakat global yang kian terbuka terhadap ragam produk pangan lintas budaya. Salah satu faktor pendorong utama adalah pencarian konsumen akan sumber protein alternatif yang tidak hanya bergizi tinggi, tetapi juga memiliki daya tarik sensori seperti tekstur lembut dan cita rasa kompleks. Keju lunak, dengan karakteristik fermentatif dan profil rasa yang bervariasi, menawarkan pengalaman kuliner yang unik. Selain itu, meningkatnya paparan terhadap gaya hidup Barat melalui media dan pariwisata turut mengubah preferensi pangan di berbagai negara, menjadikan keju lunak sebagai salah satu produk susu yang semakin digemari lintas generasi.

Negara-negara di Eropa Barat, seperti Prancis, Italia, dan Jerman, masih memimpin dalam hal konsumsi per kapita keju lunak. Prancis, sebagai negara yang memiliki reputasi tinggi dalam dunia keju, telah menjadikan produk keju lunak seperti Brie dan Camembert sebagai bagian integral dari identitas kuliner nasional. Tradisi konsumsi keju di negara ini mencakup berbagai momen makan, dari sarapan hingga makan malam, dan bahkan menjadi hidangan wajib dalam menu degustasi di restoran kelas dunia. Demikian pula di Italia dan Jerman, konsumsi keju tidak hanya terbatas pada produk olahan industri, tetapi juga mencerminkan keberagaman lokal yang mengakar dalam warisan budaya dan sistem pertanian regional. Kebiasaan konsumsi yang mapan ini menjadikan kawasan Eropa Barat sebagai acuan pasar keju dunia.

Konsumsi keju lunak di Amerika Serikat juga menunjukkan peningkatan pesat dalam dua dekade terakhir. Pertumbuhan ini sejalan dengan meningkatnya apresiasi terhadap produk makanan gourmet, organik, dan artisan. Data dari U.S. Dairy Export Council mencatat bahwa keju lunak seperti cream cheese, ricotta, dan brie termasuk dalam lima jenis keju dengan pertumbuhan konsumsi tercepat. Hal ini didorong oleh peningkatan jumlah restoran dengan konsep farm-to-table, minat masyarakat terhadap produk lokal berkualitas, serta kemajuan teknologi penyimpanan dingin yang memungkinkan distribusi keju artisan lintas negara bagian. Di samping itu, pengaruh budaya imigran dari Eropa turut memperkuat posisi keju lunak sebagai bagian dari warisan kuliner Amerika.

Faktor gaya hidup modern turut memainkan peran penting dalam mendorong konsumsi keju lunak, khususnya di kalangan masyarakat urban dan profesional muda. Keju lunak dinilai sebagai bahan makanan yang praktis, mudah dipadukan dalam berbagai menu, serta memberikan nilai tambah pada pengalaman makan. Produk ini banyak digunakan dalam makanan cepat saji bernutrisi, seperti salad, sandwich, pizza, pasta, dan bahkan dessert berbasis keju. Nilai estetika yang dimiliki keju lunak, baik dari segi tampilan maupun kemasan, juga menjadikannya populer di kalangan konsumen yang aktif di media sosial. Kecenderungan untuk memilih makanan yang "instagrammable" dan bernilai kuliner tinggi membuat keju lunak semakin diterima sebagai bagian dari gaya hidup kontemporer.

Popularitas keju lunak juga meningkat karena kesesuaiannya dengan tren makanan sehat dan alami. Beberapa jenis keju lunak hasil fermentasi alami mengandung mikroorganisme hidup yang berfungsi sebagai probiotik,

seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Keberadaan probiotik ini diyakini mampu meningkatkan kesehatan saluran pencernaan, memperkuat sistem imun, dan menjaga keseimbangan mikrobiota usus. Selain itu, keju lunak biasanya memiliki kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan keju keras, sehingga lebih diterima oleh konsumen yang sadar gizi. Label "organik", "non-GMO", dan "free from preservatives" yang mulai diterapkan pada produk keju lunak juga menjadi daya tarik tersendiri bagi konsumen yang peduli akan kesehatan dan keberlanjutan.

Distribusi keju lunak secara global semakin dimudahkan oleh berkembangnya jaringan ritel modern dan kemajuan dalam logistik rantai dingin. Supermarket besar, toko makanan khusus, dan platform e-commerce kini secara aktif menawarkan beragam jenis keju lunak, baik yang diimpor dari Eropa maupun diproduksi secara lokal. Teknologi pengemasan seperti vacuum-sealing dan modified atmosphere packaging (MAP) memungkinkan produk keju lunak mempertahankan kesegaran dan kualitasnya dalam proses distribusi lintas wilayah. Kehadiran sistem logistik berpendingin yang efisien juga memungkinkan penyediaan keju lunak hingga ke daerah terpencil, membuka akses bagi konsumen yang sebelumnya tidak terjangkau oleh produk ini. Peran distributor, importir, dan agregator digital turut menggerakkan rantai nilai ini dalam skala global.

Berbagai merek keju lunak ternama seperti Président dari Prancis, Castello dari Denmark, dan Boursin dari Belgia, telah menjadi simbol kualitas dan eksklusivitas di pasar global. Produk-produk ini sering kali hadir dalam kampanye pemasaran dengan narasi tentang warisan, keaslian, dan keterampilan tradisional. Di sisi lain, pasar juga menyambut kehadiran keju artisan dari produsen kecil yang menekankan

kualitas rasa dan proses alami. Merek-merek lokal ini mampu bersaing dalam segmen premium dengan mengedepankan identitas lokal dan keterlibatan komunitas dalam proses produksinya. Segmentasi pasar yang mencakup keju industri dan artisan menciptakan dinamika kompetitif sekaligus memperkaya pilihan bagi konsumen.

Di Indonesia, konsumsi keju secara umum masih tergolong rendah dibandingkan negara-negara penghasil susu lainnya. Namun demikian, tren positif mulai terlihat, terutama dalam dua dekade terakhir, seiring dengan meningkatnya urbanisasi, perubahan gaya hidup, dan penetrasi makanan Barat melalui restoran, hotel, dan industri katering. Keju lunak mulai dikenal dan digunakan sebagai pelengkap berbagai menu populer seperti roti lapis, pasta, lasagna, hingga martabak keju. Produk ini pun mendapat tempat dalam menu kafe dan restoran modern yang menyasar konsumen muda dan kelas menengah urban, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Bali. Paparan terhadap kuliner internasional membuat keju lunak semakin akrab di lidah konsumen Indonesia.

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Asosiasi Industri Pengolahan Susu, serta berbagai laporan pasar menunjukkan bahwa permintaan keju di Indonesia mengalami peningkatan tahunan sebesar 10–15%. Produk keju lunak menyumbang sebagian dari pertumbuhan ini, meskipun belum dominan jika dibandingkan dengan keju olahan. Konsumsi tertinggi tercatat di sektor hotel, restoran, dan katering (HORECA), namun permintaan ritel rumah tangga juga menunjukkan tren meningkat. Perusahaan distribusi besar kini mulai mengalokasikan lebih banyak tempat pendingin untuk menyimpan keju lunak di supermarket, yang menandakan

adanya peningkatan permintaan dari segmen konsumen langsung. Data ini mencerminkan peluang pasar yang luas sekaligus tantangan logistik dan edukasi konsumen.

Kendati demikian, konsumsi keju lunak di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan. Di antaranya adalah harga produk impor yang relatif tinggi karena biaya logistik dan bea masuk, keterbatasan produksi lokal dalam skala besar, serta rendahnya literasi masyarakat terhadap keju sebagai bagian dari pola makan harian. Selain itu, preferensi rasa masyarakat Indonesia yang cenderung tidak terbiasa dengan produk susu fermentasi juga menjadi hambatan tersendiri. Banyak konsumen menganggap aroma khas keju lunak sebagai terlalu menyengat atau asing. Oleh karena itu, perlu adanya strategi edukasi konsumen melalui promosi rasa, manfaat gizi, serta cara konsumsi yang sesuai dengan budaya lokal.

Upaya promosi keju lunak di Indonesia banyak dilakukan melalui media sosial, kuliner digital, dan acara memasak di televisi. Munculnya food influencer dan chef selebritas yang memperkenalkan keju lunak dalam konten kreatif turut mendorong minat generasi muda terhadap produk ini. Tren membuat "charcuterie board", "baked brie", dan camilan sehat dengan keju lunak juga memperluas persepsi konsumen tentang keju sebagai bagian dari gaya hidup modern dan sosial. Kolaborasi antara pelaku industri, restoran, dan platform e-commerce memperkuat daya jangkauan promosi dan mempercepat adopsi keju lunak di kalangan masyarakat urban.

Selain itu, munculnya produsen lokal keju lunak di berbagai daerah Indonesia seperti Lembang (Jawa Barat), Malang (Jawa Timur), dan Bali memberikan alternatif produk yang lebih sesuai dengan selera lokal. Produsen ini

mengembangkan keju dengan bahan baku susu sapi atau kambing lokal, serta menyesuaikan teknik fermentasi agar menghasilkan rasa yang lebih ringan dan diterima oleh konsumen Indonesia. Beberapa bahkan mengadopsi teknik aging modern dengan pendekatan artisan yang menitikberatkan pada kualitas dan keberlanjutan. Keberadaan produsen lokal ini juga membantu menurunkan ketergantungan terhadap produk impor dan mendorong pertumbuhan ekonomi daerah.

Inovasi dalam industri keju lunak lokal juga mencakup penggunaan bahan baku unik seperti susu kambing perah tropis, serta kreasi varian rasa dengan sentuhan khas Nusantara. Misalnya, keju lunak dengan daun jeruk purut, rempah-rempah seperti kayu manis dan kapulaga, hingga campuran sambal ringan untuk konsumen yang menyukai cita rasa pedas. Inovasi ini tidak hanya memperluas pasar domestik, tetapi juga membuka peluang ekspor ke pasar diaspora dan pencinta kuliner eksotis. Dukungan terhadap inovasi ini berasal dari sektor riset, pendidikan tinggi, dan pelaku UMKM yang semakin sadar akan potensi nilai tambah produk pangan lokal berbasis teknologi.

Melihat tren konsumsi dan produksi keju lunak yang terus meningkat, produk ini mulai diposisikan tidak hanya sebagai bahan makanan, tetapi juga sebagai pangan fungsional dan simbol gaya hidup sehat. Kandungan gizi seperti protein, kalsium, dan probiotik menjadikan keju lunak relevan dengan kebutuhan konsumen masa kini. Selain itu, pendekatan yang ramah lingkungan dalam produksi keju, seperti penggunaan susu organik dan praktik peternakan berkelanjutan, menjadikan produk ini sesuai dengan pasar yang mengutamakan etika dan keberlanjutan. Keju lunak

dengan klaim bebas pengawet, rendah garam, dan kaya kultur hidup juga mulai mendapatkan tempat di pasar kesehatan.

Dengan meningkatnya kesadaran konsumen terhadap kualitas pangan, pembangunan infrastruktur logistik dingin yang semakin merata, serta adanya sinergi antara pelaku industri, akademisi, dan pemerintah, prospek pasar keju lunak di Indonesia sangat menjanjikan. Peningkatan kapasitas produksi, edukasi konsumen, serta dukungan regulasi yang mendukung industri susu lokal dapat mempercepat pertumbuhan sektor ini. Kawasan Asia Tenggara, yang sedang mengalami urbanisasi pesat dan pertumbuhan kelas menengah, menjadi pasar strategis berikutnya untuk ekspansi keju lunak. Dalam konteks ini, Indonesia memiliki peluang besar untuk menjadi salah satu pusat produksi dan konsumsi keju lunak di kawasan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Buku

Buku *Teknologi dan Karakteristik Keju Lunak: Produksi, Mutu, dan Inovasi* disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai aspek teknis dan ilmiah dari keju lunak. Buku ini menggabungkan berbagai perspektif, mulai dari sejarah dan karakteristik sensoris, proses produksi, hingga aspek mutu dan peluang inovasi, dengan pendekatan interdisipliner yang relevan bagi berbagai kalangan pembaca.

Salah satu tujuan utama penyusunan buku ini adalah untuk memperkaya khazanah literatur berbahasa Indonesia yang membahas keju lunak secara terpadu dan sistematis. Mengingat masih terbatasnya sumber rujukan lokal mengenai topik ini, kehadiran buku ini diharapkan dapat menjembatani kebutuhan informasi teknis di tingkat akademik dan industri.

Secara khusus, buku ini ditujukan untuk menjadi referensi ilmiah dan teknis bagi mahasiswa, dosen, peneliti, dan pelaku industri pangan yang tertarik mengembangkan keahlian atau riset dalam bidang teknologi susu dan fermentasi. Penjabaran materi disusun dengan mengacu pada standar akademik namun tetap aplikatif, sehingga dapat digunakan dalam konteks pembelajaran maupun praktik industri.

Bagi pelaku usaha, khususnya UMKM dan peternak susu yang ingin mengembangkan produk keju lunak, buku ini menyediakan panduan praktis dalam memahami proses produksi, pengendalian mutu, serta strategi inovasi produk yang dapat diterapkan secara bertahap sesuai dengan kapasitas sumber daya yang dimiliki.

Selain itu, buku ini juga mendorong pemanfaatan bahan baku lokal dan teknologi tepat guna sebagai basis inovasi produksi keju lunak di Indonesia. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan kemandirian pangan nasional, sekaligus memberikan peluang nilai tambah ekonomi dari produk susu lokal yang selama ini belum optimal.

Akhirnya, manfaat jangka panjang dari buku ini adalah mendorong tumbuhnya minat riset, inovasi produk, dan sinergi lintas bidang dalam pengembangan keju lunak sebagai pangan fungsional. Dengan memadukan aspek mutu, gizi, dan potensi pasar, buku ini dapat menjadi landasan awal dalam membangun ekosistem keju lunak yang berdaya saing tinggi baik di pasar nasional maupun internasional.

BAB 2

KLASIFIKASI DAN JENIS KEJU LUNAK

Bab ini menyajikan pembahasan mengenai klasifikasi dan keragaman jenis keju lunak yang berkembang di berbagai belahan dunia. Klasifikasi keju lunak umumnya didasarkan pada kadar air dan tekstur, yang menentukan sifat fisik, sensori, serta perlakuan penyimpanan dan konsumsinya. Selain membahas aspek teknis tersebut, bab ini juga menggambarkan berbagai jenis keju lunak populer yang telah menjadi bagian dari tradisi kuliner global, seperti Brie, Camembert, Feta, Cottage Cheese, Cream Cheese, dan Mozzarella segar. Lebih lanjut, keju-keju tradisional lokal dari berbagai negara juga diperkenalkan untuk menunjukkan betapa luas dan beragamnya teknik produksi keju lunak yang diwariskan secara budaya dan dikembangkan melalui inovasi pangan lokal.

2.1 Klasifikasi Berdasarkan Kandungan Air dan Tekstur

Keju lunak merupakan hasil olahan susu yang memiliki karakteristik fisik dan kimiawi yang berbeda dibandingkan dengan jenis keju lainnya. Salah satu pendekatan paling mendasar dalam mengklasifikasikan keju lunak adalah berdasarkan kandungan air (moisture content) dan teksturnya. Kandungan air dalam keju berperan besar dalam menentukan tingkat kelembutan, umur simpan, serta karakteristik sensori seperti kekenyalan, kelembutan, dan daya sebar. Umumnya,

keju lunak mengandung kadar air lebih dari 50%, bahkan dapat mencapai 60–70% tergantung pada metode produksi dan jenisnya.

Berdasarkan kandungan air, keju lunak dikategorikan sebagai keju dengan kadar kelembaban tinggi, yang berarti tekstur fisiknya sangat lembut, bahkan terkadang mendekati krim. Kondisi ini menjadikan keju lunak memiliki umur simpan yang lebih pendek dibandingkan keju keras atau semi-keras karena kadar air yang tinggi mendukung aktivitas mikroba dan reaksi biokimia yang lebih cepat. Oleh karena itu, pengolahan dan penyimpanan keju lunak membutuhkan kontrol suhu dan sanitasi yang ketat untuk mencegah kerusakan atau kontaminasi.

Tekstur keju lunak sangat dipengaruhi oleh struktur matriks protein dan distribusi lemak di dalamnya. Kelembutan tekstur diperoleh dari koagulasi yang lebih ringan, biasanya dengan menggunakan asam (acid-coagulated cheese) atau koagulasi enzimatis dengan dosis rennet yang rendah. Hal ini memungkinkan kasein membentuk jaringan yang renggang dan tidak terlalu padat, sehingga air tetap terperangkap di dalam massa keju. Beberapa keju lunak bahkan tidak mengalami proses pematatan total, seperti pada keju krim, yang memberikan konsistensi seperti pasta atau olesan.

Dari segi tekstur, keju lunak dapat dibagi menjadi beberapa sub-kategori, yaitu keju oles (*spreadable*), keju lunak segar (*fresh soft cheese*), dan keju lunak matang (*ripened soft cheese*). Keju oles seperti cream cheese memiliki tekstur sangat halus dan homogen, cocok digunakan sebagai isian kue atau bahan dasar saus. Keju lunak segar seperti fromage blanc dan quark umumnya dikonsumsi dalam waktu singkat setelah produksi dan tidak melalui proses pematangan. Sementara itu, keju lunak matang seperti Brie dan Camembert

mengalami pematangan dengan bantuan mikroorganisme di permukaan yang mengubah tekstur menjadi lebih creamy dari luar ke dalam.

Selain kandungan air, rasio antara kandungan lemak dan protein juga turut memengaruhi tekstur keju lunak. Keju dengan kadar lemak tinggi cenderung memiliki sensasi mulut (*mouthfeel*) yang lebih lembut dan lumer. Pada beberapa jenis keju lunak premium, proses pemilihan susu dengan kandungan lemak tertentu sangat diperhatikan demi menghasilkan tekstur akhir yang sesuai dengan standar mutu. Di sisi lain, keju rendah lemak akan menghasilkan tekstur yang lebih kering dan kasar, meskipun tetap tergolong dalam klasifikasi lunak.

Keju lunak yang difermentasi dengan kultur permukaan atau jamur tertentu juga memiliki tekstur khas yang berkembang selama masa pematangan. *Penicillium camemberti*, misalnya, membentuk lapisan kulit tipis (*rind*) berwarna putih yang melembutkan bagian dalam keju secara bertahap. Proses proteolisis dan lipolisis yang terjadi akibat enzim mikroba menghasilkan perubahan tekstur dari yang semula padat menjadi semi-cair, yang dikenal dengan istilah *soft-ripening*. Perubahan ini bersifat sentripetal, yaitu dimulai dari permukaan ke arah inti keju.

Beberapa keju lunak lainnya menggunakan teknik koagulasi asam atau campuran asam dan enzim, menghasilkan tekstur yang lebih remah (*crumbly*) atau granulasi lembut. Ricotta dan Paneer adalah contoh keju yang tidak menggunakan kultur starter tetapi mengalami penggumpalan protein secara alami karena pengaruh pH. Keju-keju ini diklasifikasikan sebagai keju lunak non-fermentasi yang lebih stabil terhadap perubahan mikrobiologis, namun memiliki umur simpan lebih pendek

karena tidak mengandung pengawet alami dari hasil fermentasi.

Dalam konteks industri, klasifikasi berdasarkan kandungan air dan tekstur sangat penting untuk penentuan proses pasca-produksi seperti pengemasan, penyimpanan, dan distribusi. Keju lunak dengan kandungan air sangat tinggi membutuhkan kemasan kedap udara dan suhu penyimpanan yang rendah untuk menjaga stabilitas produk. Selain itu, distribusi keju lunak memerlukan rantai dingin (cold chain) yang efektif agar produk tidak mengalami kerusakan sebelum mencapai konsumen akhir.

Perbedaan tekstur juga berimplikasi pada penggunaan keju lunak dalam aplikasi kuliner. Keju oles digunakan dalam hidangan penutup dan makanan penutup beku, sementara keju lunak matang lebih sering digunakan dalam penyajian dengan roti, anggur, atau sebagai bagian dari sajian antipasto. Tekstur memengaruhi cara pemotongan, penyajian, hingga pencampuran ke dalam masakan lain. Oleh karena itu, pemahaman tekstur menjadi landasan dalam inovasi produk baru yang mengintegrasikan keju lunak dengan bahan pangan lainnya.

Klasifikasi berdasarkan tekstur juga berguna dalam komunikasi mutu dengan konsumen. Label produk keju lunak biasanya mencantumkan informasi mengenai tingkat kelembutan, metode pematangan, dan saran penyajian. Konsumen yang terbiasa dengan produk tertentu, seperti keju oles dengan rasa ringan, akan memiliki ekspektasi yang berbeda dibandingkan dengan konsumen keju lunak matang yang memiliki aroma kuat dan tekstur meleleh.

Secara keseluruhan, klasifikasi keju lunak berdasarkan kandungan air dan tekstur merupakan pendekatan sistematis yang tidak hanya memudahkan pengelompokan jenis-jenis

keju, tetapi juga relevan secara praktis dalam proses produksi, penyimpanan, distribusi, serta pemasarannya. Pengetahuan mendalam mengenai hubungan antara kadar air dan tekstur ini menjadi dasar dalam formulasi produk baru, pemilihan bahan baku, hingga desain sistem produksi yang efisien dan berkelanjutan.

Dengan berkembangnya teknologi pangan, klasifikasi keju lunak berbasis tekstur juga semakin presisi. Teknologi seperti reologi digital, mikroskopi struktural, dan pengukuran spektrum inframerah kini digunakan untuk mengkarakterisasi struktur mikro dan distribusi air dalam keju lunak. Hal ini memungkinkan produsen untuk mengontrol konsistensi produk secara lebih akurat dan mempertahankan mutu dalam skala industri yang besar.

2.2 Jenis-Jenis Keju Lunak Populer

Dalam klasifikasi keju lunak, terdapat sejumlah jenis yang telah memperoleh popularitas global baik karena karakteristik sensori, metode produksinya, maupun aplikasinya dalam kuliner. Beberapa di antaranya bahkan menjadi ikon dari tradisi keju di negara asalnya dan memiliki denominasi asal yang dilindungi secara hukum. Keju-keju seperti Brie, Camembert, Feta, Cottage Cheese, Cream Cheese, dan Mozzarella segar merupakan contoh keju lunak yang tidak hanya dikonsumsi secara luas, tetapi juga memainkan peran penting dalam industri keju dan kuliner internasional. Masing-masing memiliki keunikan dalam hal bahan baku, proses pembuatan, kandungan nutrisi, dan aplikasi makanan, menjadikannya subjek penting dalam studi teknologi pangan.

2.2.1 Brie

Brie merupakan salah satu jenis keju lunak paling ikonik dari Prancis, yang berasal dari wilayah Île-de-France. Keju ini memiliki ciri khas berupa kulit luar berwarna putih yang terbentuk dari *Penicillium candidum*, serta bagian dalam yang creamy dan berwarna kuning pucat. Teksturnya yang lembut dan meleleh di mulut menjadikan Brie sangat digemari oleh pencinta keju di seluruh dunia. Proses pematangan Brie biasanya berlangsung selama 4–6 minggu dalam kondisi suhu dan kelembapan yang terkontrol untuk menghasilkan karakter rasa yang kompleks dan aroma yang khas.



Gambar 2.1. Keju Brie

Brie memiliki profil rasa yang halus namun sedikit earthy, dengan aftertaste yang creamy dan sedikit asin. Keju ini umumnya dibuat dari susu sapi, meskipun varian yang lebih tradisional menggunakan susu mentah. Karena kandungan airnya yang tinggi dan teksturnya yang lunak, Brie diklasifikasikan sebagai keju lunak berkulit alami. Dalam dunia kuliner, Brie sering digunakan dalam hidangan pembuka seperti *Brie en Croûte*, yaitu Brie yang dibungkus dengan puff pastry dan dipanggang, menghasilkan kombinasi tekstur

renyah di luar dan leleh di dalam, serta sering dipadukan dengan selai buah atau kacang untuk menyeimbangkan rasa.

2.2.2 Camembert

Camembert berasal dari wilayah Normandia, Prancis, dan sering kali dibandingkan dengan Brie karena kemiripan dalam teknik produksi dan karakteristik sensori. Namun, Camembert biasanya dikemas dalam ukuran lebih kecil, memiliki rasa yang lebih tajam, dan proses pematangannya lebih cepat. Kulit putihnya yang terbentuk dari *Penicillium camemberti* menjadi pelindung alami yang juga memberikan aroma khas. Bagian dalam Camembert berwarna kuning pucat, creamy, dan kadang-kadang lebih cair dari Brie saat sudah matang sepenuhnya.



Gambar 2.2. Keju Camembert

Tekstur dan rasa Camembert membuatnya cocok untuk dikonsumsi secara langsung maupun dipanggang. Salah satu kuliner khas dari keju ini adalah *Baked Camembert*, yaitu Camembert utuh yang dipanggang dalam oven hingga bagian dalamnya mencair. Penambahan bahan seperti bawang putih, rosemary, dan madu sering dilakukan untuk menambah kedalaman rasa. Hidangan ini biasanya disajikan dengan roti

kering atau biskuit, menjadikannya salah satu hidangan pembuka yang populer dalam tradisi kuliner Eropa.

2.2.3 Feta

Feta merupakan keju lunak tradisional Yunani yang terkenal dengan tekstur crumbly (mudah hancur) dan rasa asin yang khas. Feta umumnya dibuat dari campuran susu domba dan susu kambing, lalu diawetkan dalam larutan air garam (brine) selama beberapa minggu hingga beberapa bulan. Proses perendaman ini tidak hanya berfungsi sebagai pengawet alami, tetapi juga memperkuat rasa dan meningkatkan daya simpan. Tekstur feta lebih padat dibanding keju lunak lainnya, namun tetap lunak jika dibandingkan dengan keju keras seperti cheddar atau parmesan.



Gambar 2.3. Keju Feta

Karena karakteristiknya yang asin dan tajam, feta sering digunakan dalam berbagai hidangan Mediterania. Salah satu contoh paling populer adalah *Greek Salad (Horiatiki)*, yang menggabungkan feta dengan tomat, mentimun, zaitun hitam, dan bawang merah. Feta juga digunakan dalam hidangan seperti spanakopita (pastry isi bayam dan keju), serta sebagai topping pada roti pita, pizza, atau pasta. Kandungan

nutrisinya yang kaya protein dan kalsium turut menambah nilai gizi dari berbagai sajian tersebut.

2.2.4 Cottage Cheese

Cottage cheese atau dadih merupakan keju lunak segar yang tidak mengalami proses pematangan dan memiliki kadar air sangat tinggi. Keju ini terbuat dari dadih susu sapi yang dikentalkan dengan enzim atau asam, lalu dipotong dan dikeringkan sebagian. Teksturnya khas, berupa butiran putih lembut yang terpisah dan sedikit berair. Rasanya ringan, sedikit asam, dan sangat fleksibel dalam penggunaan kuliner maupun diet rendah kalori.



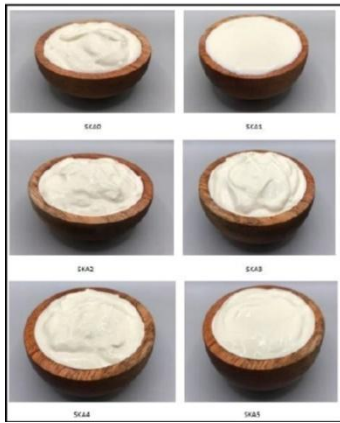
Gambar 2.4. Cottage Cheese

Di berbagai budaya, cottage cheese digunakan sebagai sumber protein sehat dalam pola makan harian. Salah satu kuliner khas berbasis cottage cheese adalah *Syrniki*, yaitu pancake dari Rusia dan Ukraina yang dibuat dengan mencampurkan cottage cheese, tepung, telur, dan sedikit gula. Pancake ini digoreng hingga keemasan dan disajikan dengan madu atau selai sebagai sarapan bernutrisi. Di negara-negara Barat, cottage cheese juga lazim digunakan dalam

salad, isian omelet, atau dikonsumsi langsung bersama buah segar.

Sebagai inovasi dalam pembuatan *cottage cheese*, penelitian berjudul *The Effect of Addition of Wuluh Starfruit (Averrhoa bilimbi L.) Juice as a Coagulant in Cottage Cheese from Cow's Milk* oleh Rera Aga Salihat, I. Ketut Budaraga, Daimon Syukri, Nika Rahma Yanti, dan Eddwina Aidila Fitria menunjukkan bahwa sari buah belimbing wuluh dapat digunakan sebagai koagulan alami pengganti enzim atau asam sintetik. Penambahan jus belimbing wuluh terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap rendemen, kadar air, kadar protein, pH, dan mutu sensoris keju. Inovasi ini membuka peluang pemanfaatan bahan nabati lokal dalam produksi keju lunak yang lebih alami dan ramah lingkungan.

Penelitian lain berjudul *Acidification effects of starfruit (Averrhoa bilimbi L.) on soy milk-based cottage cheese: A physicochemical and organoleptic assessment* oleh I Ketut Budaraga, Rera Aga Salihat, dan Eddwina Aidila Fitria, serta studi mereka sebelumnya *The study of the utilization of wuluh starfruit (Averrhoa bilimbi L.) in cottage cheese from goat milk prepared with acidification method based on physicochemical properties and organoleptic evaluation*, turut memperkuat potensi belimbing wuluh sebagai agen pengasam alami yang efektif.



Gambar 2.5. Cottage Cheese dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Wuluh

Ketiga studi ini secara konsisten menunjukkan bahwa penggunaan sari belimbing wuluh dapat meningkatkan kualitas fisikokimia dan karakteristik sensoris keju lunak berbasis susu sapi, kambing, maupun kedelai. Inovasi ini juga telah mendapatkan pengakuan dalam bentuk paten sederhana, yaitu No. Paten: S00202213154 untuk *Keju Cottage dari Susu Sapi dengan Penambahan Belimbing Wuluh* dan No. Permohonan Paten: S00202309391 untuk *Formulasi Edible Film dengan Penambahan Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*.



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. H.R. Rasuna Said Kav 8-9, Kuningan, Jakarta Selatan, 12910
Call Center : 152
Website: <http://www.dgip.go.id>, surel: halodjki@dgip.go.id

Nomor : HKI-3-KI.05.01.08-DS-S00202213154
Lampiran : 1 (satu halaman)
Hal : Pemberitahuan dapat diberi Paten Sederhana

13 September 2023

Yth. LPPM Universitas Ekasakti
Jalan Veteran Dalam No. 26 B Padang,
25115, Kota Padang

Dengan ini diberitahukan, bahwa sesuai dengan hasil pemeriksaan substantif terlampir, permohonan paten sederhana berikut ini dinyatakan dapat diberi Paten Sederhana:

Nomor Permohonan : S00202213154
Tanggal Penerimaan : 21 November 2022
Pemohon : LPPM Universitas Ekasakti
Judul Invenisi : KEJU COTTAGE DARI SUSU SAPI DENGAN PENAMBAHAN BELIMBING WULUH

Selanjutnya, Pasal 126 ayat (1) dan Pasal 128 ayat (1) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten mengatur bahwa pembayaran biaya tahunan untuk pertama kali wajib dilakukan paling lambat 6 (enam) bulan terhitung sejak tanggal sertifikat Paten diterbitkan (tanggal pemberian Paten), dan apabila dalam jangka waktu dimaksud belum dibayarkan, maka Paten Sederhana dinyatakan dihapus. Informasi atas biaya tahunan dilampirkan bersama dengan Sertifikat dan Dokumen Paten Sederhana.

Atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.



00-2023-180263

Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit
Terpadu, dan Rahasia Dagang



Drs. YASMON, M.L.S.
NIP. 196805201994031002

Tembusan:

1. Yth. Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual (sebagai Laporan)
2. Drs. Ahmad Muniri
NIP. 196205261991031001

2.2.5 Cream Cheese

Cream cheese merupakan keju lunak segar dengan tekstur halus, rasa ringan, dan kadar lemak tinggi. Keju ini dibuat dari campuran susu dan krim yang dipasteurisasi, lalu dikentalkan dengan enzim. Cream cheese tidak mengalami proses pematangan sehingga memiliki masa simpan pendek, tetapi sangat serbaguna dalam kuliner manis maupun gurih. Warna putih lembut dan konsistensinya yang bisa dioles menjadikannya sangat populer di kalangan konsumen modern.



Gambar 2.6. Cream Cheese

Contoh kuliner paling ikonik berbasis cream cheese adalah *New York Cheesecake*, yaitu kue keju panggang dengan tekstur padat dan rasa creamy yang khas. Cream cheese juga digunakan sebagai isian roti lapis (bagel), bahan saus pasta, isian sushi, atau frosting kue. Di industri makanan, cream cheese menjadi bahan baku penting untuk produk siap saji dan makanan olahan bertekstur lembut dan mewah.

2.2.6 Mozzarella Segar

Mozzarella segar, berbeda dengan versi rendah kelembapan yang sering digunakan untuk pizza, adalah keju lunak Italia yang dibuat dari susu kerbau atau susu sapi. Keju ini tidak mengalami pematangan, disimpan dalam air garam atau whey untuk menjaga kesegarannya, dan memiliki tekstur elastis namun lembut saat digigit. Mozzarella segar memiliki rasa ringan, creamy, dan sedikit manis, menjadikannya cocok untuk hidangan segar.



Gambar 2.7. Fresh Mozzarella

Salah satu hidangan paling terkenal yang menggunakan mozzarella segar adalah *Caprese Salad*, yaitu salad khas Italia yang terdiri dari irisan tomat segar, mozzarella, daun basil, minyak zaitun, dan garam. Kombinasi warna dan rasa dalam salad ini mencerminkan filosofi masakan Italia yang sederhana namun berkualitas tinggi. Mozzarella juga digunakan dalam lasagna, panini, dan berbagai hidangan oven-baked yang membutuhkan keju dengan kemampuan meleleh baik.

Setiap jenis keju lunak populer ini memiliki profil mikrobiologis dan kimiawi yang unik, yang menjadi dasar dalam pengembangan teknologi produksi, penyimpanan, dan keamanan pangan. Misalnya, penggunaan starter culture spesifik pada cream cheese dan cottage cheese bertujuan untuk mengontrol keasaman dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Sementara itu, pada keju matang seperti Brie dan Camembert, jenis jamur dan lingkungan pematangan sangat menentukan hasil akhir dan menjadi indikator mutu.

Selain aspek teknis, popularitas keju lunak ini juga didukung oleh daya tarik kulinernya yang luas. Keju-keju ini dapat dipadukan dengan berbagai bahan makanan, buah, roti, sayuran, hingga daging olahan, menjadikannya bahan utama dalam berbagai inovasi produk makanan. Dalam tren gastronomi kontemporer, kombinasi keju lunak dengan cita rasa lokal dan teknik modern menghasilkan produk baru yang tetap mempertahankan akar tradisionalnya namun relevan dengan selera konsumen masa kini.

Pemahaman terhadap karakteristik masing-masing keju lunak populer ini menjadi penting tidak hanya bagi produsen, tetapi juga bagi konsumen dan praktisi kuliner. Aspek rasa, tekstur, aroma, dan kandungan gizi menjadi pertimbangan utama dalam memilih jenis keju untuk konsumsi pribadi, komersial, atau sebagai bahan baku industri makanan. Oleh karena itu, penyusunan standar mutu dan regulasi keamanan pangan untuk keju-keju ini menjadi agenda penting dalam sistem produksi pangan global.

Secara keseluruhan, keberagaman jenis keju lunak mencerminkan kompleksitas dan kekayaan tradisi pengolahan susu di berbagai belahan dunia. Dari teknik fermentasi sederhana hingga proses pematangan kompleks, keju-keju ini mencerminkan perpaduan antara ilmu pangan, seni kuliner, dan warisan budaya yang terus berkembang. Inilah yang menjadikan studi mengenai jenis-jenis keju lunak populer tidak hanya penting dalam ranah akademik, tetapi juga dalam praktik industri dan konsumsi harian masyarakat global.

2.3 Keju Lunak Tradisional Lokal di Berbagai Negara

Keju lunak tradisional merupakan warisan kuliner yang berkembang dari praktik peternakan dan fermentasi lokal di

berbagai belahan dunia. Setiap wilayah dengan tradisi produksi susu memiliki ciri khas keju lunaknya masing-masing, yang mencerminkan kondisi iklim, jenis ternak, dan teknik pengolahan lokal. Produk-produk ini tidak hanya menjadi elemen penting dalam konsumsi pangan sehari-hari, tetapi juga menjadi simbol identitas budaya dan gastronomi. Salah satu contohnya adalah Queso Fresco dari Meksiko, keju lunak segar yang dibuat dari susu sapi atau campuran susu kambing, memiliki tekstur remah dan rasa segar. Queso Fresco biasa digunakan dalam tacos, enchiladas, dan salad.

Di Timur Tengah, terdapat keju lunak legendaris bernama Labneh, yang sebenarnya adalah yogurt kental yang dikeringkan hingga menyerupai keju. Labneh memiliki rasa asam segar dan tekstur halus, biasa disajikan dengan minyak zaitun dan za'atar sebagai olesan roti pipih (flatbread). Keju ini merupakan bagian integral dari sarapan Levantine dan sering digunakan dalam mezze atau hidangan pembuka khas Arab. Labneh juga menjadi bahan dasar dalam saus dingin untuk daging panggang atau sayuran kukus.

Di India, keju lunak tradisional dikenal sebagai Paneer, keju segar tanpa garam yang dibuat dengan menggumpalkan susu menggunakan asam (seperti cuka atau air jeruk lemon). Paneer tidak meleleh saat dimasak, menjadikannya cocok untuk masakan berkuah atau panggang. Contoh kuliner ikonik dengan paneer adalah Palak Paneer (paneer dalam saus bayam) dan Paneer Tikka (paneer panggang bumbu tandoori). Paneer memainkan peran penting dalam kuliner vegetarian India.

Di kawasan Balkan dan Yunani, keju Telemea sangat populer, terutama di Rumania. Telemea memiliki tekstur lunak dan rasa asin, mirip dengan feta, namun lebih lembut dan creamy. Keju ini biasa digunakan dalam hidangan seperti

placinta cu branza (pai keju khas Rumania) atau sebagai isian roti pipih dan pastry gurih. Telemea juga kerap dikonsumsi sebagai lauk sarapan bersama tomat dan mentimun.

Di Italia bagian selatan, terdapat keju Stracchino, keju lunak segar yang lembut dan mudah meleleh. Stracchino dibuat dari susu sapi dan memiliki rasa susu yang manis dan sedikit asam. Keju ini lazim digunakan dalam hidangan khas Liguria seperti Focaccia di Recco, yakni roti tipis yang diisi keju stracchino dan dipanggang hingga renyah. Keju ini juga cocok sebagai olesan atau isi panini.

Di Afrika Utara, khususnya Maroko dan Tunisia, dikenal keju tradisional bernama Jben. Jben biasanya dibuat dari susu kambing atau sapi dan memiliki tekstur halus serta rasa ringan. Jben lazim disajikan saat sarapan atau digunakan sebagai isian roti lapis bersama madu atau minyak zaitun. Kadang-kadang keju ini difermentasi untuk menghasilkan rasa lebih kuat dan kompleks, menyerupai keju lunak fermentasi dari Eropa.

Di Perancis selain Brie dan Camembert, terdapat Fromage Blanc, keju lunak segar dengan tekstur mirip yogurt kental namun lebih creamy. Fromage blanc sering disajikan sebagai hidangan penutup dengan buah-buahan segar dan madu, atau sebagai saus pendamping hidangan gurih. Produk ini mencerminkan preferensi kuliner Prancis terhadap makanan berbasis susu dengan rasa alami dan tekstur lembut.

Di kawasan Kaukasus seperti Georgia dan Armenia, terdapat keju lunak bernama Matsoni Cheese, hasil fermentasi susu menggunakan kultur bakteri asam laktat lokal. Keju ini memiliki konsistensi kental dan rasa asam lembut, sering digunakan dalam hidangan seperti khachapuri (roti isi keju) dan berbagai makanan panggang lainnya. Produk ini juga

dikonsumsi secara langsung sebagai makanan fungsional karena kandungan probiotiknya.

Di Turki, keju lunak yang terkenal adalah Lor Peyniri, keju whey yang memiliki tekstur lembut dan rasa ringan. Lor peyniri digunakan dalam berbagai olahan kue kering asin seperti börek, juga sebagai olesan untuk sarapan. Selain itu, Turki juga memiliki Ezine Peyniri, keju putih asin yang dibuat dari campuran susu kambing, domba, dan sapi, sangat umum dalam hidangan salad dan sandwich.

Di Eropa Timur, khususnya di Polandia dan negara-negara Baltik, dikenal keju lunak segar bernama Twaróg atau Tvaroh. Keju ini dibuat dari susu fermentasi dan digunakan sebagai bahan utama dalam hidangan seperti pierogi ruskie (pangsit isi keju dan kentang), cheesecake khas Eropa Timur, dan salad dingin. Rasanya ringan, sedikit asam, dan memiliki tekstur kering yang mudah diolah.

Di Jerman dan Austria, keju Quark sangat populer sebagai keju lunak segar. Quark mengandung banyak protein dan teksturnya menyerupai keju cottage halus. Produk ini digunakan dalam berbagai jenis kuchen (kue), terutama Käsekuchen (cheesecake Jerman), serta dalam makanan sehat seperti salad buah dan saus. Quark juga dipromosikan sebagai makanan kaya gizi dalam pola diet modern Eropa.

Di Swiss, Serac adalah keju lunak yang dibuat dari sisa whey keju keras. Keju ini memiliki rasa netral hingga sedikit asam dan biasa digunakan dalam masakan daerah pegunungan seperti rösti atau dipadukan dengan herbal dan rempah untuk olesan roti. Serac menjadi contoh pemanfaatan optimal dari hasil samping industri keju yang bernilai kuliner tinggi.

Di Indonesia, meskipun tradisi keju tidak sekuat di negara-negara Barat, muncul inovasi lokal seperti keju lunak

dari susu kambing perah tropis. Di Lembang dan Malang, beberapa UMKM memproduksi keju segar lunak dengan cita rasa disesuaikan lidah lokal, seperti keju daun jeruk atau keju cabai. Produk-produk ini mulai digunakan dalam kreasi kuliner kontemporer seperti roti panggang keju rempah dan salad keju tropis.

Di Jepang, produk seperti Sakura Cheese mulai dikenal sebagai keju lunak artisan lokal. Sakura cheese biasanya dibuat dari susu sapi dan dibungkus dengan daun bunga sakura asin, memberikan aroma khas dan rasa floral lembut. Keju ini biasa disajikan sebagai bagian dari kaiseki atau hidangan berlapis khas Jepang, serta dipadukan dengan sake dalam kuliner fusion.

Tren global terhadap makanan lokal dan autentik turut mendorong eksplorasi keju-keju lunak tradisional dari berbagai negara. Keju seperti Dangke dari Sulawesi Selatan, yang dibuat dari susu kerbau dengan proses koagulasi menggunakan getah pepaya, mencerminkan kearifan lokal Indonesia dalam pengolahan susu. Dangke biasanya digoreng atau dipanggang dan disantap dengan nasi dan sambal, memperlihatkan bagaimana keju lunak juga hidup dalam tradisi kuliner Nusantara.

BAB 3

BAHAN BAKU DAN MIKROORGANISME PENTING

Dalam proses pembuatan keju lunak, pemilihan dan pengolahan bahan baku memegang peranan krusial dalam menentukan mutu akhir produk. Keju lunak umumnya dibuat dari susu segar, baik susu sapi, kambing, maupun domba, yang memiliki karakteristik fisik dan kimia berbeda, sehingga memengaruhi cita rasa, tekstur, dan nilai gizi keju. Selain itu, bahan pendukung seperti enzim penggumpal (rennet) dan koagulan nabati, serta mikroorganisme starter, berfungsi dalam memicu proses fermentasi, pembentukan koagulum, dan pengembangan profil sensorik yang khas. Pemahaman menyeluruh terhadap peran masing-masing komponen sangat penting untuk memastikan konsistensi mutu, keamanan pangan, dan inovasi produk keju lunak.

Tidak kalah penting adalah keberadaan garam, air, dan bahan tambahan lainnya yang turut berkontribusi dalam stabilitas mikrobiologis, tekstur, serta daya simpan keju lunak. Garam, misalnya, berperan sebagai pengawet alami sekaligus penyeimbang rasa, sementara kadar air menentukan kelembutan dan kelembaban produk akhir. Dalam beberapa formulasi modern, bahan tambahan seperti kultur probiotik, rempah-rempah, atau bahan pewarna alami digunakan untuk meningkatkan daya tarik konsumen tanpa mengurangi nilai gizi. Bab ini akan membahas secara rinci berbagai jenis bahan baku dan mikroorganisme penting dalam produksi keju lunak, termasuk interaksi kimia dan biologis yang mendasari proses transformasi susu menjadi keju.

3.1 Susu (Sapi, Kambing, Domba) sebagai Bahan Baku

Susu merupakan bahan baku utama dalam pembuatan keju lunak, dan komposisinya sangat menentukan karakteristik sensoris, tekstur, nilai gizi, serta daya simpan produk akhir. Sumber susu yang digunakan dalam pembuatan keju lunak dapat berasal dari berbagai jenis hewan perah, terutama sapi, kambing, dan domba. Setiap jenis susu memiliki profil kimia dan mikrobiologis yang unik, yang memberikan pengaruh langsung terhadap hasil fermentasi dan pembentukan struktur keju. Oleh karena itu, pemahaman terhadap perbedaan komposisi dan sifat fungsional masing-masing jenis susu menjadi aspek krusial dalam proses produksi keju lunak berkualitas tinggi.

Susu sapi adalah jenis yang paling umum digunakan dalam industri keju lunak global karena ketersediaannya yang melimpah, biaya produksi relatif rendah, serta profil rasanya yang netral dan fleksibel. Susu sapi memiliki kadar lemak yang bervariasi tergantung pada ras sapi dan sistem pemeliharannya, namun umumnya berkisar antara 3,2–4,2%. Kandungan protein kasein yang tinggi pada susu sapi menjadikannya sangat ideal untuk koagulasi dan pembentukan struktur gel dalam pembuatan keju lunak. Di samping itu, komposisi mineral seperti kalsium dan fosfat dalam susu sapi mendukung pengikatan protein selama proses penggumpalan.

Susu kambing dikenal memiliki keunikan dalam rasa dan aroma, yang sering digambarkan sebagai “goaty” atau tajam, akibat tingginya kandungan asam lemak rantai pendek seperti caproic, caprylic, dan capric. Keju lunak yang dibuat dari susu kambing, seperti chèvre, banyak diminati oleh konsumen yang mencari karakter rasa yang lebih kompleks

dan diferensiatif. Selain itu, ukuran globula lemak pada susu kambing yang lebih kecil dibanding susu sapi menyebabkan tekstur keju yang lebih lembut dan lebih mudah dicerna oleh sebagian individu yang sensitif terhadap laktosa.

Susu domba memiliki kandungan gizi paling tinggi di antara ketiganya, terutama dalam hal kadar protein dan lemak. Dengan kandungan lemak mencapai 6–7% dan protein di atas 5%, susu domba sangat cocok untuk produksi keju lunak yang kaya dan padat rasa. Beberapa keju tradisional terkenal seperti Feta dan Roquefort dibuat dari susu domba. Selain memberikan rasa yang lebih kuat dan tekstur lebih halus, susu domba juga mengandung senyawa bioaktif seperti peptida dan asam lemak omega-3 yang bermanfaat bagi kesehatan.

Perbedaan utama antara susu sapi, kambing, dan domba juga terletak pada rasio protein kasein dan whey, yang sangat memengaruhi laju koagulasi dan stabilitas gel. Susu kambing dan domba memiliki rasio kasein yang lebih tinggi daripada susu sapi, sehingga mempercepat proses koagulasi dan memperkuat struktur keju yang dihasilkan. Selain itu, perbedaan dalam subfraksi kasein, terutama kandungan α 1-kasein yang lebih rendah dalam susu kambing, berkontribusi pada tekstur keju yang lebih lunak dan risiko alergi yang lebih rendah.

Kandungan mineral dalam susu, terutama kalsium, fosfor, magnesium, dan natrium, sangat berpengaruh terhadap pembentukan matriks keju dan stabilitas selama penyimpanan. Susu domba cenderung memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi dibanding susu sapi dan kambing, yang menjadikannya unggul dalam menghasilkan keju dengan daya simpan lebih lama meskipun tergolong lunak. Keberadaan kalsium terikat pada kasein juga penting untuk

pembentukan curd yang kompak namun tetap lembut, karakteristik ideal untuk keju lunak.

Selain kandungan gizi, karakteristik mikrobiologis susu dari masing-masing hewan perah juga memiliki pengaruh signifikan. Susu kambing dan domba, terutama dalam sistem peternakan tradisional, sering mengandung mikroflora alami yang lebih beragam dibanding susu sapi yang diproduksi secara intensif. Keberagaman mikroflora ini dapat berkontribusi pada pembentukan cita rasa khas dan meningkatkan kompleksitas sensori keju lunak yang dihasilkan. Namun, risiko kontaminasi juga lebih tinggi jika tidak dikelola dengan baik, sehingga penerapan kontrol mutu sangat penting.

Suhu penyimpanan dan perlakuan termal awal (seperti pasteurisasi atau termisasi) turut memengaruhi kestabilan dan aktivitas biologis komponen susu. Susu sapi biasanya dipasteurisasi untuk menghindari risiko patogen dan mempertahankan kestabilan dalam skala industri. Sementara itu, susu kambing dan domba dalam produksi artisan keju lunak sering digunakan dalam bentuk mentah (raw milk) untuk mempertahankan karakteristik mikrobiota aslinya, meskipun praktik ini memerlukan standar keamanan pangan yang ketat.

Kebutuhan akan diferensiasi produk dan tren konsumen terhadap keju artisan dan keju fungsional telah mendorong eksplorasi lebih lanjut terhadap susu alternatif seperti kambing dan domba. Konsumen modern kini mencari produk dengan profil gizi lebih baik, potensi hipoalergenik, dan nilai budaya yang tinggi, yang semuanya dapat ditemukan dalam keju lunak berbasis susu kambing atau domba. Hal ini menciptakan peluang inovasi bagi produsen

lokal maupun global dalam merancang produk keju lunak yang sesuai dengan preferensi pasar.

Dalam konteks keberlanjutan, pemanfaatan susu dari kambing dan domba yang dipelihara dalam sistem peternakan kecil juga mendukung diversifikasi sumber daya lokal dan pelestarian keanekaragaman hayati. Produksi keju dari susu non-sapi dapat mendukung ekonomi peternak kecil dan sistem agroekologi, khususnya di wilayah pegunungan atau daerah terpencil yang tidak cocok untuk peternakan sapi intensif.

Setiap jenis susu juga menunjukkan perbedaan dalam warna dan viskositas, yang memengaruhi penampilan visual keju lunak. Susu sapi menghasilkan keju berwarna putih kekuningan, sedangkan susu kambing dan domba menghasilkan keju yang lebih putih karena perbedaan kandungan beta-karoten. Warna ini menjadi elemen penting dalam persepsi konsumen terhadap keaslian dan kualitas produk.

Komposisi lipid pada ketiga jenis susu juga menunjukkan profil asam lemak yang khas. Susu domba dan kambing cenderung memiliki lebih banyak asam lemak rantai pendek dan menengah yang mudah diserap tubuh, serta memiliki efek probiotik dan imunomodulator. Keju lunak yang dihasilkan dari susu ini tidak hanya menawarkan rasa dan tekstur unggul, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang semakin diakui dalam literatur nutrisi modern.

Ketersediaan susu segar, sistem transportasi, dan stabilitas bahan baku juga menjadi tantangan dalam pemilihan jenis susu. Susu sapi lebih mudah diperoleh dalam jumlah besar dan memiliki stabilitas distribusi yang tinggi. Sebaliknya, susu kambing dan domba seringkali diproduksi secara musiman dan dalam volume kecil, sehingga

memerlukan strategi logistik dan penyimpanan khusus untuk menjaga kualitas dan kontinuitas produksi keju lunak.

Pemrosesan awal terhadap susu sebelum digunakan sebagai bahan baku keju lunak juga perlu disesuaikan dengan jenis susunya. Homogenisasi dan standarisasi kadar lemak dilakukan secara berbeda pada susu sapi dibandingkan susu kambing dan domba, untuk mencapai kestabilan emulsi dan keseragaman dalam batch produksi. Ketepatan dalam pengolahan awal ini sangat menentukan keberhasilan fermentasi dan mutu keju lunak secara keseluruhan.

Dengan memahami keunggulan dan tantangan masing-masing jenis susu, baik sapi, kambing, maupun domba, produsen keju dapat membuat keputusan strategis dalam memilih bahan baku yang sesuai dengan target pasar, tujuan produk, dan karakteristik teknologis yang diinginkan. Oleh karena itu, kajian ilmiah dan praktis terhadap jenis susu sebagai bahan baku keju lunak merupakan fondasi penting dalam pengembangan teknologi keju modern dan inovatif.

3.2 Enzim (Rennet) dan Agen Koagulasi Nabati

Koagulasi merupakan proses kunci dalam pembuatan keju lunak, yang ditandai dengan perubahan susu cair menjadi matriks gel padat yang disebut curd. Proses ini terutama difasilitasi oleh enzim proteolitik seperti rennet atau alternatif nabati yang bekerja dengan cara memecah kappa-kasein pada permukaan micelle, sehingga menyebabkan agregasi protein dan pengendapan. Pemilihan jenis koagulan tidak hanya memengaruhi efisiensi penggumpalan, tetapi juga berpengaruh signifikan terhadap rasa, tekstur, dan kestabilan keju yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang karakteristik rennet dan agen koagulasi alternatif sangat penting dalam rekayasa teknologi keju lunak.

Rennet tradisional berasal dari lambung anak sapi (calf rennet), yang mengandung enzim utama berupa chymosin. Enzim ini sangat selektif dalam memecah ikatan peptida spesifik pada kappa-kasein, sehingga menghasilkan curd yang halus dan stabil. Rennet hewani memberikan hasil yang optimal dalam hal tekstur dan drainase whey, dan telah digunakan secara luas selama ribuan tahun dalam pembuatan keju Eropa klasik. Namun, keterbatasan pasokan dan isu etis terkait asal-usul rennet hewani mendorong pengembangan alternatif yang lebih berkelanjutan.

Dalam industri modern, rennet mikroba menjadi pilihan alternatif yang penting. Rennet ini diperoleh dari fermentasi jamur seperti *Rhizomucor miehei*, *Mucor pusillus*, atau *Endothia parasitica*. Enzim yang dihasilkan dapat menyerupai aktivitas chymosin, meskipun memiliki sifat proteolitik yang lebih luas, yang dalam beberapa kasus dapat memengaruhi tekstur dan rasa keju selama pematangan. Keunggulan rennet mikroba adalah ketersediaannya yang tinggi, tidak bergantung pada hewan, serta diterima dalam produk vegetarian.

Rennet rekombinan atau fermentasi-genetik (fermentation-produced chymosin/FPC) merupakan terobosan penting dalam bioteknologi pangan. Enzim ini diproduksi dengan menyisipkan gen chymosin sapi ke dalam mikroorganisme seperti *Aspergillus niger* atau *Kluyveromyces lactis*. Hasilnya adalah chymosin murni dengan aktivitas tinggi, selektivitas substrat yang tinggi, serta konsistensi dalam kualitas produksi. FPC saat ini digunakan secara luas di Amerika Utara dan Eropa, dan menjadi pilihan dominan dalam produksi keju skala industri.

Sementara itu, agen koagulasi nabati menarik perhatian sebagai solusi bagi konsumen vegan, vegetarian, serta

kelompok budaya atau agama yang menolak produk hewani. Enzim proteolitik dari tumbuhan seperti *Cynara cardunculus* (artichoke liar), *Ficus carica* (buah ara), *Carica papaya* (papain), dan *Ananas comosus* (bromelain) telah digunakan dalam pembuatan keju tradisional di wilayah Mediterania dan Asia Selatan. Meskipun memiliki aktivitas penggumpalan, agen nabati ini sering menunjukkan aktivitas proteolitik berlebihan yang dapat menghasilkan keju dengan tekstur rapuh dan rasa pahit jika tidak dioptimalkan penggunaannya.

Koagulasi menggunakan ekstrak *Cynara cardunculus* telah diterima secara luas dalam pembuatan keju artisanal seperti Serra da Estrela di Portugal. Enzim cynarase dari tanaman ini memiliki kemampuan selektif dalam memecah kappa-kasein, dan memberikan hasil curd yang sesuai untuk keju lunak. Selain itu, profil sensori khas yang ditimbulkan oleh rennet nabati menjadi keunggulan tersendiri dalam menciptakan produk keju dengan identitas lokal yang kuat.

Salah satu tantangan utama penggunaan rennet nabati adalah kestabilan enzim terhadap pH dan suhu, serta potensi menghasilkan peptida dengan rasa pahit akibat degradasi protein berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan standarisasi aktivitas enzimatik dan optimalisasi dosis pada masing-masing jenis susu untuk menghindari variabilitas mutu produk akhir. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa kombinasi rennet nabati dengan enzim mikroba atau FPC dapat meningkatkan kinerja koagulasi tanpa mengorbankan mutu sensori.

Pemilihan koagulan yang tepat sangat bergantung pada jenis susu, jenis keju lunak yang ditargetkan, serta preferensi pasar. Misalnya, keju lunak berbasis susu kambing yang ingin mempertahankan karakter rasa alami dan tekstur lembut akan lebih cocok menggunakan FPC atau rennet

mikroba dengan aktivitas terbatas. Sementara keju lunak fermentatif yang mengejar cita rasa khas dan otentik dapat menggunakan enzim nabati dengan dosis terkendali.

Dalam konteks keberlanjutan dan etika produksi pangan, agen koagulasi nabati dan FPC menawarkan keunggulan dalam aspek keberterimaan konsumen global. Konsumen vegan dan vegetarian yang meningkat di berbagai negara mencari produk keju tanpa unsur hewani, sehingga agen nabati menjadi elemen penting dalam inovasi produk. Di sisi lain, produsen juga harus memastikan bahwa substitusi ini tidak menurunkan nilai fungsional dan teknologis koagulasi, terutama dalam keju lunak yang sensitif terhadap struktur gel.

Dari sudut pandang bioteknologi, kemajuan dalam teknik rekombinasi genetik memungkinkan produksi enzim yang lebih presisi dan bersih, bebas dari kontaminan, serta dapat diproduksi dalam skala besar. Rennet rekombinan bahkan dapat disesuaikan untuk berbagai kebutuhan spesifik keju, termasuk durasi penggumpalan, suhu kerja optimal, dan minimnya aktivitas sekunder yang merusak. Hal ini menciptakan peluang besar dalam pengembangan lini keju lunak baru yang stabil dan konsisten secara mutu.

Peran enzim koagulan tidak hanya berhenti pada tahap pembentukan curd, tetapi juga berdampak dalam tahap maturasi, di mana enzim residu melanjutkan aktivitas proteolitik. Oleh karena itu, pemilihan rennet yang memiliki aktivitas residual rendah atau dikombinasikan dengan kultur starter yang sesuai sangat penting dalam menghindari perkembangan rasa dan tekstur yang tidak diinginkan selama penyimpanan.

Salah satu inovasi terkini adalah imobilisasi enzim rennet pada bahan pendukung seperti matriks polimer atau membran untuk meningkatkan efisiensi penggunaan dan

mengurangi kontaminasi. Teknik ini masih dalam tahap penelitian, namun menjanjikan efisiensi ekonomi dan kontrol proses yang lebih baik dalam industri keju lunak berskala besar.

Penggunaan teknologi ekstraksi enzim dari sumber nabati juga mengalami kemajuan, seperti metode cold pressing, sonikasi, atau penggunaan pelarut bebas alkohol untuk menjaga kemurnian dan aktivitas enzim. Dengan ini, ekstrak yang dihasilkan dapat lebih stabil dan dapat distandardisasi untuk penggunaan industri, sehingga mengurangi risiko batch-to-batch variation yang sering terjadi dalam produksi skala kecil.

Dalam keseluruhan rantai produksi keju lunak, pemilihan koagulan, baik rennet hewani, mikroba, rekombinan, maupun nabati, berperan sebagai salah satu titik kritis dalam menjamin keberhasilan pembentukan gel, keseragaman tekstur, dan kestabilan mutu produk. Oleh karena itu, penelitian yang berkelanjutan dan pengujian empiris pada berbagai jenis susu dan kondisi proses sangat diperlukan untuk mengembangkan formulasi optimal bagi keju lunak yang inovatif dan kompetitif di pasar global.

3.3 Mikroorganisme Starter (*Lactococcus*, *Penicillium*, dll.)

Mikroorganisme starter memiliki peran krusial dalam proses pembuatan keju lunak, baik sebagai agen fermentasi maupun sebagai penentu karakteristik sensori produk akhir. Mikroorganisme ini terdiri dari berbagai jenis bakteri asam laktat (BAL), khamir, dan kapang yang berfungsi dalam fermentasi laktosa menjadi asam laktat, produksi senyawa aroma, serta modifikasi protein dan lemak selama pematangan. Kombinasi dan proporsi mikroba yang

digunakan sangat menentukan cita rasa, tekstur, warna, dan bahkan keamanan mikrobiologis keju lunak.

Salah satu kelompok mikroorganisme yang paling umum digunakan dalam keju lunak adalah *Lactococcus lactis*, baik *subspesies lactis* maupun *cremoris*. Mikroorganisme ini berperan sebagai starter utama dalam fermentasi awal, dengan kemampuan mengubah laktosa menjadi asam laktat secara cepat, menurunkan pH susu, dan membantu dalam pembentukan curd. Penurunan pH ini sangat penting untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen serta mempersiapkan substrat bagi aktivitas enzim dan mikroorganisme sekunder.

Selain *Lactococcus*, *Streptococcus thermophilus* juga digunakan, khususnya dalam keju yang mengalami perlakuan panas seperti mozzarella. Mikroorganisme ini tumbuh optimal pada suhu tinggi dan mendukung percepatan fermentasi. Kombinasi antara *Lactococcus* dan *Streptococcus* sering digunakan dalam kultur starter mesofilik dan termofilik untuk menghasilkan keseimbangan keasaman dan rasa khas pada keju lunak. Sinergi antara kedua jenis bakteri ini dapat meningkatkan efisiensi fermentasi sekaligus memperkaya profil sensori.

Leuconostoc mesenteroides merupakan bakteri heterofermentatif yang sering digunakan sebagai kultur tambahan untuk menghasilkan aroma dan flavor kompleks melalui pembentukan senyawa seperti diasetil dan aseton. Kehadiran senyawa-senyawa ini sangat penting dalam menciptakan karakter *creamy* dan *butter-like* pada keju lunak seperti *cream cheese* atau keju segar lainnya. Selain itu, *Leuconostoc* juga menghasilkan CO₂ yang dapat membentuk rongga atau "mata" kecil pada curd.

Dalam keju lunak berkulit putih seperti brie dan camembert, mikroorganisme permukaan memainkan peran dominan. *Penicillium camemberti*, juga dikenal sebagai *P. candidum*, adalah jamur utama yang tumbuh di permukaan keju, membentuk lapisan putih halus. Jamur ini berperan dalam deaminasi protein dan netralisasi pH permukaan, menciptakan tekstur yang lumer dari luar ke dalam dan rasa umami yang khas. Aktivitas proteolitik *Penicillium* sangat menentukan tingkat pematangan keju serta persepsi kelezatan konsumen.

Geotrichum candidum adalah mikroorganisme penting lain dalam ekosistem keju lunak, khususnya dalam keju dengan kulit alami atau keju yang mengalami proses afinitas (*affinage*). *Geotrichum* berperan dalam kolonisasi awal permukaan keju, menguraikan asam laktat, menetralkan pH, dan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme lain seperti *Penicillium* dan *Brevibacterium linens*. Kolonisasi berlapis ini menciptakan dinamika mikrobiota permukaan yang kompleks dan khas.

Brevibacterium linens sering ditemukan pada keju lunak dengan kulit berwarna oranye seperti limburger dan epoisses. Mikroorganisme ini menghasilkan pigmen dan senyawa volatil yang memberikan aroma tajam dan karakteristik khas keju washed-rind. Aktivitas metaboliknya sangat bergantung pada kondisi lingkungan, seperti kelembaban, garam, dan pH, sehingga teknik afinitas memainkan peran penting dalam mengatur dominasi mikroba ini di permukaan keju.

Selain mikroba alami, beberapa produsen keju menggunakan starter komersial yang terdiri atas konsorsium mikroorganisme yang telah distandardisasi. Starter ini tersedia dalam bentuk beku-kering dan memberikan konsistensi

produksi yang lebih tinggi. Namun, penggunaan starter komersial perlu disesuaikan dengan karakter susu lokal dan proses produksi untuk menghindari homogenisasi rasa yang justru mengurangi keunikan produk.

Mikroorganisme starter tidak hanya berkontribusi terhadap fermentasi primer, tetapi juga terhadap aktivitas enzimatik selama pematangan. Enzim protease dan lipase yang dihasilkan oleh mikroorganisme, baik dalam bentuk aktif maupun residu, bertanggung jawab atas pembentukan peptida kecil dan asam lemak bebas yang menjadi dasar pengembangan rasa dan aroma kompleks. Oleh karena itu, kontrol pertumbuhan dan aktivitas mikroba sangat penting untuk menjaga keseimbangan sensori keju lunak.

Interaksi antar mikroorganisme dalam komunitas starter menciptakan sinergi maupun kompetisi yang menentukan dominasi populasi selama fermentasi dan pematangan. Misalnya, aktivitas proteolitik *Penicillium* menghasilkan peptida yang bisa digunakan oleh *Geotrichum* sebagai sumber nitrogen, sedangkan senyawa volatil dari *Brevibacterium* dapat menghambat mikroba kontaminan. Studi metabolomik dan mikrobial profiling menjadi alat penting dalam memahami dinamika ini secara mendalam.

Dalam konteks keamanan pangan, penggunaan mikroorganisme starter yang telah diseleksi sangat penting untuk menekan pertumbuhan mikroba patogen dan spoilage. Starter tersebut harus berasal dari strain GRAS (*Generally Recognized As Safe*) dan telah dikaji toksisitasnya. Penggunaan starter juga dapat membantu memperpanjang umur simpan keju lunak tanpa mengorbankan karakteristik mutunya.

Keanekaragaman mikroba endemik pada keju tradisional telah menjadi inspirasi dalam pengembangan

starter lokal yang sesuai dengan bahan baku dan kondisi iklim di berbagai negara. Proyek bioprospeksi mikroorganisme lokal dari susu mentah, curd tradisional, atau permukaan keju tua menjadi salah satu pendekatan untuk menciptakan produk keju lunak dengan identitas geografis yang kuat (terroir).

Dalam praktik industri, pemilihan starter juga mempertimbangkan kecepatan fermentasi, toleransi terhadap suhu dan salinitas, serta kemampuan menghasilkan flavor yang diinginkan. Untuk keju lunak segar yang tidak mengalami pematangan panjang, kecepatan fermentasi dan pengendalian pH menjadi prioritas. Sebaliknya, untuk keju lunak matang, perhatian lebih besar diarahkan pada kemampuan mikroba menghasilkan enzim dan membentuk struktur kulit.

Kemajuan dalam bioteknologi mikroba telah memungkinkan modifikasi atau seleksi strain mikroorganisme yang lebih efisien dan tahan terhadap stres proses. Melalui teknik mutagenesis atau rekayasa genetik, mikroorganisme dapat dikembangkan untuk menghasilkan enzim tertentu atau meningkatkan toleransi terhadap kondisi proses tertentu. Namun, aspek regulasi dan persepsi konsumen terhadap GMO tetap menjadi tantangan penting.

Dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap keju lunak artisan dan inovatif, mikroorganisme starter tidak hanya dipandang sebagai komponen teknis, tetapi juga sebagai agen kreatif dalam eksplorasi rasa dan tekstur. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang biologi mikroba, ekologi permukaan keju, dan fermentasi yang dikendalikan menjadi kunci dalam menciptakan produk keju lunak yang berkualitas tinggi dan memiliki nilai pasar yang kompetitif.

3.4 Peran Garam, Air, dan Bahan Tambahan

Garam (NaCl) merupakan salah satu komponen esensial dalam proses pembuatan keju lunak, dengan peran yang tidak terbatas pada pemberian rasa saja. Fungsinya mencakup pengaturan aktivitas air, penghambatan pertumbuhan mikroorganisme patogen dan perusak, serta pengendalian fermentasi dan pematangan keju. Penambahan garam juga memengaruhi aktivitas enzim dan stabilitas struktur curd, yang semuanya berkontribusi pada mutu akhir produk keju.

Dalam keju lunak, metode penambahan garam bisa melalui pencampuran langsung ke dalam curd, dry salting di permukaan, atau perendaman dalam larutan brine. Pilihan metode ini tergantung pada jenis keju, kadar airnya, serta waktu dan intensitas pematangan yang diinginkan. Keju seperti camembert dan brie lebih sering menggunakan dry salting atau light brining agar tetap mempertahankan kelembutan dan kemampuan kulit untuk ditumbuhi kapang permukaan.

Kadar garam yang digunakan dalam keju lunak umumnya berkisar antara 1%–3% dari berat akhir produk, tergantung pada jenis keju dan standar sensorinya. Garam berfungsi sebagai agen osmotik yang menarik air keluar dari curd, membantu dalam pembentukan tekstur, serta memperlambat aktivitas enzimatis dan mikrobiologis pada tahap awal pematangan. Keseimbangan ini penting agar keju tidak terlalu cepat matang atau justru terlalu lambat berevolusi secara sensori.

Dari sudut pandang mikrobiologi, garam berfungsi sebagai agen selektif yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme starter yang diinginkan dan menekan mikroba kontaminan. Dalam kondisi kadar air tinggi dan pH rendah pada keju lunak, keberadaan garam membantu

menciptakan lingkungan yang relatif stabil dan aman untuk pertumbuhan mikroba positif seperti *Penicillium camemberti* atau *Geotrichum candidum*. Tanpa pengaturan garam yang tepat, keju lunak menjadi rentan terhadap kerusakan dan kontaminasi.

Ketersediaan air atau water activity (a_{pa}) merupakan parameter kritis dalam pengawetan dan mutu keju lunak. Keju lunak memiliki kadar air yang tinggi (50–80%) dengan aktivitas air yang mendekati optimal bagi pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu, kontrol terhadap a_{pa} menjadi penting agar fermentasi berlangsung dengan seimbang dan tidak mendukung pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Listeria monocytogenes* atau *Staphylococcus aureus*.

Tekstur keju lunak sangat dipengaruhi oleh kadar air dan distribusinya dalam matriks keju. Air berperan sebagai medium bagi reaksi biokimia, transportasi nutrisi mikroba, serta media dispersi komponen protein, lemak, dan senyawa flavor. Dalam proses pematangan, air juga memfasilitasi difusi senyawa aroma dari permukaan ke bagian dalam. Oleh karena itu, komposisi air harus dijaga agar sesuai dengan kebutuhan enzim dan mikroorganisme pematang.

Kualitas air yang digunakan dalam proses produksi, baik untuk pencucian, pembuatan brine, maupun sebagai pelarut bahan tambahan, juga perlu diperhatikan. Air harus memenuhi standar kebersihan dan keamanan pangan, bebas dari kontaminan kimia, logam berat, atau mikroba patogen. Penggunaan air yang terkontaminasi dapat mengganggu aktivitas fermentasi, menurunkan mutu sensorik, dan meningkatkan risiko sanitasi produk.

Selain garam dan air, berbagai bahan tambahan (aditif) digunakan dalam pembuatan keju lunak untuk memperbaiki mutu, memperpanjang umur simpan, atau meningkatkan

keamanan. Bahan tambahan ini bisa berasal dari sumber alami maupun sintetis, dan penggunaannya diatur ketat oleh regulasi pangan nasional dan internasional. Beberapa contoh bahan tambahan meliputi kalsium klorida, pengatur keasaman, pengental, pewarna alami, dan pengawet.

Kalsium klorida (CaCl_2) sering ditambahkan pada susu pasteurisasi untuk mengembalikan kestabilan ionik yang terganggu akibat proses pemanasan. Senyawa ini membantu dalam pembentukan curd yang lebih kokoh dan seragam. Tanpa tambahan kalsium, pembekuan susu oleh rennet dapat berjalan lambat dan menghasilkan curd yang rapuh, terutama pada susu dengan kandungan kalsium rendah.

Asam-asam organik seperti asam sitrat atau asam laktat dapat digunakan sebagai pengatur keasaman untuk menyesuaikan pH awal susu atau curd. Dalam beberapa kasus, penyesuaian pH diperlukan untuk mengoptimalkan kerja enzim atau aktivitas mikroorganisme starter. Keasaman yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu struktur curd dan menghasilkan rasa asam yang berlebihan.

Penggunaan pengental atau stabilisator seperti karagenan, guar gum, atau pati termodifikasi umum dijumpai pada keju lunak olahan atau keju spreadable. Aditif ini membantu menjaga viskositas, mencegah pemisahan fase, dan menciptakan tekstur lembut yang diinginkan konsumen. Meskipun tidak selalu digunakan dalam keju artisan, bahan-bahan ini memiliki peran besar dalam produk keju lunak komersial.

Pewarna alami seperti annatto atau beta-karoten ditambahkan untuk memberi warna kuning atau krem yang konsisten pada keju lunak. Meskipun warna tidak secara langsung memengaruhi rasa, persepsi visual sangat berpengaruh terhadap penerimaan konsumen. Beberapa

konsumen mengaitkan warna dengan kualitas atau kematangan, sehingga pewarna dapat membantu memperkuat identitas produk.

Dalam hal pengawet, keju lunak sering menggunakan natamisin atau kalium sorbat yang bekerja pada permukaan untuk menghambat pertumbuhan kapang liar atau khamir kontaminan. Penggunaan pengawet ini harus sesuai batas maksimum yang diizinkan, karena kelebihan dapat menimbulkan aftertaste atau resistensi mikroba. Selain itu, permintaan pasar terhadap produk tanpa pengawet mendorong produsen untuk mencari pendekatan alami seperti kultur pelindung atau kemasan aktif.

Interaksi antara garam, air, dan bahan tambahan memerlukan keseimbangan yang hati-hati agar tidak mengganggu karakteristik organoleptik dan keamanan keju lunak. Misalnya, kadar garam yang terlalu tinggi dapat menurunkan aktivitas starter, sementara aditif yang berlebihan bisa menurunkan persepsi alami dan kualitas produk. Oleh karena itu, formulasi keju lunak harus didasarkan pada riset ilmiah dan uji sensorik menyeluruh.

Pemahaman mendalam mengenai peran masing-masing komponen ini sangat penting dalam pengembangan inovasi produk keju lunak. Dengan mengelola variabel-variabel tersebut secara presisi, produsen dapat menghasilkan keju dengan karakteristik sensori yang unggul, stabilitas yang baik, serta memenuhi tuntutan konsumen modern akan keamanan dan keberlanjutan pangan.

BAB 4

PROSES PRODUKSI KEJU LUNAK

4.1 Proses Pasteurisasi dan Standarisasi Susu

Proses pasteurisasi merupakan tahap awal yang sangat penting dalam produksi keju lunak modern, terutama dalam konteks keamanan pangan dan kestabilan mikrobiologis bahan baku. Pasteurisasi bertujuan untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen seperti *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., dan *Mycobacterium tuberculosis*, serta mengurangi jumlah mikroorganisme perusak yang dapat memengaruhi proses fermentasi. Dalam produksi keju lunak, pasteurisasi menjadi standar yang wajib diterapkan di banyak negara, terutama untuk konsumsi komersial dan ekspor.

Terdapat dua metode pasteurisasi utama yang umum digunakan dalam industri keju, yaitu pasteurisasi suhu rendah waktu lama (Low Temperature Long Time/LTLT) dan suhu tinggi waktu singkat (High Temperature Short Time/HTST). LTLT dilakukan pada suhu 63°C selama 30 menit, sedangkan HTST dilakukan pada suhu 72°C selama 15 detik. Kedua metode ini mampu menurunkan populasi mikroorganisme secara signifikan, namun HTST lebih efisien dalam skala industri karena lebih cepat dan meminimalkan denaturasi protein.

Meskipun pasteurisasi memberikan keuntungan dari sisi keamanan dan umur simpan, proses ini juga dapat memengaruhi karakteristik sensori dan fungsional dari susu. Pasteurisasi menyebabkan denaturasi parsial protein whey dan mengubah struktur kasein misel. Hal ini dapat berpengaruh terhadap proses penggumpalan susu oleh enzim

rennet dan pembentukan curd. Oleh karena itu, perlakuan lanjutan seperti penambahan kalsium klorida sering diperlukan untuk mengembalikan fungsi penggumpalan susu pasca pasteurisasi.

Susu mentah yang digunakan dalam pembuatan keju lunak sangat bervariasi dalam komposisinya, tergantung pada spesies hewan, musim, pakan ternak, dan kondisi fisiologis hewan. Variasi ini mencakup perbedaan kadar lemak, protein, laktosa, dan mineral, yang semuanya akan memengaruhi hasil akhir keju. Untuk menjamin konsistensi produk, dilakukan proses standarisasi susu, yakni penyesuaian komposisi susu agar sesuai dengan spesifikasi teknis yang diinginkan.

Standarisasi susu dalam produksi keju lunak biasanya mencakup penyesuaian kadar lemak dan protein. Penurunan atau peningkatan kadar lemak dilakukan melalui proses separasi dan pencampuran kembali (standardized mixing) antara susu skim dan krim. Keseimbangan antara lemak dan protein penting untuk menentukan tekstur, kelembutan, dan mouthfeel keju lunak. Rasio lemak terhadap protein yang optimal bervariasi tergantung pada jenis keju, tetapi umumnya berkisar antara 1,0 hingga 1,5 untuk keju lunak berkualitas tinggi.

Selain rasio lemak-protein, standarisasi juga mempertimbangkan kandungan padatan total dan pH awal susu. Padatan total memengaruhi yield (hasil) keju, sedangkan pH awal memengaruhi aktivitas enzim dan mikroorganisme starter pada tahap fermentasi. Dalam keju lunak, pH susu awal biasanya berada pada kisaran 6,6 hingga 6,8. Jika terlalu tinggi, pertumbuhan bakteri asam laktat bisa tertunda; sebaliknya, pH terlalu rendah dapat mempercepat koagulasi dan menghasilkan curd yang rapuh.

Proses pasteurisasi dan standarisasi harus dilakukan secara berurutan dan hati-hati, karena keduanya saling memengaruhi. Misalnya, pasteurisasi yang dilakukan sebelum standarisasi akan memberikan susu yang steril, namun mungkin tidak optimal dari sisi komposisi. Sebaliknya, standarisasi sebelum pasteurisasi memungkinkan pencampuran bahan yang lebih stabil, namun rentan terhadap kontaminasi jika tidak segera diproses lebih lanjut. Oleh karena itu, integrasi kedua proses ini memerlukan kontrol mutu yang ketat.

Dalam konteks industri, penerapan pasteurisasi dan standarisasi dilakukan dengan peralatan modern yang dilengkapi sensor suhu, pH, dan flow control untuk menjaga konsistensi proses. Sistem pasteurisasi HTST dengan teknologi otomatis memungkinkan pengaturan suhu dan waktu yang presisi, serta integrasi dengan sistem kontrol mutu berbasis HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*). Proses ini juga disertai dengan sistem pemulihan panas (*heat recovery*) untuk efisiensi energi.

Keju lunak yang dihasilkan dari susu yang telah dipasteurisasi dan distandarisasi cenderung memiliki mutu yang lebih seragam, baik dari segi tekstur, aroma, maupun ketahanan simpan. Dengan standarisasi yang tepat, produsen dapat menghindari fluktuasi mutu akibat variabilitas bahan baku alami. Hal ini penting terutama dalam skala industri besar, di mana volume produksi tinggi menuntut kestabilan dan replikasi karakteristik produk secara berkelanjutan.

Namun, dalam beberapa produk artisan atau tradisional, susu mentah tanpa pasteurisasi tetap digunakan untuk mempertahankan kompleksitas rasa dan karakter lokal keju. Keju-keju seperti Brie de Meaux atau Camembert au lait cru di Prancis masih diproduksi dari susu mentah dengan

pengawasan ketat terhadap higiene dan kualitas susu. Meskipun menimbulkan risiko mikrobiologis, keju dari susu mentah tetap mendapat tempat di kalangan penikmat keju karena profil rasa yang lebih kaya dan kompleks.

Penerapan pasteurisasi dan standarisasi juga memiliki implikasi terhadap penggunaan enzim dan kultur starter. Susu yang telah dipasteurisasi lebih steril, sehingga memerlukan inokulasi mikroorganisme starter secara terkendali agar fermentasi dapat berjalan optimal. Selain itu, kestabilan protein dan mineral pasca pasteurisasi juga memengaruhi efektivitas koagulasi oleh rennet. Oleh karena itu, pemahaman proses ini sangat penting bagi teknolog pangan dan pembuat keju.

Dari perspektif keberlanjutan, efisiensi energi dan limbah dalam proses pasteurisasi menjadi perhatian. Penggunaan sistem pasteurisasi dengan pemulihan panas, penggunaan air daur ulang untuk pendinginan, serta optimalisasi batch proses merupakan strategi yang dapat mengurangi dampak lingkungan. Standarisasi susu juga dapat membantu mengurangi limbah padat, seperti whey, dengan merancang formulasi susu yang mendekati komposisi ideal sebelum proses koagulasi.

Kesimpulannya, pasteurisasi dan standarisasi susu merupakan fondasi dalam produksi keju lunak modern. Keduanya tidak hanya menjamin keamanan dan kestabilan mutu, tetapi juga memungkinkan pengembangan produk keju dengan karakteristik sensori dan teknis yang dikendalikan secara presisi. Penguasaan terhadap kedua proses ini menjadi kunci dalam menjembatani antara teknologi pangan modern dan keahlian tradisional dalam seni pembuatan keju.

4.2 Inokulasi Kultur Starter

Inokulasi kultur starter merupakan langkah krusial dalam proses produksi keju lunak, karena tahap ini menentukan arah fermentasi laktosa menjadi asam laktat dan membentuk profil biokimiawi awal dari keju. Kultur starter adalah mikroorganisme yang ditambahkan secara sengaja ke dalam susu untuk mengawali fermentasi, terutama bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Leuconostoc mesenteroides*. Mikroorganisme ini tidak hanya memproduksi asam, tetapi juga menghasilkan senyawa aroma dan rasa yang khas selama pematangan.

Tujuan utama inokulasi kultur starter adalah menurunkan pH susu dengan cepat melalui fermentasi laktosa menjadi asam laktat. Penurunan pH sangat penting untuk memfasilitasi proses koagulasi oleh enzim rennet dan membatasi pertumbuhan mikroorganisme kontaminan. Dalam produksi keju lunak, seperti Brie atau Camembert, pH ideal setelah inokulasi biasanya turun ke kisaran 5,0–5,4 dalam beberapa jam pertama. Kecepatan penurunan pH ini tergantung pada aktivitas dan jumlah kultur starter yang diinokulasikan.

Jenis kultur starter yang digunakan dalam keju lunak dapat dibedakan menjadi kultur starter utama (*primary starter*) dan kultur sekunder (*secondary or adjunct culture*). Kultur starter utama berperan dalam fermentasi awal dan pengasaman susu, sementara kultur sekunder bertanggung jawab atas pembentukan cita rasa dan tekstur selama tahap pematangan. Sebagai contoh, kehadiran *Leuconostoc* spp. sebagai kultur sekunder dapat meningkatkan produksi senyawa aromatik seperti diasetil dan asam asetat yang memberikan karakter *buttery* dan *creamy*.

Pemilihan jenis dan proporsi kultur starter bergantung pada jenis keju yang akan diproduksi serta kondisi lingkungan produksi. Keju lunak berkulit putih seperti Camembert menggunakan kombinasi kultur starter BAL dan kultur jamur permukaan seperti *Penicillium camemberti* dan *Geotrichum candidum*. Dalam kasus ini, kultur BAL berfungsi mengasamkan susu dan membentuk curd, sementara jamur permukaan berkontribusi pada deaminasi, pencernaan protein, dan pembentukan kerak yang khas.

Metode inokulasi kultur starter dilakukan dengan cara mencampurkan kultur yang telah dikondisikan ke dalam susu pasteurisasi yang telah didinginkan hingga suhu inokulasi, biasanya antara 30–37°C tergantung pada jenis mikroorganismenya. Kultur starter bisa berupa kultur kering beku (*freeze-dried*), kultur beku cair, atau kultur bulk yang telah dikembangkan sebelumnya. Dalam industri skala besar, kultur starter komersial biasanya langsung digunakan untuk menjamin konsistensi aktivitas dan keamanannya.

Dosis inokulasi kultur starter biasanya berkisar antara 0,5% hingga 2% dari volume susu, tergantung pada jenis kultur dan kecepatan fermentasi yang diinginkan. Penambahan yang terlalu sedikit dapat memperlambat proses asidifikasi, memberi kesempatan pada mikroorganisme liar untuk tumbuh dan mengganggu kualitas keju. Sebaliknya, inokulasi berlebihan bisa menghasilkan asidifikasi yang terlalu cepat dan mengganggu pembentukan tekstur yang diharapkan pada keju lunak.

Faktor penting lainnya dalam inokulasi adalah homogenitas pencampuran kultur starter ke dalam susu. Pencampuran yang tidak merata dapat menyebabkan variasi lokal dalam pengasaman dan pembentukan curd yang tidak seragam. Oleh karena itu, pengadukan ringan namun

menyeluruh selama inokulasi sangat dianjurkan, serta dilakukan di lingkungan bersuhu stabil dan higienis untuk mencegah kontaminasi silang dari mikroorganisme lingkungan.

Stabilitas dan viabilitas kultur starter juga perlu diperhatikan. Kultur starter harus disimpan pada suhu yang direkomendasikan oleh produsen, biasanya dalam freezer untuk kultur beku atau dalam kondisi kering dan sejuk untuk kultur kering beku. Sebelum digunakan, kultur perlu dikondisikan atau "aktivasi" terlebih dahulu, misalnya dengan merehidrasi kultur kering dalam susu steril hangat agar mikroorganisme siap bekerja secara optimal dalam media utama.

Selain peran dalam pengasaman, kultur starter juga memengaruhi tekstur dan flavor keju melalui aktivitas proteolitik dan lipolitik. Beberapa strain *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* memiliki enzim protease dan peptidase intraseluler yang mampu menghidrolisis kasein menjadi peptida dan asam amino. Produk-produk ini menjadi substrat bagi mikroorganisme lainnya untuk menghasilkan senyawa volatil penyumbang aroma khas keju lunak seperti amonia, sulfur, dan metil keton.

Dalam beberapa keju lunak, digunakan pula kultur starter dengan kemampuan probiotik, seperti *Lactobacillus acidophilus* atau *Bifidobacterium* spp., untuk menambah nilai fungsional produk akhir. Walaupun keju bukanlah medium utama bagi pertumbuhan probiotik, keberadaan kultur ini dapat meningkatkan daya saing produk di pasar kesehatan dan kebugaran. Namun, pemanfaatan kultur probiotik memerlukan penyesuaian pH, suhu, dan waktu inkubasi agar strain tetap hidup dalam jumlah cukup.

Kualitas inokulasi kultur starter sangat memengaruhi keberhasilan fermentasi dan mutu akhir keju. Oleh karena itu, produsen keju lunak harus menerapkan sistem kontrol mutu yang ketat terhadap semua tahapan inokulasi, mulai dari pemilihan kultur, penyimpanan, aktivasi, dosis, hingga pencampuran. Penggunaan batch kecil untuk uji coba fermentasi dan pengujian aktivitas asam menjadi langkah preventif yang bijak sebelum produksi skala besar.

Secara keseluruhan, inokulasi kultur starter bukan sekadar penambahan mikroorganisme ke dalam susu, tetapi merupakan strategi mikrobiologis yang dirancang dengan presisi untuk mengarahkan fermentasi sesuai dengan karakteristik keju yang diinginkan. Keberhasilan inokulasi menjadi fondasi bagi proses-proses selanjutnya seperti koagulasi, pengeringan, pematangan, dan pembentukan cita rasa khas. Tanpa inokulasi yang tepat, mutu dan konsistensi keju lunak akan sulit dicapai.

4.3 Koagulasi dan Pematangan Curd

Koagulasi merupakan tahapan kritis dalam produksi keju lunak yang menandai transisi susu dari bentuk cair menjadi massa semi-padat yang disebut curd. Proses ini dipicu oleh aksi enzim koagulan seperti rennet atau alternatif nabati, dengan dukungan pengasaman oleh kultur starter. Tujuan utama koagulasi adalah mengubah protein utama susu, yaitu kasein, menjadi struktur gel yang mampu mempertahankan lemak dan sebagian air, sekaligus memisahkan whey (cairan susu). Keju lunak membutuhkan gel koagulasi yang lembut dan elastis, berbeda dengan keju keras yang lebih padat dan rapat.

Terdapat dua mekanisme koagulasi utama dalam proses pembuatan keju: koagulasi asam dan koagulasi

enzimatik. Pada keju lunak, keduanya sering digunakan secara bersamaan. Koagulasi asam terjadi akibat penurunan pH susu oleh aktivitas bakteri asam laktat, yang menyebabkan kasein kehilangan muatan negatifnya dan saling mendekat membentuk agregat. Sementara itu, koagulasi enzimatik, yang difasilitasi oleh rennet, menyebabkan pemutusan ikatan peptida dalam molekul kappa-kasein sehingga mengganggu stabilitas misel kasein dan mendorong pembentukan jaringan curd.

Waktu koagulasi sangat berpengaruh terhadap tekstur dan retensi kelembaban curd. Dalam pembuatan keju lunak seperti Brie atau Camembert, koagulasi biasanya berlangsung selama 30–90 menit, tergantung pada suhu, pH, dan konsentrasi enzim. Suhu optimal untuk koagulasi berkisar antara 30–37°C, sementara pH ideal adalah sekitar 6,4–6,6 pada awal penambahan rennet. Koagulasi yang terlalu cepat dapat menghasilkan curd yang terlalu keras, sementara koagulasi lambat menyebabkan kehilangan protein ke dalam whey dan tekstur keju yang terlalu lembek.

Setelah massa curd terbentuk secara menyeluruh dan mencapai konsistensi yang tepat, dilakukan proses pemotongan atau cutting curd. Pemotongan bertujuan untuk melepaskan whey dari jaringan curd dan mempercepat proses pengeringan curd. Pada keju lunak, pemotongan dilakukan dengan sangat hati-hati menggunakan alat pemotong (*curd knives*) dalam bentuk vertikal dan horizontal, membentuk kubus berukuran besar, biasanya 1–2 cm. Ukuran potongan memengaruhi laju kehilangan whey dan kelembaban akhir keju; semakin kecil potongan curd, semakin banyak whey yang keluar.

Tekstur curd pada saat pemotongan harus cukup koheren agar tidak hancur, namun tidak terlalu keras agar

proses pematangan tetap berlangsung secara merata. Tingkat kehalusan pemotongan juga memengaruhi permukaan curd yang terbuka terhadap whey, memengaruhi kecepatan pengeringan dan pembuangan laktosa. Oleh karena itu, pengamatan visual dan sentuhan manual oleh pembuat keju masih menjadi metode penting dalam menentukan waktu dan cara pemotongan curd secara optimal.

Selama dan setelah pemotongan curd, pengadukan ringan kadang dilakukan untuk mencegah curd saling menempel dan mendorong pelepasan whey yang lebih merata. Namun, dalam keju lunak, pengadukan sering kali dibatasi atau dihilangkan seluruhnya untuk mempertahankan kelembaban yang tinggi dan struktur curd yang lembut. Pengadukan terlalu kuat justru dapat menyebabkan pecahnya curd, kehilangan lemak, dan pembentukan tekstur yang kasar pada produk akhir.

Penting juga untuk mempertimbangkan perlakuan suhu setelah pemotongan curd. Beberapa jenis keju lunak mengalami peningkatan suhu sedikit (*cooking step*) untuk membantu pengeringan curd, tetapi umumnya suhu dijaga konstan untuk mencegah curd menjadi terlalu keras. Pada keju lunak berjamur seperti Brie, suhu dijaga sekitar 33–35°C untuk mendukung perkembangan flora mikroba permukaan yang optimal dan mempertahankan kelembaban curd.

Koagulasi dan pemotongan juga memiliki dampak jangka panjang terhadap efisiensi retensi komponen susu. Semakin efisien proses ini, semakin tinggi hasil keju yang diperoleh dari volume susu yang sama. Koagulasi yang buruk akan menghasilkan curd yang rapuh dan kehilangan banyak protein dan lemak ke dalam whey. Sebaliknya, koagulasi optimal memungkinkan pembentukan struktur curd yang kokoh dan mampu menahan senyawa gizi utama.

Kualitas enzim rennet atau koagulan nabati turut menentukan kesuksesan proses koagulasi. Variasi dalam aktivitas proteolitik dapat menghasilkan perbedaan dalam tekstur dan flavor keju. Koagulan nabati seperti enzim dari *Cynara cardunculus* (artichoke liar) atau *Ficus carica* (pohon ara) dapat menghasilkan koagulasi lebih lambat dan tekstur keju yang lebih creamy, tetapi juga dapat meningkatkan aktivitas proteolitik yang menyebabkan rasa pahit jika tidak dikendalikan dengan baik.

Selain itu, pH susu sebelum koagulasi perlu dipantau secara ketat. Jika pH terlalu rendah (<6.2), koagulasi oleh rennet menjadi tidak efisien, dan curd akan memiliki struktur yang lemah. Sebaliknya, jika pH terlalu tinggi (>6.8), pembentukan curd lambat dan berisiko menghasilkan produk akhir yang terlalu basah dan mudah rusak selama penyimpanan. Oleh karena itu, pemantauan pH dan suhu secara real-time dengan alat digital menjadi praktik umum di pabrik keju modern.

Secara umum, keberhasilan koagulasi dan pemotongan curd sangat menentukan kualitas akhir keju lunak, baik dari sisi tekstur, kelembaban, maupun cita rasa. Ketelitian dan keahlian dalam tahap ini menjadi ciri khas pembuat keju profesional, yang mampu menyeimbangkan ilmu mikrobiologi, kimia susu, dan seni tradisional dalam menghasilkan produk keju dengan mutu unggul. Adaptasi terhadap bahan baku dan kondisi lingkungan juga diperlukan untuk menjamin konsistensi hasil di setiap batch produksi.

4.4 Pengolahan Curd (Pencetakan, Pengasinan, Pengeringan)

Setelah proses koagulasi dan pemotongan curd selesai, tahapan selanjutnya dalam produksi keju lunak adalah

pengolahan curd yang mencakup pencetakan (*molding*), pengasinan (*salting*), dan pengeringan (*draining* atau *drying*). Tahapan ini bersifat sangat menentukan dalam membentuk karakteristik akhir keju, termasuk tekstur, bentuk fisik, kadar air, serta kestabilan mikrobiologis. Pengolahan curd memerlukan perhatian terhadap waktu, suhu, kelembaban, serta tekanan fisik yang digunakan, karena kesalahan pada tahap ini dapat menyebabkan deformasi struktur keju atau kontaminasi mikroba yang merugikan.

Pencetakan merupakan proses pemindahan curd ke dalam cetakan atau mold yang telah disiapkan sebelumnya. Pada keju lunak, pencetakan umumnya dilakukan tanpa tekanan atau dengan tekanan minimal agar struktur curd tetap lembut dan tidak terlalu padat. Mold yang digunakan terbuat dari bahan plastik food-grade, stainless steel, atau anyaman bambu dalam produksi tradisional. Lubang-lubang kecil pada mold memungkinkan whey keluar secara alami, memfasilitasi pengeringan bertahap. Beberapa jenis keju seperti Camembert atau Brie dicetak dalam bentuk silinder dangkal atau cakram bundar.

Selama pencetakan, curd biasanya dibiarkan mengendap dan mengalirkan whey secara gravitasi. Pengendapan ini dapat berlangsung selama beberapa jam, tergantung pada tingkat kelembaban curd dan jenis keju yang diproduksi. Dalam proses ini, penting untuk menjaga suhu ruang dan kelembaban agar mendukung drainase whey secara optimal dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Pada pembuatan keju lunak, suhu ruang pencetakan dijaga pada 20–24°C dengan kelembaban relatif sekitar 85–95%.

Setelah pencetakan, keju biasanya dikeluarkan dari mold untuk menjalani proses pengasinan. Pengasinan tidak

hanya berfungsi sebagai penambah rasa, tetapi juga sebagai agen pengawet alami yang menghambat pertumbuhan bakteri patogen, mengatur aktivitas air (*water activity*), serta memengaruhi laju aktivitas enzimatis selama pematangan. Pengasinan dapat dilakukan dengan cara kering (*dry salting*), yaitu menaburkan garam langsung ke permukaan keju, atau melalui perendaman dalam larutan garam (*brining*).

Pada keju lunak, metode *brining* sering lebih disukai karena dapat menghasilkan distribusi garam yang lebih merata dan membantu membentuk permukaan kulit keju (*rind*) yang stabil. Konsentrasi larutan garam biasanya berkisar antara 18–24%, dan waktu perendaman bervariasi dari 30 menit hingga beberapa jam tergantung ukuran dan jenis keju. Selama proses ini, interaksi antara garam dan permukaan keju juga mendorong pertumbuhan mikroflora permukaan yang khas, seperti jamur *Penicillium camemberti*.

Pengasinan juga berdampak pada pengeluaran *whey* lebih lanjut, karena osmosis garam menarik kelembaban dari bagian dalam keju. Hal ini menjadi penting dalam menciptakan konsistensi tekstur yang diinginkan pada keju lunak: cukup lembap namun tidak terlalu basah. Pada saat bersamaan, kandungan garam yang tepat akan menstabilkan pH permukaan, menekan kontaminasi mikroba liar, dan memberikan peluang dominasi bagi mikroorganisme starter yang diinginkan.

Setelah pengasinan, keju lunak biasanya menjalani tahap pengeringan awal, yang sering dilakukan di ruang khusus dengan kontrol suhu dan kelembaban. Pengeringan tidak dimaksudkan untuk menghilangkan seluruh kandungan air, tetapi untuk menstabilkan permukaan keju agar siap masuk ke tahap pematangan. Proses ini juga membantu mengurangi kadar laktosa bebas, sehingga memperlambat

fermentasi lebih lanjut dan mencegah gas berlebih yang dapat menyebabkan deformasi struktur.

Pengeringan biasanya berlangsung selama 24–48 jam dalam ruangan bersuhu 10–14°C dengan kelembaban 75–85%. Keju diletakkan di atas rak berlubang atau kasa agar aliran udara menyeluruh dapat terjadi di setiap sisi. Selama periode ini, permukaan keju mulai membentuk lapisan pelindung yang mendukung pertumbuhan flora permukaan khas, terutama untuk keju lunak berkulit jamur. Stabilitas suhu dan kelembaban sangat penting untuk mencegah pertumbuhan mikroba patogen atau perubahan warna permukaan yang tidak diinginkan.

Salah satu tantangan utama dalam tahap pengolahan curd adalah menjaga keseimbangan antara kelembaban dan konsistensi curd. Keju lunak yang terlalu kering akan kehilangan karakteristik kriminya, sementara keju yang terlalu basah rentan terhadap kontaminasi mikroba dan deformasi fisik selama pematangan. Oleh karena itu, pengamatan visual dan penyesuaian kondisi lingkungan dilakukan secara rutin untuk menjamin keseragaman mutu antar batch.

Aspek kebersihan selama pengolahan curd juga sangat krusial, karena keju lunak memiliki kadar air tinggi dan pH rendah yang menjadi media ideal bagi pertumbuhan berbagai mikroorganisme. Penggunaan peralatan stainless steel, sanitasi permukaan produksi, dan pengawasan terhadap pekerja menjadi bagian integral dari kontrol mutu. Beberapa produsen keju menerapkan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) untuk memastikan keamanan pangan sejak tahap pencetakan hingga pengeringan.

Dalam praktik industri, otomatisasi proses pengolahan curd mulai diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi mutu. Teknologi mold presisi, pengendalian suhu

otomatis, dan sistem brining terkomputerisasi memungkinkan produsen besar menghasilkan keju lunak dalam volume tinggi tanpa mengorbankan karakteristik sensorik. Namun demikian, banyak produsen artisanal tetap mempertahankan metode manual untuk menjaga keaslian cita rasa dan kekhasan produk.

Secara keseluruhan, tahap pengolahan curd adalah fondasi penting dalam produksi keju lunak karena memengaruhi langsung tekstur, rasa, ketahanan mikrobiologis, serta nilai jual produk akhir. Integrasi antara ilmu rekayasa pangan, mikrobiologi, dan kontrol lingkungan diperlukan untuk menjamin bahwa setiap unit keju yang dihasilkan tidak hanya aman dikonsumsi, tetapi juga mencerminkan karakteristik organoleptik yang diharapkan oleh konsumen.

4.5 Pematangan (*Aging*) dan Penyimpanan

Tahap pematangan (*aging* atau *ripening*) merupakan proses biologis dan biokimiawi yang sangat menentukan perkembangan karakteristik sensori keju lunak, termasuk rasa, aroma, tekstur, dan tampilan. Pematangan terjadi setelah curd menjalani pencetakan, pengasinan, dan pengeringan awal. Dalam keju lunak, proses pematangan biasanya berlangsung relatif singkat dibandingkan dengan keju keras, berkisar antara beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung pada jenis keju, mikroflora yang digunakan, dan kondisi lingkungan. Durasi dan lingkungan pematangan harus dikontrol ketat untuk memastikan perkembangan enzimatik yang optimal dan mencegah kerusakan mutu.

Proses pematangan melibatkan aktivitas berbagai mikroorganisme, baik yang sengaja diinokulasikan (starter dan non-starter), maupun mikroba alami yang berkembang di

permukaan keju. Enzim-enzim yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat, jamur, dan ragi memecah protein (proteolisis), lemak (lipolisis), dan karbohidrat, menghasilkan senyawa volatil yang memberikan aroma khas keju lunak. Contoh khas adalah *Penicillium camemberti* pada Camembert dan Brie, yang berperan dalam membentuk lapisan kulit putih berbulu (rind) dan menghasilkan rasa khas yang kompleks.

Lingkungan pematangan harus dikondisikan secara ketat, terutama dalam hal suhu dan kelembaban. Suhu optimal untuk pematangan keju lunak umumnya berkisar antara 10–14°C, dengan kelembaban relatif 90–98%. Kelembaban tinggi diperlukan untuk mempertahankan tekstur lembut keju dan mendukung pertumbuhan flora permukaan. Namun, kelembaban yang terlalu tinggi atau tidak stabil dapat menyebabkan keju menjadi terlalu basah, berlendir, atau terkontaminasi mikroba yang tidak diinginkan seperti *Pseudomonas* atau *Mucor*.

Pematangan dilakukan di ruang khusus atau lemari pematangan (*ripening chamber*) yang dilengkapi dengan sistem ventilasi dan kontrol iklim. Keju biasanya diletakkan pada rak berjaring yang memungkinkan sirkulasi udara dari semua sisi. Selama masa pematangan, keju perlu dibalik secara berkala (biasanya setiap 1–2 hari sekali) untuk memastikan distribusi kelembaban yang merata dan mencegah deformasi bentuk. Dalam beberapa jenis keju, permukaan juga perlu dibersihkan atau disikat untuk mengontrol pertumbuhan jamur permukaan.

Perubahan tekstur selama pematangan pada keju lunak sangat khas: dari tekstur padat pada awalnya menjadi lembut, bahkan krimi di bagian tengah akibat enzim proteolitik yang bekerja dari kulit ke bagian dalam. Fenomena ini disebut *ripening from the rind inward*, yang menjadikan bagian tepi lebih matang dibandingkan bagian tengah. Oleh karena itu, pematangan yang tidak merata atau terlalu lama dapat

menyebabkan tekstur menjadi terlalu lembek atau bahkan mencair.

Selama pematangan, aspek keamanan pangan harus dijaga ketat. Meskipun mikroorganisme tertentu seperti *Penicillium* dan *Geotrichum* memiliki peran fungsional, keberadaan patogen seperti *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, atau *E. coli* harus dicegah dengan manajemen higienitas, sanitasi ruang, serta pengawasan suhu dan pH. Produk keju lunak yang matang sebagian besar masih mengandung air dalam jumlah tinggi dan memiliki pH netral hingga rendah, menjadikannya lingkungan yang cukup ideal bagi mikroba patogen jika tidak dikendalikan.

Setelah mencapai tingkat kematangan yang diinginkan, keju lunak harus segera dipindahkan ke tahap penyimpanan atau distribusi. Penyimpanan dilakukan pada suhu rendah (biasanya 2–8°C) untuk memperlambat aktivitas enzimatik dan mikrobiologis. Pada suhu ini, keju lunak tidak berhenti mengalami perubahan, tetapi lajunya melambat, memberikan waktu yang cukup bagi proses distribusi tanpa kehilangan mutu produk secara drastis.

Kemasan selama penyimpanan memiliki peranan penting, tidak hanya dalam menjaga bentuk fisik dan mencegah kontaminasi, tetapi juga dalam mengatur kelembaban mikro dan pertukaran gas. Banyak produsen keju lunak menggunakan kemasan berpori mikro atau kemasan semi-permeabel untuk memungkinkan keju “bernapas”, yaitu melepaskan kelembaban dan gas hasil fermentasi ringan sambil mempertahankan struktur dan kelembaban internal. Teknologi modified atmosphere packaging (MAP) juga mulai digunakan dalam industri skala besar.

Stabilitas mutu keju lunak selama penyimpanan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara suhu, kelembaban, dan karakteristik kemasan. Produk keju yang dikemas terlalu rapat dapat menimbulkan kelebihan kelembaban dan kondensasi,

yang menyebabkan permukaan berlendir atau pertumbuhan jamur yang tidak diinginkan. Sebaliknya, penyimpanan dalam kemasan yang terlalu terbuka atau suhu yang tidak stabil dapat menyebabkan keju menjadi kering dan kehilangan kelembutan khasnya.

Beberapa jenis keju lunak memiliki umur simpan yang relatif pendek, hanya sekitar 1–3 minggu, terutama jika tidak menggunakan bahan pengawet tambahan. Oleh karena itu, sistem rantai dingin (*cold chain*) harus dijaga secara konsisten dari pabrik hingga ke konsumen. Penyimpanan dalam suhu yang menyimpang dari rekomendasi meskipun hanya dalam waktu singkat dapat memengaruhi struktur protein, mempercepat kerusakan, dan menurunkan nilai ekonomi produk.

Untuk produsen kecil atau pengrajin keju (*artisanal cheesemakers*), ruang pematangan dan penyimpanan biasanya dirancang secara terpisah namun saling terintegrasi, dengan kontrol suhu dan kelembaban yang dilakukan secara manual atau semi-otomatis. Meskipun tantangan dalam pengendalian lingkungan lebih tinggi, pendekatan ini memungkinkan fleksibilitas dalam menciptakan keju dengan karakteristik unik yang sulit direplikasi dalam produksi massal.

Keseluruhan tahapan pematangan dan penyimpanan menjadi titik penentu keberhasilan produk keju lunak. Kombinasi antara pengendalian mikrobiologi, pengelolaan lingkungan, dan ketepatan waktu sangat penting dalam menjaga kualitas sensorik, keamanan, serta daya simpan produk. Oleh karena itu, pengetahuan mendalam tentang dinamika pematangan dan teknologi penyimpanan sangat krusial bagi pelaku industri keju lunak modern.

BAB 5

KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN SENSORIK

Karakteristik fisik, kimia, dan sensorik merupakan aspek krusial dalam menentukan mutu akhir keju lunak serta persepsi konsumen terhadap produk tersebut. Pada keju lunak, parameter seperti kadar air dan lemak, tekstur dan elastisitas, aroma dan rasa, warna serta penampakan, saling berinteraksi membentuk profil khas yang membedakan satu jenis keju dari yang lain. Tingginya kadar air menjadikan keju lunak lebih lembut dan cepat mengalami perubahan selama penyimpanan, sementara kandungan lemak berkontribusi pada kekayaan rasa dan mulut rasa (*mouthfeel*). Tekstur dan elastisitas tidak hanya mencerminkan struktur internal keju tetapi juga berpengaruh terhadap kemudahan pemotongan dan penyajian. Aroma dan rasa terbentuk melalui proses biokimia kompleks selama fermentasi dan pematangan, sedangkan warna dan penampakan menjadi indikator penting dari kesegaran serta penerimaan visual produk. Oleh karena itu, evaluasi sensorik diperlukan untuk menilai atribut-atribut ini secara sistematis, baik melalui panel terlatih maupun uji konsumen. Bab ini membahas secara mendalam kelima aspek tersebut sebagai fondasi penting dalam pengembangan, pengendalian mutu, dan inovasi keju lunak.

5.1 Kadar Air dan Lemak

Kadar air dan lemak merupakan dua parameter kimia utama yang sangat memengaruhi karakteristik fisik dan sensorik keju lunak. Keju lunak secara umum ditandai dengan

kadar air yang tinggi, yaitu berkisar antara 45–60%, bahkan lebih pada jenis-jenis tertentu seperti keju segar. Tingginya kadar air berkontribusi terhadap tekstur lunak, rasa segar, serta kemudahan pelelehan pada suhu ruang. Namun, kadar air yang tinggi juga menjadikan keju lebih rentan terhadap kerusakan mikrobiologis dan memperpendek umur simpan produk, sehingga kontrol terhadap parameter ini menjadi sangat penting.

Lemak dalam keju lunak tidak hanya berperan sebagai sumber energi dan cita rasa, tetapi juga berkontribusi terhadap struktur dan stabilitas emulsi dalam matriks keju. Kadar lemak keju lunak bervariasi, tergantung pada bahan baku susu yang digunakan (sapi, kambing, domba), serta metode pengolahan. Keju lunak umumnya mengandung lemak susu dalam kisaran 20–35% berdasarkan berat kering, dan jumlah ini sangat memengaruhi konsistensi, kelembutan, serta kemampuan mencair ketika dipanaskan. Produk dengan kadar lemak lebih tinggi cenderung memiliki tekstur lebih krimi dan rasa lebih kaya.

Interaksi antara kadar air dan lemak membentuk karakter khas keju lunak, di mana rasio lemak terhadap air (*fat-in-moisture ratio*) menjadi indikator penting dalam menentukan persepsi rasa dan mouthfeel. Rasio ini juga mempengaruhi persepsi kekriman di lidah dan kestabilan struktur selama penyimpanan. Dalam formulasi keju lunak komersial, penyesuaian kadar lemak sering kali dilakukan melalui proses standarisasi susu, penambahan krim, atau pemilihan kultur starter yang memengaruhi pelepasan air selama pematangan.

Kadar air tinggi menciptakan lingkungan yang memungkinkan reaksi enzimatik berlangsung lebih aktif. Proteolisis dan lipolisis dipercepat dalam medium berair,

menghasilkan senyawa-senyawa volatil yang memberikan aroma khas pada keju lunak. Namun, kelebihan kadar air juga dapat menyebabkan keju terlalu lunak, lembek, atau bahkan berair, yang tidak diinginkan dari segi mutu. Oleh karena itu, keseimbangan kadar air harus dikendalikan melalui teknik pengolahan seperti pengadukan curd, pencetakan, dan pengeringan awal.

Dalam konteks mutu sensorik, kadar air tinggi berkontribusi terhadap sensasi “meleleh di mulut” dan mouth-coating effect, dua karakteristik yang diinginkan pada keju lunak seperti Brie atau Camembert. Namun, kadar air yang terlalu tinggi tanpa diimbangi oleh struktur protein yang cukup kuat dapat mengakibatkan keju kehilangan bentuk dan sulit ditangani secara fisik. Lemak, sebagai komponen hidrofobik, berperan dalam mengikat matriks protein dan membantu mempertahankan integritas fisik keju saat suhu naik.

Metode analisis kadar air dan lemak keju lunak biasanya dilakukan secara gravimetrik dan ekstraksi pelarut. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode oven pengering (*drying oven method*) atau metode inframerah, sedangkan kadar lemak dapat ditentukan melalui metode Soxhlet atau Gerber. Pengukuran ini tidak hanya penting untuk keperluan label gizi, tetapi juga untuk pengendalian mutu dan standarisasi antar-batch produksi. Dalam skala industri, penggunaan alat pengukur cepat berbasis NIR (*Near Infrared Reflectance*) semakin umum diterapkan.

Kandungan air dan lemak juga memengaruhi daya saing produk dari segi ekonomi. Lemak merupakan komponen mahal dalam susu, sehingga penurunan kadar lemak dapat menjadi strategi untuk menekan biaya produksi, meskipun harus diimbangi dengan rekayasa formulasi agar

mutu sensorik tetap terjaga. Sebaliknya, kadar air yang tinggi dapat meningkatkan bobot jual, tetapi berisiko menurunkan daya simpan dan kestabilan produk jika tidak dikontrol secara tepat.

Dalam pengembangan produk inovatif, manipulasi kadar air dan lemak menjadi kunci untuk menghasilkan keju lunak rendah lemak (*low-fat*) atau keju dengan tekstur tertentu. Produk rendah lemak sering menghadapi tantangan tekstur yang kering dan rasa yang hambar, sehingga produsen menggunakan teknologi penambahan bahan pengganti lemak seperti karbohidrat kompleks atau protein whey terhidrolisis untuk mempertahankan sensasi krimi. Inovasi ini penting untuk menjawab permintaan konsumen akan produk yang lebih sehat tanpa mengorbankan kenikmatan sensori.

Perubahan kadar air dan lemak juga terjadi selama penyimpanan dan pematangan. Aktivitas enzim, suhu, dan kelembaban dapat menyebabkan redistribusi lemak dalam matriks keju dan penguapan air secara perlahan, sehingga tekstur dan rasa berubah seiring waktu. Oleh karena itu, pemantauan rutin terhadap kadar air dan lemak selama penyimpanan sangat penting untuk memastikan kesesuaian mutu produk dengan spesifikasi.

Secara keseluruhan, kadar air dan lemak tidak hanya berfungsi sebagai parameter kimia, tetapi juga berperan sebagai indikator penting dalam kontrol proses dan jaminan mutu keju lunak. Interaksi keduanya membentuk dasar karakteristik sensorik dan tekstur produk, serta menjadi pertimbangan utama dalam formulasi, proses produksi, dan penyimpanan. Pemahaman yang komprehensif terhadap dinamika kadar air dan lemak merupakan fondasi penting dalam inovasi produk keju lunak yang berkualitas tinggi.

5.2 Tekstur dan Elastisitas

Tekstur merupakan salah satu atribut utama yang membedakan keju lunak dari jenis keju lainnya dan memiliki peran penting dalam menentukan daya terima produk oleh konsumen. Dalam konteks keju lunak, tekstur umumnya dicirikan sebagai lembut, halus, mudah dioleskan, atau bahkan sedikit cair tergantung pada jenisnya. Sementara itu, elastisitas merujuk pada kemampuan keju untuk kembali ke bentuk semula setelah diberi tekanan, yang menjadi indikator penting dari struktur internal keju serta kualitas proteinnya. Tekstur dan elastisitas tidak hanya memengaruhi persepsi sensorik, tetapi juga memengaruhi kegunaan keju dalam berbagai aplikasi kuliner.

Faktor utama yang memengaruhi tekstur dan elastisitas keju lunak adalah kadar air dan kandungan lemak. Keju lunak memiliki kadar air yang tinggi, biasanya di atas 50%, yang menyebabkan teksturnya lebih lembek dan rentan terhadap deformasi. Kandungan lemak yang tinggi akan memberikan sensasi creamy yang kaya, sedangkan kandungan lemak yang rendah cenderung menghasilkan keju dengan tekstur lebih padat dan kering. Interaksi antara air, lemak, dan protein membentuk struktur gel yang menentukan kepadatan dan kehalusan keju.

Protein utama dalam susu, yaitu kasein, berperan penting dalam pembentukan struktur keju lunak. Selama koagulasi, kasein membentuk jaringan gel yang menangkap air dan lemak, menciptakan matriks tiga dimensi yang menentukan karakteristik tekstur. Jaringan ini bersifat elastis dan dapat berubah bentuk bergantung pada teknik pengolahan, suhu, pH, serta waktu koagulasi. Keseimbangan antara kekuatan ikatan protein dan retensi kelembaban sangat penting dalam mempertahankan tekstur yang diinginkan.

Jenis keju lunak yang berbeda memiliki profil tekstur dan elastisitas yang sangat bervariasi. Contohnya, brie memiliki tekstur lembut dan creamy dengan sedikit elastisitas, sedangkan feta memiliki tekstur yang lebih padat dan crumbly. Cottage cheese bahkan menunjukkan tekstur granular dengan elastisitas minimal karena curdnya tidak dipadatkan sepenuhnya. Perbedaan ini mencerminkan perbedaan bahan baku, kultur mikroorganisme, serta teknik produksi yang digunakan.

Proses pengadukan, pencetakan, dan pengasinan curd juga berkontribusi besar terhadap tekstur akhir keju lunak. Pengadukan yang terlalu intensif dapat merusak struktur gel dan menyebabkan keju menjadi terlalu lembek atau berair. Pencetakan tanpa tekanan berat menjaga kelembutan keju, sementara proses pengasinan memengaruhi kelembaban dan interaksi ionik antar molekul protein, yang pada akhirnya mengubah kekompakan dan elastisitas keju.

Elastisitas keju juga sangat dipengaruhi oleh tingkat pematangan. Pada keju lunak yang mengalami pematangan (seperti camembert atau brie), proteolisis oleh enzim dari mikroorganisme starter menyebabkan pelunakan jaringan protein. Hal ini meningkatkan kelembutan dan menurunkan elastisitas seiring waktu, sehingga keju menjadi lebih mudah menyebar. Sebaliknya, keju yang tidak mengalami proses pematangan cenderung mempertahankan elastisitas lebih tinggi dan struktur yang lebih stabil.

Teknik pengukuran tekstur dilakukan baik secara sensorik maupun instrumental. Salah satu alat yang umum digunakan adalah *Texture Profile Analyzer* (TPA), yang dapat mengukur parameter seperti kekerasan, kekenyalan, kelengketan, dan elastisitas. Pengukuran ini penting dalam standarisasi mutu produk, pengembangan formulasi baru, dan

evaluasi perubahan selama penyimpanan atau distribusi produk keju lunak.

Preferensi konsumen terhadap tekstur sangat beragam, tergantung pada budaya dan kebiasaan makan. Di beberapa negara, tekstur creamy dan mudah dioleskan sangat disukai untuk keju yang dikonsumsi dengan roti atau biskuit. Di lain pihak, konsumen yang menggunakan keju dalam salad atau masakan mungkin lebih memilih tekstur yang lebih padat dan tidak meleleh. Oleh karena itu, produsen perlu menyesuaikan profil tekstur keju sesuai dengan segmen pasar dan tujuan penggunaan produk.

Elastisitas juga memiliki dampak signifikan terhadap aplikasi kuliner. Keju mozzarella segar, misalnya, diharapkan memiliki elastisitas tinggi yang memberikan efek "stretch" ketika dipanaskan, suatu atribut penting dalam produk seperti pizza. Sebaliknya, cream cheese untuk kue atau isian lebih disukai dalam bentuk halus dan lembut, tanpa elastisitas berlebih. Karakteristik ini mempengaruhi nilai fungsional keju dalam formulasi makanan dan produk olahan.

Untuk menyesuaikan atau memodifikasi tekstur dan elastisitas, produsen keju lunak dapat menggunakan berbagai strategi, termasuk penambahan bahan tambahan seperti stabilizer atau protein susu lainnya. Beberapa formulasi juga memanfaatkan hidrokoloid seperti pektin atau guar gum untuk meningkatkan viskositas dan stabilitas tekstur. Teknik ini memungkinkan fleksibilitas dalam pengembangan produk baru tanpa mengorbankan kualitas sensorik.

Secara keseluruhan, pemahaman yang mendalam mengenai tekstur dan elastisitas keju lunak sangat penting dalam rangka menciptakan produk yang tidak hanya berkualitas tinggi, tetapi juga memenuhi harapan konsumen dari sisi fungsional maupun sensorik. Pengelolaan parameter

ini membutuhkan pendekatan ilmiah dan teknologi yang presisi, dari pemilihan bahan baku hingga teknik produksi dan evaluasi produk akhir.

5.3 Aroma dan Rasa

Aroma dan rasa merupakan dua atribut sensorik utama yang membentuk persepsi keseluruhan terhadap mutu dan kenikmatan keju lunak. Aroma berkaitan dengan senyawa volatil yang terhirup melalui hidung, sedangkan rasa mencakup persepsi dari reseptor di lidah seperti manis, asam, asin, pahit, dan umami. Meskipun keduanya sering kali saling tumpang tindih dalam pengalaman mengonsumsi keju, keduanya berasal dari mekanisme biokimia yang kompleks dan beragam, yang sangat dipengaruhi oleh proses produksi dan pematangan keju.

Senyawa volatil yang bertanggung jawab terhadap aroma keju lunak sangat beragam, termasuk asam lemak bebas rantai pendek, senyawa sulfur, keton, alkohol, dan ester. Senyawa ini terbentuk dari aktivitas enzimatik mikroorganisme yang digunakan selama fermentasi dan pematangan. Keju lunak seperti camembert dan brie terkenal dengan aroma khasnya yang kuat dan kompleks, hasil dari interaksi antara jamur permukaan *Penicillium camemberti* dan bakteri laktat selama pematangan.

Peran mikroorganisme dalam pembentukan aroma dan rasa keju lunak sangat krusial. Kultur starter seperti *Lactococcus lactis* dan *Leuconostoc spp.* menghasilkan asam laktat dari laktosa yang berkontribusi terhadap rasa asam khas keju segar. Sementara itu, mikroorganisme sekunder seperti jamur dan bakteri ripening menguraikan protein dan lemak menjadi senyawa-senyawa turunan seperti peptida, asam

amino bebas, dan asam lemak, yang memberikan kompleksitas pada flavor keju lunak yang telah matang.

Proses proteolisis dan lipolisis merupakan dua mekanisme utama yang menghasilkan senyawa pembentuk rasa dan aroma. Proteolisis menghasilkan asam amino seperti metionin dan leusin, yang kemudian diubah menjadi senyawa sulfur atau aldehida yang beraroma kuat. Lipolisis, di sisi lain, melepaskan asam lemak bebas dari trigliserida, yang memberikan rasa gurih, tajam, atau bahkan sedikit pedas tergantung pada derajat dekomposisi dan jenis asam lemak yang terbentuk.

Profil aroma dan rasa pada keju lunak dapat sangat bervariasi tergantung jenisnya. Keju seperti cream cheese memiliki rasa ringan dan creamy dengan aroma susu segar, sedangkan keju seperti brie dan camembert memiliki rasa yang lebih intens, umami, dengan sentuhan earthy atau mushroom-like. Feta memiliki rasa asin dan asam yang khas, yang dikembangkan melalui fermentasi dan penggunaan larutan garam saat penyimpanan.

Tingkat pematangan juga memainkan peran besar dalam menentukan intensitas aroma dan rasa. Pada awal masa simpan, keju lunak cenderung memiliki profil rasa yang ringan dan bersih. Namun seiring waktu, pematangan menghasilkan peningkatan senyawa volatil, memperkuat aroma dan rasa. Dalam beberapa kasus, aroma yang terlalu kuat dapat dianggap tidak menyenangkan oleh sebagian konsumen, sehingga kontrol selama aging sangat penting untuk menghasilkan flavor yang seimbang.

Jenis susu yang digunakan sebagai bahan baku, termasuk susu sapi, kambing, atau domba, juga memengaruhi flavor keju lunak. Susu kambing, misalnya, mengandung asam kaproat dan kaprilat yang memberikan aroma khas yang lebih

tajam. Selain itu, pakan dan kondisi lingkungan tempat ternak dibesarkan akan memengaruhi komposisi susu, yang pada akhirnya berdampak terhadap karakteristik sensorik keju.

Evaluasi aroma dan rasa dilakukan melalui analisis sensorik oleh panel terlatih dan instrumen kimiawi seperti kromatografi gas (GC) atau spektrometri massa (MS) untuk mengidentifikasi senyawa volatil. Evaluasi sensorik memungkinkan pemetaan preferensi konsumen dan perbandingan antar produk, sedangkan pendekatan instrumental memberikan data objektif untuk mendukung pengembangan formulasi dan inovasi produk.

Preferensi konsumen terhadap aroma dan rasa keju lunak sangat bergantung pada latar belakang budaya, pengalaman kuliner, dan tujuan konsumsi. Di beberapa pasar, keju dengan aroma tajam dianggap premium dan otentik, sedangkan di pasar lain, aroma yang ringan dan netral lebih disukai. Oleh karena itu, produsen harus mempertimbangkan target konsumen dalam menentukan intensitas flavor yang diinginkan.

Tantangan utama dalam pengembangan aroma dan rasa keju lunak adalah mencapai konsistensi mutu dalam setiap batch produksi, mengingat banyaknya variabel yang memengaruhi flavor. Di sisi lain, permintaan terhadap varian rasa baru membuka peluang inovasi dengan menambahkan bumbu, herbal, atau kultur flavoring khusus. Dengan pendekatan ilmiah dan pengendalian proses yang ketat, aroma dan rasa keju lunak dapat dioptimalkan untuk memenuhi standar mutu dan kepuasan konsumen.

5.4 Warna dan Penampakan

Warna dan penampakan merupakan karakteristik fisik penting dalam evaluasi mutu keju lunak karena keduanya

berperan dalam membentuk persepsi awal konsumen sebelum produk dikonsumsi. Warna berkaitan dengan sifat spektral permukaan keju yang dipantulkan oleh cahaya, sedangkan penampakan mencakup visual keseluruhan produk, termasuk bentuk, keutuhan, keberadaan kerak atau jamur, serta distribusi warna yang merata. Dalam industri keju, aspek visual ini tidak hanya bersifat estetika, tetapi juga berfungsi sebagai indikator mutu, keamanan, dan konsistensi produk.

Warna keju lunak sangat bervariasi tergantung pada jenis produk dan proses produksinya. Keju lunak seperti cream cheese biasanya memiliki warna putih bersih atau putih pucat, sementara keju seperti brie atau camembert memiliki lapisan luar putih berbulu akibat pertumbuhan *Penicillium camemberti*. Beberapa keju lunak lain, terutama yang menggunakan jamur *Penicillium roqueforti*, menunjukkan bercak-bercak biru atau hijau di bagian dalam, menambah karakter visual yang khas. Warna-warna ini terbentuk akibat aktivitas mikroorganisme serta reaksi biokimia selama pematangan.

Faktor utama penentu warna alami keju adalah jenis susu yang digunakan. Susu sapi, kambing, atau domba memiliki perbedaan komposisi pigmen alami seperti beta-karoten, yang memberi warna kekuningan pada keju. Beta-karoten tidak terdapat dalam susu kambing dalam jumlah signifikan, sehingga keju dari susu kambing cenderung lebih putih. Selain itu, aktivitas mikroorganisme selama fermentasi dapat menghasilkan pigmen tertentu atau menyebabkan perubahan warna melalui degradasi senyawa protein dan lemak.

Selain faktor biologis, aspek teknologi juga memengaruhi warna keju lunak. Penggunaan aditif pewarna

alami seperti annatto (bixin) umum dilakukan untuk menstandarkan warna keju, terutama bila variasi warna susu mentah memengaruhi konsistensi tampilan produk akhir. Meskipun demikian, penggunaannya lebih umum pada keju keras atau semi-keras, dan jarang ditemukan pada keju lunak karena tujuan keju lunak lebih menekankan pada tampilan alami dan permukaan yang dibiarkan berkembang secara biologis.

Penampakan luar keju lunak sangat penting untuk citra produk. Kehalusan permukaan, simetri bentuk, tidak adanya retakan atau lubang yang tidak diinginkan menjadi indikator penting dalam penilaian mutu visual. Permukaan keju yang dilapisi jamur putih sebaiknya memiliki pertumbuhan yang merata dan tidak terlalu tebal, karena pertumbuhan yang tidak merata bisa menandakan ketidakseimbangan kondisi pematangan. Pada keju blue mold, penyebaran bercak biru yang konsisten menunjukkan kontrol proses inokulasi dan pematangan yang baik.

Warna juga dapat digunakan sebagai indikator tingkat kematangan keju. Pada beberapa jenis keju lunak, perubahan warna pada kulit atau bagian dalamnya menandakan intensifikasi proses enzimatik, proteolisis, atau aktivitas mikroba tertentu. Warna krem yang semakin gelap atau adanya pembentukan lapisan putih keabuan di permukaan menandakan bahwa keju sedang berada dalam tahap pematangan lanjutan. Dalam hal ini, warna bukan hanya sekadar elemen estetis, tetapi juga menunjukkan transformasi biokimiawi yang penting.

Ketidaksempurnaan dalam penampakan, seperti noda, permukaan tidak rata, atau warna yang terlalu kontras, dapat mengurangi daya tarik konsumen dan menimbulkan kesan bahwa produk kurang higienis atau cacat. Oleh karena itu,

produsen keju lunak biasanya menerapkan pengawasan visual yang ketat pada tahap akhir produksi sebelum produk dikemas dan didistribusikan. Standar visual tersebut harus didokumentasikan dalam sistem mutu, terutama jika produk ditujukan untuk pasar ekspor atau konsumen premium.

Evaluasi warna dan penampakan keju lunak dapat dilakukan melalui metode sensorik dengan panel terlatih, maupun pendekatan objektif menggunakan perangkat colorimeter, spektrofotometer, atau pencitraan digital berbasis AI. Data warna dalam format standar seperti CIE Lab* dapat digunakan untuk membandingkan produk antar-batch serta memantau stabilitas warna selama penyimpanan. Ini penting karena perubahan warna selama distribusi atau penyimpanan bisa menandakan kerusakan atau pertumbuhan mikroba kontaminan.

Preferensi konsumen terhadap warna keju lunak sangat dipengaruhi oleh kebiasaan budaya dan ekspektasi visual. Di Eropa Barat, permukaan jamur putih pada keju dianggap menarik dan berkualitas, sementara di beberapa negara Asia, tampilan tersebut bisa disalahartikan sebagai pembusukan. Oleh karena itu, edukasi visual melalui kemasan dan promosi menjadi penting untuk menginformasikan karakteristik visual yang diharapkan dari keju lunak kepada konsumen.

Secara keseluruhan, warna dan penampakan memainkan peran kunci dalam penentuan mutu sensorik dan penerimaan pasar terhadap keju lunak. Kombinasi antara faktor biologis, teknologi produksi, dan preferensi konsumen menentukan seperti apa warna dan visual yang ideal bagi suatu produk keju. Pemahaman dan pengendalian terhadap variabel-variabel ini menjadi landasan penting dalam menjamin mutu dan daya saing produk keju lunak di pasar global.

5.5 Evaluasi Sensorik Keju Lunak

Evaluasi sensorik merupakan pendekatan ilmiah yang digunakan untuk mengukur, menganalisis, dan menafsirkan respons manusia terhadap karakteristik produk pangan seperti rasa, aroma, tekstur, dan penampakan. Dalam konteks keju lunak, evaluasi sensorik menjadi alat penting untuk memahami kualitas produk secara menyeluruh dari sudut pandang konsumen maupun panelis terlatih. Selain sebagai bagian dari kontrol mutu, evaluasi sensorik juga sangat relevan dalam proses pengembangan produk baru, penentuan umur simpan, dan analisis preferensi pasar.

Terdapat tiga pendekatan utama dalam evaluasi sensorik keju lunak, yaitu evaluasi diskriptif, hedonik, dan diskriminatif. Evaluasi diskriptif digunakan oleh panelis terlatih untuk menggambarkan dan mengukur intensitas karakteristik sensorik secara objektif. Evaluasi hedonik melibatkan konsumen umum untuk menilai kesukaan mereka terhadap suatu produk, sedangkan evaluasi diskriminatif digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara dua atau lebih sampel keju lunak. Ketiga pendekatan ini memberikan informasi yang saling melengkapi dalam menilai mutu produk secara holistik.

Dalam evaluasi sensorik keju lunak, parameter utama yang dinilai mencakup penampakan visual, warna, aroma, rasa (termasuk rasa dasar dan flavor kompleks), tekstur di mulut, dan aftertaste. Keju lunak memiliki kompleksitas flavor yang tinggi akibat proses fermentasi, pematangan, dan degradasi protein serta lemak, sehingga profil sensorik yang dihasilkan sangat kaya dan dinamis. Oleh karena itu, deskripsi aroma seperti asam susu, jamur, tanah, hingga aroma kacang dapat muncul tergantung jenis keju dan tahapan kematangannya.

Pelaksanaan evaluasi sensorik harus memenuhi standar prosedural tertentu agar hasilnya akurat dan dapat direplikasi. Ruangan pencicipan sebaiknya terkontrol dari segi pencahayaan, suhu, dan kebisingan, serta dilengkapi bilik individual agar panelis tidak saling memengaruhi. Suhu penyajian keju juga harus diperhatikan, karena suhu terlalu rendah akan mengurangi volatilitas senyawa aroma dan membuat tekstur lebih kaku, sedangkan suhu terlalu tinggi bisa mengubah struktur dan menyebabkan ketidaksesuaian persepsi.

Pemilihan panelis menjadi aspek penting dalam evaluasi sensorik. Panelis terlatih mampu mengenali dan membedakan atribut sensorik secara konsisten, sementara konsumen umum lebih mencerminkan preferensi aktual di pasar. Pelatihan panelis mencakup pengenalan terhadap atribut spesifik keju lunak, penggunaan skala penilaian, serta kalibrasi intensitas dengan sampel acuan. Latihan ini bertujuan untuk mengurangi variabilitas subjektif dan meningkatkan reliabilitas hasil penilaian.

Skala penilaian yang digunakan dalam evaluasi sensorik bervariasi tergantung pada tujuannya. Skala hedonik 9 titik umum digunakan untuk mengukur kesukaan konsumen, sedangkan skala intensitas digunakan dalam evaluasi diskriptif untuk mengukur tingkat kekuatan atribut seperti kekentalan, ketajaman aroma, atau kekasaran tekstur. Profil sensorik yang dihasilkan dapat divisualisasikan dalam bentuk spider chart untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang keunggulan dan kekurangan produk.

Kendala utama dalam evaluasi sensorik keju lunak adalah tingginya tingkat variabilitas antar sampel yang bisa dipengaruhi oleh kondisi pematangan, penyimpanan, dan bahkan metode produksi. Aroma keju lunak juga bersifat

volatil dan mudah berubah tergantung suhu lingkungan, waktu penyajian, atau bahkan interaksi dengan kemasan. Oleh karena itu, standarisasi dalam penanganan dan penyajian sampel menjadi kunci dalam menjaga konsistensi data.

Evaluasi sensorik tidak berdiri sendiri, melainkan sebaiknya dikombinasikan dengan data fisik dan kimia dari keju untuk memberikan gambaran objektif tentang mutu produk. Misalnya, hasil uji tekstur instrumental dapat dikorelasikan dengan persepsi kekentalan atau elastisitas oleh panelis. Demikian pula, analisis profil aroma dengan teknik gas *chromatography* dapat menjelaskan keberadaan senyawa volatil tertentu yang terdeteksi secara sensorik.

Hasil evaluasi sensorik keju lunak dapat digunakan secara luas dalam pengambilan keputusan produksi dan pemasaran. Dalam pengembangan produk, evaluasi ini menjadi tolok ukur keberhasilan formulasi dan teknik pemrosesan. Di sisi lain, data sensorik juga menjadi acuan dalam promosi, penetapan harga, serta segmentasi pasar berdasarkan preferensi konsumen. Dalam sistem manajemen mutu, hasil evaluasi sensorik berfungsi sebagai indikator penting dalam audit internal maupun eksternal.

Dengan demikian, evaluasi sensorik merupakan bagian integral dari penjaminan mutu dan inovasi produk keju lunak. Melalui pendekatan ilmiah dan terstandar, evaluasi ini tidak hanya membantu produsen memahami persepsi konsumen, tetapi juga mendorong pengembangan produk yang memenuhi ekspektasi pasar tanpa mengorbankan integritas ilmiah dan mutu gizi. Dalam konteks industri yang semakin kompetitif, kompetensi dalam pengelolaan evaluasi sensorik menjadi aset strategis yang menentukan keberhasilan produk keju lunak di pasar domestik maupun internasional.

BAB 6

KEAMANAN DAN MUTU KEJU LUNAK

Bab ini membahas aspek keamanan dan mutu yang menjadi fondasi utama dalam produksi keju lunak yang aman dikonsumsi dan berkualitas tinggi. Keju lunak, karena kadar airnya yang tinggi dan aktivitas air yang relatif besar, tergolong produk pangan yang rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis serta degradasi mutu jika tidak dikelola dengan tepat. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman mendalam mengenai standar mutu nasional dan internasional, potensi bahaya mikrobiologis seperti *Listeria monocytogenes* dan *Salmonella spp.*, serta pentingnya penerapan prinsip higiene dan sanitasi yang ketat selama proses produksi. Di samping itu, pengemasan dan penyimpanan yang tepat turut menentukan kestabilan mutu dan keamanan produk selama distribusi dan penyimpanan. Melalui bab ini, pembaca akan memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai langkah-langkah preventif dan kontrol yang diperlukan untuk menjamin keju lunak yang tidak hanya lezat, tetapi juga aman dan sesuai standar mutu yang berlaku.

6.1 Standar Mutu dan Persyaratan SNI/Internasional

Standar mutu merupakan acuan penting dalam menjamin kualitas dan keamanan produk pangan, termasuk keju lunak. Standar ini dirancang untuk melindungi konsumen dari potensi bahaya serta memastikan bahwa produk yang

beredar di pasar memenuhi kriteria tertentu dalam hal kandungan gizi, kebersihan, dan stabilitas. Di tingkat nasional, Indonesia telah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk berbagai jenis keju, meskipun untuk keju lunak secara khusus masih mengalami pengembangan dan penyesuaian dengan praktik global. Sementara itu, di tingkat internasional, lembaga seperti *Codex Alimentarius Commission* telah menetapkan pedoman global untuk standar keju, termasuk karakteristik fisik, kimia, mikrobiologis, dan pelabelan.

SNI berfungsi sebagai panduan wajib atau sukarela, tergantung pada regulasi yang berlaku, bagi produsen keju lunak di Indonesia. Beberapa parameter utama yang tercantum dalam SNI meliputi kadar air maksimum, kandungan lemak, kadar protein, pH, dan batas cemaran mikrobiologis. Untuk keju lunak, kadar air yang tinggi menjadikan pengawasan parameter ini sangat penting karena berpengaruh terhadap daya simpan dan kerentanan terhadap mikroorganisme patogen. Selain itu, batas maksimum cemaran mikrobiologis seperti *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., dan *E. coli* juga diatur secara ketat.

Standar Codex untuk keju, termasuk keju lunak, memberikan kerangka umum yang dapat diadopsi oleh negara-negara anggota untuk membentuk kebijakan nasionalnya. Codex menetapkan spesifikasi umum dan khusus yang meliputi karakteristik fisik dan kimia, bahan baku yang digunakan, serta penambahan zat aditif yang diperbolehkan. Misalnya, dalam hal penggunaan enzim koagulan, hanya rennet dari hewan atau mikroba yang diizinkan, serta batasan pada penggunaan zat pengawet, pewarna, dan penstabil. Keju lunak dengan kulit jamur seperti Camembert dan Brie juga memiliki ketentuan tersendiri dalam hal standar mikrobiologis dan spesifikasi organisme starter.

Selain SNI dan Codex, standar mutu internasional dari Uni Eropa dan Amerika Serikat sering dijadikan rujukan oleh industri pangan global. Uni Eropa memiliki sistem regulasi ketat dalam hal pelabelan keju, indikasi geografis, serta praktik pertanian dan peternakan yang berkelanjutan. Keju-keju dengan indikasi geografis tertentu seperti "Camembert de Normandie" harus memenuhi standar mutu ketat dan proses produksi khas yang tidak bisa dipalsukan. Sementara itu, *Food and Drug Administration* (FDA) di Amerika Serikat menetapkan batasan ketat untuk kontaminan kimia dan mikrobiologis, serta menuntut penerapan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP).

Parameter kimia dalam standar mutu keju lunak meliputi kadar air, kadar lemak dalam bahan kering (FDM - fat in dry matter), kadar protein, dan tingkat keasaman (pH). Keju lunak biasanya memiliki kadar air > 50% dan FDM antara 20–35%, tergantung jenisnya. Pemantauan parameter ini penting untuk menjamin keseragaman produk dan daya simpannya. Misalnya, kadar air yang terlalu tinggi bisa menyebabkan pertumbuhan mikroba yang lebih cepat, sementara kadar lemak yang tidak sesuai akan memengaruhi tekstur dan cita rasa keju.

Dalam hal standar mikrobiologis, regulasi nasional dan internasional umumnya menetapkan batas maksimal untuk *Total Plate Count* (TPC), *coliform*, *E. coli*, *Salmonella spp.*, dan *Listeria monocytogenes*. *Listeria* menjadi perhatian utama dalam keju lunak karena jenis keju ini tidak selalu mengalami proses pemanasan tinggi setelah fermentasi, sehingga memungkinkan bakteri ini bertahan dan berkembang. FDA, misalnya, menetapkan bahwa *Listeria* harus tidak terdeteksi dalam 25 gram produk akhir. Di Indonesia, SNI menetapkan batas serupa berdasarkan jenis keju dan kategori risiko.

Selain parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis, standar mutu juga mencakup aspek sensorik seperti rasa, aroma, warna, dan tekstur. Meskipun aspek ini bersifat subjektif, lembaga standar menggunakan panel uji terlatih untuk menetapkan karakteristik sensorik khas dari setiap jenis keju lunak. Evaluasi sensorik juga membantu memastikan bahwa keju yang diproduksi secara massal tetap mempertahankan karakteristik khasnya dari waktu ke waktu, sehingga memberikan konsistensi produk kepada konsumen.

Pelabelan merupakan bagian integral dari standar mutu. Codex dan berbagai regulasi nasional menekankan pentingnya pelabelan yang jujur dan informatif, termasuk pencantuman jenis keju, bahan baku utama (termasuk asal susu), nama dan alamat produsen, tanggal kedaluwarsa, serta petunjuk penyimpanan. Untuk produk ekspor, ketentuan pelabelan harus mengikuti peraturan negara tujuan, termasuk penggunaan bahasa lokal, klaim gizi, dan peringatan alergi, terutama untuk kandungan susu dan enzim hewani.

Proses sertifikasi mutu menjadi langkah penting untuk menunjukkan bahwa produk keju lunak telah memenuhi standar yang ditetapkan. Sertifikasi dapat diperoleh dari lembaga nasional seperti Badan Standardisasi Nasional (BSN) atau lembaga internasional seperti ISO (*International Organization for Standardization*). Produsen yang telah tersertifikasi cenderung memiliki keunggulan kompetitif karena menunjukkan komitmen terhadap kualitas dan keamanan pangan.

Penerapan sistem manajemen mutu seperti HACCP dan ISO 22000 juga menjadi syarat dalam memastikan kepatuhan terhadap standar mutu. Sistem ini melibatkan identifikasi titik-titik kritis dalam proses produksi yang dapat menimbulkan bahaya, serta penerapan tindakan pengendalian untuk

mencegah terjadinya kontaminasi. Dalam konteks keju lunak, titik-titik kritis sering ditemukan pada tahap pasteurisasi, inokulasi kultur starter, dan penyimpanan akhir.

Tantangan dalam penerapan standar mutu keju lunak di Indonesia antara lain adalah keterbatasan laboratorium uji yang terakreditasi, kurangnya pelatihan teknis bagi produsen skala kecil, serta kendala biaya dalam penerapan sistem mutu. Selain itu, kurangnya harmonisasi antara SNI dan standar internasional sering menimbulkan hambatan dalam perdagangan luar negeri, terutama ekspor produk olahan susu.

Dukungan pemerintah dan lembaga teknis sangat diperlukan dalam mengembangkan pedoman teknis, pelatihan, dan fasilitas pengujian bagi pelaku industri keju lunak, khususnya UMKM. Program pembinaan mutu, subsidi sertifikasi, dan fasilitasi ekspor bisa menjadi strategi untuk mendorong pertumbuhan industri keju dalam negeri yang kompetitif secara global.

Pembaruan standar mutu secara berkala juga diperlukan untuk menyesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tren pasar, serta risiko baru yang mungkin timbul. Misalnya, dengan semakin populernya keju vegan atau berbasis nabati, perlu adanya revisi terhadap definisi dan standar mutu keju lunak untuk mencakup inovasi tersebut.

Kolaborasi antara pemerintah, industri, lembaga penelitian, dan konsumen menjadi kunci keberhasilan penerapan standar mutu keju lunak. Dengan sinergi ini, kualitas produk yang beredar di pasar dapat dipertahankan, sekaligus memberikan perlindungan optimal bagi konsumen dan meningkatkan daya saing produk keju lunak Indonesia di pasar global.

Melalui pemahaman mendalam terhadap standar mutu dan persyaratan nasional maupun internasional, industri keju lunak dapat tumbuh secara berkelanjutan dengan tetap mengedepankan keamanan, mutu, dan kepuasan konsumen. Bab ini menjadi dasar penting untuk menjembatani antara aspek teknis produksi dengan regulasi mutu yang harus dipatuhi dalam praktik industri modern.

6.2 Bahaya Mikrobiologis (*Listeria*, *Salmonella*, dll.)

Keju lunak merupakan produk olahan susu yang sangat rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis karena karakteristik fisik dan kimianya yang mendukung pertumbuhan mikroba. Kandungan air yang tinggi (lebih dari 50%) dan pH yang cenderung netral (sekitar 4,6–6,0) menciptakan lingkungan ideal bagi mikroorganisme patogen untuk berkembang biak. Selain itu, tidak semua jenis keju lunak mengalami proses pemanasan akhir setelah fermentasi, sehingga memungkinkan bakteri patogen tetap hidup hingga tahap konsumsi. Oleh karena itu, pemahaman tentang potensi bahaya mikrobiologis menjadi aspek penting dalam menjamin keamanan keju lunak.

Listeria monocytogenes adalah salah satu patogen utama yang menjadi perhatian dalam industri keju lunak. Bakteri ini memiliki kemampuan unik untuk tumbuh pada suhu rendah, termasuk dalam kondisi penyimpanan lemari pendingin. *Listeria* dapat menyebabkan penyakit serius seperti listeriosis, terutama pada kelompok rentan seperti ibu hamil, bayi baru lahir, lansia, dan individu dengan sistem imun lemah. Keju lunak seperti Brie, Camembert, dan keju segar sering kali dikaitkan dengan risiko *Listeria* karena tidak

menjalani pemanasan yang cukup untuk membunuh mikroorganisme tersebut.

Salmonella spp. merupakan patogen lain yang sering dilaporkan dalam kontaminasi produk susu, termasuk keju lunak. Bakteri ini menyebabkan penyakit gastroenteritis atau salmonellosis, dengan gejala berupa demam, diare, dan kram perut. *Salmonella* dapat masuk ke dalam produk keju melalui susu mentah yang tidak dipasteurisasi dengan sempurna, kontaminasi dari lingkungan produksi, atau kontak dengan peralatan dan tangan pekerja yang tidak higienis. Beberapa outbreak besar *Salmonella* yang terjadi di Amerika Serikat dan Eropa disebabkan oleh keju lunak yang terkontaminasi.

Escherichia coli, khususnya *strain enterohemorrhagic* (EHEC), juga menjadi ancaman serius dalam produksi keju lunak. *E. coli* dapat mengontaminasi susu sejak tahap pemerahan jika sanitasi tidak dijaga. Keberadaan EHEC dapat menyebabkan infeksi berat, bahkan komplikasi seperti hemolitik uremik sindrom (HUS). Bakteri ini sangat berbahaya karena dosis infeksiusnya sangat rendah, dan keberadaannya tidak selalu mengubah tampilan atau aroma produk.

Staphylococcus aureus adalah mikroorganisme lain yang perlu diwaspadai, terutama dalam proses penanganan manual keju lunak. *S. aureus* menghasilkan enterotoksin yang tahan panas dan tetap aktif meskipun bakteri telah mati akibat pasteurisasi atau pengolahan. Kontaminasi biasanya berasal dari kulit, rambut, atau saluran pernapasan pekerja yang tidak menggunakan perlindungan higienis saat memproduksi keju. Jika jumlah koloni *S. aureus* mencapai ambang kritis, produksi enterotoksin dapat terjadi dan menyebabkan keracunan makanan.

Sumber kontaminasi mikrobiologis dalam keju lunak sangat beragam, mulai dari susu mentah, peralatan yang tidak

steril, air, udara, hingga pekerja produksi. Oleh karena itu, penerapan prinsip Good Manufacturing Practices (GMP) dan program kebersihan yang ketat sangat diperlukan. Sanitasi ruang produksi, sterilisasi alat, pengolahan susu secara higienis, dan pelatihan kebersihan bagi pekerja adalah langkah penting dalam meminimalkan risiko kontaminasi silang.

Pasteurisasi merupakan langkah kritis dalam pengendalian bahaya mikrobiologis, terutama untuk membunuh patogen yang terdapat dalam susu mentah. Namun, perlu dicatat bahwa pasteurisasi bukan jaminan mutlak keamanan produk, karena proses pasca-pasteurisasi, seperti pemotongan, pencetakan, dan pengemasan, masih berpotensi menyebabkan re-kontaminasi. Oleh karena itu, seluruh rantai produksi keju lunak harus dikontrol secara menyeluruh melalui pendekatan sistemik seperti HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*).

Berbeda dari keju keras yang memiliki kadar air rendah dan pH lebih asam, keju lunak lebih rawan mendukung pertumbuhan patogen. Selain itu, keju lunak seringkali dikonsumsi tanpa proses pemasakan tambahan, sehingga bakteri yang ada pada produk akhir memiliki potensi langsung menginfeksi konsumen. Oleh sebab itu, kontrol mikrobiologis pada keju lunak harus lebih ketat dan menyeluruh dibandingkan produk sejenis lainnya.

Jenis keju lunak tertentu seperti keju dengan kulit jamur (*rind-washed cheese*), termasuk Brie dan Camembert, menunjukkan risiko yang lebih tinggi dibandingkan keju lunak segar. Kulit luar keju ini dapat menjadi tempat berkembang biaknya mikroba patogen maupun kontaminan lingkungan. Selain itu, proses pematangan yang berlangsung lama di suhu rendah tidak membunuh mikroorganisme, melainkan justru

dapat memperpanjang peluang pertumbuhan *Listeria* dan mikroba lain jika tidak dikontrol.

Standar mikrobiologis internasional seperti Codex Alimentarius, FDA (Amerika Serikat), dan EFSA (Eropa) telah menetapkan batas maksimum mikroba yang diperbolehkan dalam keju lunak. Misalnya, *Listeria monocytogenes* harus tidak terdeteksi dalam 25 gram sampel produk. *Salmonella* dan *E. coli* juga tidak boleh terdeteksi dalam produk akhir. Standar ini menjadi dasar dalam evaluasi mutu mikrobiologis dan harus diikuti oleh industri keju, baik untuk pasar lokal maupun ekspor.

Di Indonesia, SNI untuk keju belum sepenuhnya mengakomodasi kompleksitas bahaya mikrobiologis keju lunak, namun regulasi tentang cemaran mikrobiologis dalam produk susu secara umum tetap menjadi acuan. Diperlukan revisi dan penguatan regulasi SNI agar mampu merespons tantangan aktual industri keju lunak, termasuk keju berbahan susu non-sapi, keju nabati, dan produk artisan.

Kasus-kasus outbreak akibat keju lunak tercatat di berbagai negara. Contohnya, outbreak *Listeria* dari keju jenis queso fresco di AS menyebabkan puluhan orang dirawat dan beberapa kematian. Di Eropa, keju berbasis susu kambing yang tidak dipasteurisasi juga pernah menyebabkan infeksi *Salmonella*. Data ini menunjukkan bahwa risiko bahaya mikrobiologis bukan sekadar ancaman teoritis, tetapi fakta nyata yang harus ditangani dengan kebijakan dan teknologi yang memadai.

Strategi pencegahan bahaya mikrobiologis mencakup pemilihan kultur starter yang kompetitif (seperti *Lactobacilli* asam), pengawasan suhu sepanjang rantai produksi dan distribusi, serta sistem pengemasan yang higienis dan kedap udara. Penggunaan kultur starter tertentu juga terbukti dapat

menghambat pertumbuhan patogen seperti *Listeria* melalui produksi asam laktat dan bakteriosin.

Keamanan mikrobiologis keju lunak bukan hanya menjadi tanggung jawab produsen, tetapi juga memerlukan partisipasi aktif regulator, akademisi, dan konsumen. Edukasi konsumen mengenai penyimpanan dingin, masa simpan, dan petunjuk konsumsi keju lunak sangat penting untuk memutus rantai risiko. Dalam ekosistem pangan yang kompleks, integrasi antara sistem jaminan mutu dan pendekatan berbasis risiko sangat krusial untuk menjaga keamanan dan kepercayaan terhadap keju lunak sebagai bagian dari konsumsi harian yang sehat dan aman.

6.3 Higiene dan Sanitasi Selama Proses Produksi

Higiene dan sanitasi merupakan pilar utama dalam menjamin keamanan serta mutu produk keju lunak. Dalam konteks industri pangan, higiene mengacu pada praktik kebersihan personal dan operasional yang bertujuan mencegah kontaminasi silang dari pekerja maupun lingkungan. Sementara itu, sanitasi merujuk pada proses pembersihan dan disinfeksi peralatan, fasilitas, serta permukaan kerja untuk menghilangkan mikroorganisme patogen maupun pembusuk yang berpotensi menurunkan mutu produk. Keju lunak yang memiliki kadar air tinggi sangat rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme, sehingga upaya menjaga lingkungan produksi yang higienis menjadi sangat krusial.

Salah satu titik kritis dalam proses produksi keju lunak adalah kontak langsung antara produk dengan peralatan seperti tangki susu, panci koagulasi, alat pemotong dadih, serta cetakan keju. Permukaan peralatan yang tidak dibersihkan secara menyeluruh dapat menjadi media

penularan mikroorganisme patogen seperti *Listeria monocytogenes* atau *Salmonella*. Oleh karena itu, penting dilakukan pembersihan rutin dengan deterjen yang diikuti oleh sanitasi menggunakan bahan kimia food-grade sesuai dosis yang direkomendasikan. Penggunaan bahan sanitasi harus mempertimbangkan efektivitas antimikroba serta keamanan residu terhadap pangan.

Praktik higiene pekerja juga menjadi aspek penting dalam pengendalian kontaminasi. Karyawan wajib mencuci tangan menggunakan sabun antiseptik sebelum dan sesudah menangani bahan pangan. Penggunaan alat pelindung diri seperti masker, sarung tangan, sepatu khusus, serta pakaian kerja bersih adalah protokol standar di pabrik keju lunak. Larangan mengenakan aksesoris seperti cincin, jam tangan, atau kalung saat bekerja juga diterapkan untuk mencegah tercemarnya produk oleh partikel asing maupun mikroba.

Air yang digunakan dalam proses pembersihan maupun pencampuran bahan juga harus memenuhi standar kualitas air bersih. Air yang terkontaminasi dapat menjadi sumber masuknya bakteri, virus, maupun bahan kimia berbahaya ke dalam produk. Oleh karena itu, pengujian kualitas air secara periodik diperlukan, meliputi parameter mikrobiologis (misalnya *E. coli*) dan kimia (seperti residu klorin, logam berat). Pabrik keju sebaiknya memiliki sistem filtrasi dan sanitasi air tersendiri sebelum digunakan dalam proses produksi.

Udara di lingkungan produksi juga perlu dikendalikan, terutama pada ruang-ruang aseptik seperti ruang inokulasi kultur starter atau ruang pematangan. Mikroorganisme di udara dapat mengendap ke permukaan keju lunak dan menyebabkan kontaminasi. Oleh karena itu, penggunaan sistem ventilasi bertekanan positif dan penyaringan HEPA

filter direkomendasikan untuk menjaga kebersihan udara. Kebersihan lantai, dinding, dan langit-langit juga tidak boleh diabaikan karena dapat menjadi sumber debu, kondensasi, maupun pertumbuhan kapang.

Manajemen limbah dan sanitasi area produksi mencakup pengelolaan residu curd, whey, dan limbah susu lainnya agar tidak menjadi sumber kontaminasi sekunder. Tempat sampah tertutup, sistem saluran pembuangan yang bersih, serta pemisahan antara area bersih dan kotor merupakan bagian dari sistem higiene yang terpadu. Semua kegiatan sanitasi harus dilakukan dengan frekuensi yang terjadwal dan berdasarkan SOP yang baku.

Sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) memetakan titik-titik kritis (*Critical Control Points/CCP*) di mana kontrol higiene harus diterapkan secara ketat. Sebagai contoh, tahap pasteurisasi susu, inokulasi starter, dan pencetakan keju termasuk CCP yang wajib dipantau. Dalam setiap CCP, prosedur pembersihan dan sanitasi harus dilaksanakan dengan dokumentasi lengkap agar dapat ditelusuri apabila terjadi penyimpangan mutu atau insiden keamanan pangan.

Pelatihan karyawan mengenai prinsip higiene dan sanitasi menjadi investasi penting bagi industri keju lunak. Pelatihan mencakup teknik mencuci tangan yang benar, pengenalan bahaya mikrobiologis, serta penggunaan alat pelindung diri. Evaluasi berkala dan penyegaran pelatihan akan memastikan kesadaran dan kepatuhan seluruh personel terhadap protokol kebersihan.

Standar internasional seperti *Codex Alimentarius*, ISO 22000, dan sistem sertifikasi GMP (*Good Manufacturing Practices*) telah memberikan pedoman teknis tentang higiene dan sanitasi dalam industri pangan, termasuk keju lunak.

Penerapan standar ini tidak hanya memastikan keamanan produk, tetapi juga meningkatkan kepercayaan konsumen dan daya saing produk di pasar global.

Bahan kimia sanitasi yang digunakan harus dipilih secara hati-hati agar efektif terhadap mikroorganisme target namun tetap aman bagi manusia dan tidak meninggalkan residu berbahaya. Beberapa bahan yang umum digunakan antara lain natrium hipoklorit, asam perasetat, dan senyawa kuarterner amonium. Prosedur pembilasan akhir setelah sanitasi penting untuk menghilangkan sisa bahan kimia pada permukaan peralatan.

Proses audit internal maupun eksternal menjadi alat verifikasi penting dalam menjaga sistem higiene yang efektif. Audit dilakukan untuk memastikan bahwa semua prosedur pembersihan, dokumentasi, dan pengawasan mutu dijalankan sesuai standar. Hasil audit juga menjadi dasar untuk tindakan korektif dan peningkatan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, kontrol higiene dan sanitasi selama proses produksi keju lunak bukanlah kegiatan yang bersifat opsional, melainkan bagian integral dari sistem manajemen mutu pangan. Tanpa penerapan higiene yang ketat, risiko kontaminasi meningkat secara signifikan dan dapat mengakibatkan kerugian ekonomi, penarikan produk dari pasar, serta ancaman kesehatan masyarakat.

Dengan memahami pentingnya higiene dan sanitasi, produsen keju lunak dapat menghasilkan produk yang tidak hanya lezat, tetapi juga aman dikonsumsi. Keju lunak sebagai produk fermentasi yang sensitif membutuhkan perhatian khusus terhadap setiap tahap prosesnya agar tidak menjadi medium pertumbuhan patogen berbahaya. Kedisiplinan dalam penerapan kebersihan menjadi penentu utama keberhasilan produksi keju lunak berkualitas tinggi.

6.4 Pengemasan dan Penyimpanan Aman

Pengemasan dan penyimpanan merupakan tahap akhir dalam proses produksi keju lunak yang sangat menentukan stabilitas mutu dan keamanan produk selama distribusi hingga sampai ke tangan konsumen. Mengingat sifat keju lunak yang memiliki kadar air tinggi, tekstur lembut, dan aktivitas air yang relatif besar, produk ini sangat rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis, oksidasi lemak, dan degradasi flavor. Oleh karena itu, sistem pengemasan dan penyimpanan harus dirancang untuk meminimalkan risiko tersebut sekaligus mempertahankan karakteristik sensori dan gizi keju lunak selama masa simpannya.

Karakteristik fisik dan kimia keju lunak seperti kelembapan tinggi, pH rendah-menengah, dan struktur lunak menuntut penggunaan bahan pengemas yang dapat melindungi produk dari pengaruh lingkungan luar. Bahan kemasan yang umum digunakan adalah plastik fleksibel seperti polietilen (PE), polipropilen (PP), dan poliester (PET) yang memiliki sifat sebagai penghalang oksigen dan uap air. Dalam beberapa kasus, multilayer film digunakan untuk menggabungkan kelebihan beberapa jenis bahan kemasan dalam satu sistem pelindung yang optimal.

Salah satu inovasi yang banyak diterapkan dalam pengemasan keju lunak adalah teknologi *Modified Atmosphere Packaging* (MAP), yaitu teknik pengemasan yang menggantikan udara di dalam kemasan dengan campuran gas tertentu seperti nitrogen (N_2) dan karbon dioksida (CO_2). Teknologi MAP efektif dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme aerob dan memperlambat oksidasi lemak, sehingga mampu memperpanjang umur simpan keju lunak tanpa perlu tambahan pengawet kimia. Komposisi gas yang

digunakan dalam MAP harus disesuaikan dengan jenis keju dan target umur simpannya.

Kemasan vakum (*vacuum packaging*) juga umum digunakan untuk keju lunak, di mana udara di dalam kemasan disedot sehingga produk terlindungi dari oksigen dan mikroorganisme aerob. Namun, pengemasan vakum dapat mempengaruhi tampilan dan tekstur keju, terutama yang sangat lembut, sehingga pemilihan metode pengemasan harus mempertimbangkan aspek sensori dan daya tahan produk. Beberapa produsen bahkan mengombinasikan MAP dan vakum dalam satu sistem kemasan untuk perlindungan ganda.

Selain fungsi proteksi, bahan kemasan harus memenuhi standar keamanan pangan (*food grade*), yang berarti tidak mengandung zat berbahaya seperti bisphenol A (BPA), ftalat, atau senyawa migran lainnya. Interaksi antara keju dan kemasan juga menjadi perhatian, terutama pada keju lunak yang dapat mengandung lemak tinggi dan bersifat asam, yang dapat memicu migrasi senyawa kimia dari kemasan ke produk. Oleh karena itu, pengujian migrasi total dan spesifik menjadi bagian dari evaluasi mutu kemasan.

Label pada kemasan keju lunak memainkan peran penting dalam memberikan informasi kepada konsumen terkait komposisi, tanggal produksi dan kedaluwarsa, suhu penyimpanan yang direkomendasikan, nomor batch, serta informasi nutrisi. Label juga harus memenuhi ketentuan peraturan pemerintah dan badan internasional seperti BPOM dan *Codex Alimentarius*. Label yang jelas dan akurat tidak hanya penting bagi keamanan pangan, tetapi juga membangun kepercayaan konsumen.

Penyimpanan keju lunak memerlukan pengendalian suhu yang ketat, umumnya pada suhu dingin antara 0–5°C.

Suhu di atas ambang ini dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk, seperti *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, atau kapang. Oleh karena itu, cold chain management harus dipertahankan secara konsisten dari pabrik, transportasi, distribusi, hingga pengecer dan rumah konsumen untuk memastikan produk tetap aman dan layak konsumsi.

Kelembapan relatif juga berpengaruh terhadap stabilitas keju selama penyimpanan. Kelembapan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kondensasi pada permukaan keju dan kemasan, yang meningkatkan risiko kontaminasi mikroba, sedangkan kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan dehidrasi produk dan penurunan kualitas sensori seperti tekstur dan mouthfeel. Oleh karena itu, pengendalian kelembapan selama penyimpanan juga menjadi bagian penting dalam manajemen mutu.

Selama masa penyimpanan, keju lunak mengalami perubahan fisikokimia seperti pelunakan struktur, perubahan pH, dan pengembangan flavor akibat aktivitas mikroba dan enzim. Perubahan ini dapat menjadi bagian alami dari proses pematangan (aging) pada beberapa jenis keju, namun harus tetap berada dalam batas mutu dan keamanan yang dapat diterima. Oleh karena itu, uji shelf-life perlu dilakukan untuk menentukan batas waktu aman dan layak konsumsi dari setiap produk keju lunak yang dipasarkan.

Evaluasi stabilitas keju selama penyimpanan mencakup pengujian parameter mikrobiologis (jumlah total bakteri, koliform, kapang, dan ragi), kimia (pH, kadar air, aktivitas air, kadar lemak teroksidasi), serta sensori (tekstur, warna, aroma, rasa). Hasil uji ini menjadi dasar dalam menetapkan masa simpan dan persyaratan penyimpanan pada label produk.

Metode uji disesuaikan dengan standar nasional (SNI) maupun internasional (ISO, AOAC).

Dalam konteks distribusi, sistem transportasi berpendingin (refrigerated transport) menjadi hal mutlak untuk mempertahankan integritas suhu produk. Pelanggaran terhadap *cold chain* dapat menyebabkan keju mengalami fluktuasi suhu yang memicu kondensasi, kerusakan kemasan, atau pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu, monitoring suhu selama transportasi dan penyimpanan harus dilakukan secara real time dengan alat pencatat suhu otomatis (data logger).

Inovasi dalam pengemasan ramah lingkungan juga menjadi fokus dalam industri keju modern. Penggunaan bahan biodegradable seperti PLA (*polylactic acid*), kemasan dari pulp bambu, atau kertas berlapis lilin alami menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan dibandingkan plastik konvensional. Meskipun tantangan utama dari kemasan ramah lingkungan adalah sifat penghalang dan kestabilan mekanisnya, penelitian dan pengembangan terus dilakukan untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

Keseluruhan sistem pengemasan dan penyimpanan harus dilihat sebagai satu kesatuan yang tidak terpisah. Kombinasi antara bahan kemasan yang tepat, teknologi pengemasan modern, pengendalian suhu dan kelembapan, serta sistem distribusi yang terintegrasi akan menentukan keberhasilan dalam menjaga mutu dan keamanan keju lunak. Setiap titik dalam rantai pasok harus memiliki tanggung jawab terhadap keberlangsungan kondisi penyimpanan yang sesuai.

Dengan penerapan sistem pengemasan dan penyimpanan yang baik, industri keju lunak tidak hanya mampu menjaga kualitas produknya, tetapi juga memperluas jangkauan pasar hingga ke wilayah yang lebih jauh tanpa mengorbankan mutu. Hal ini membuka peluang inovasi

produk baru dan peningkatan daya saing, terutama di tengah meningkatnya kesadaran konsumen terhadap keamanan pangan dan produk berkualitas tinggi.

BAB 7

INOVASI PRODUK DAN PENGEMBANGAN USAHA

Bab ini membahas berbagai inovasi dan peluang pengembangan dalam produksi keju lunak, baik dari sisi pengembangan produk maupun aspek kewirausahaan. Seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk pangan yang tidak hanya lezat tetapi juga bergizi dan fungsional, industri keju lunak dituntut untuk berinovasi dalam hal varian rasa, bentuk, dan kandungan gizi. Di sisi lain, kemajuan teknologi fermentasi memberikan kemudahan bagi produsen untuk meningkatkan efisiensi produksi dalam skala kecil hingga industri besar. Bab ini juga menyoroti peran usaha mikro dan rumah tangga dalam mendorong kemandirian ekonomi lokal serta pentingnya strategi pemasaran dan branding untuk menjadikan keju lunak sebagai produk unggulan yang kompetitif di pasar domestik maupun internasional.

7.1 Varian Rasa dan Bentuk Keju Lunak

Inovasi dalam varian rasa keju lunak merupakan strategi utama dalam memperluas daya tarik produk terhadap konsumen yang semakin beragam dan selektif. Pada dasarnya, keju lunak memiliki rasa dasar yang ringan dan creamy, yang membuka peluang besar untuk eksperimen rasa, baik melalui penambahan bahan alami seperti buah-buahan, rempah-rempah, hingga bahan-bahan khas lokal yang dapat meningkatkan kompleksitas dan keunikan cita rasa produk akhir.

Penambahan rasa buah seperti stroberi, blueberry, dan mangga memberikan nuansa manis dan segar yang sangat cocok untuk keju yang dikonsumsi sebagai makanan pencuci mulut atau pelengkap camilan. Sementara itu, penggunaan bahan rempah seperti lada hitam, daun thyme, rosemary, dan bahkan truffle, dapat menghadirkan rasa yang lebih kompleks dan berkkelas, menjadikan keju lunak sebagai produk premium yang digemari di kalangan konsumen gastronomi.

Adaptasi terhadap selera lokal merupakan aspek penting dalam inovasi rasa. Keju lunak dengan rasa rendang, sambal, kari, atau bahkan daun jeruk telah dieksplorasi di beberapa negara dengan basis kuliner yang kuat. Penambahan bahan-bahan ini tidak hanya meningkatkan nilai jual, tetapi juga memperkuat identitas budaya lokal dalam sebuah produk susu, menjadikannya lebih mudah diterima oleh konsumen domestik maupun sebagai produk ekspor dengan nuansa etnik.

Selain rasa, bentuk keju lunak juga mengalami banyak variasi yang menyesuaikan dengan fungsi, estetika, dan kemudahan konsumsi. Bentuk silinder dan bola sering ditemukan pada keju lunak dengan kulit (rind), sementara bentuk lembaran dan potongan kecil cocok untuk produk olesan atau topping makanan siap saji. Inovasi ini tidak hanya memperindah tampilan produk, tetapi juga meningkatkan kenyamanan dalam penanganan dan penyajian, khususnya untuk keperluan catering, restoran, atau konsumsi individu.

Perkembangan varian bentuk ini juga berperan dalam mendukung efisiensi proses pengemasan dan logistik. Keju lunak berbentuk stik atau potongan kecil lebih mudah dikemas dalam kemasan sekali pakai atau siap saji, sehingga sesuai dengan tren gaya hidup modern yang mengutamakan kepraktisan. Selain itu, bentuk yang seragam dapat

mempermudah pengendalian mutu dan konsistensi produk selama distribusi.

Penggunaan bahan lokal dalam menciptakan varian rasa dan bentuk keju lunak menjadi faktor kunci dalam meningkatkan nilai tambah produk. Misalnya, perpaduan keju lunak dengan jahe, kelapa parut, tempe, atau daun jeruk purut tidak hanya menambahkan kompleksitas rasa, tetapi juga memperkuat keberlanjutan industri pangan lokal. Hal ini mendukung prinsip ekonomi sirkular dan mendekatkan produk kepada preferensi konsumen yang mengutamakan keberlanjutan dan autentisitas.

Inovasi ini juga memperhatikan kebutuhan kelompok konsumen tertentu. Produk keju lunak yang diformulasikan untuk anak-anak dapat memiliki rasa manis atau rasa cokelat, dengan bentuk menarik seperti hewan atau karakter kartun. Sementara untuk lansia, keju lunak dengan tekstur ekstra lembut dan rasa ringan menjadi pilihan yang disesuaikan dengan kebutuhan gizi dan kemampuan mengunyah. Dalam pasar vegan dan plant-based, bentuk dan rasa keju lunak berbasis kacang atau kedelai turut mengalami diversifikasi agar menyerupai produk susu asli.

Teknologi flavoring memainkan peran penting dalam penciptaan varian rasa. Teknik seperti pencampuran langsung bahan rasa pada curd, injeksi rasa, hingga perendaman keju dalam larutan ekstrak herbal atau rempah dilakukan untuk memastikan rasa meresap secara merata tanpa merusak struktur keju. Teknologi ini juga memungkinkan pengembangan rasa yang lebih stabil dan konsisten dari satu batch ke batch berikutnya.

Penambahan warna alami, seperti dari paprika, spirulina, kunyit, atau bit, turut meningkatkan daya tarik bentuk keju lunak yang bervariasi. Warna tidak hanya

berfungsi sebagai elemen visual, tetapi juga sebagai indikator rasa dan bahan yang digunakan. Hal ini meningkatkan persepsi kualitas serta memperkuat identitas produk di pasar, terutama bila disertai dengan label yang informatif dan menarik.

Varian bentuk unik keju lunak memiliki potensi besar untuk didaftarkan sebagai desain industri atau memperoleh hak kekayaan intelektual (HKI). Desain eksklusif dan bentuk estetis dapat menjadi pembeda utama dalam persaingan pasar yang kompetitif. Strategi ini sering dipakai oleh produsen keju artisan atau industri kreatif pangan dalam memasarkan produk ke segmen premium dan gift packaging.

Namun demikian, inovasi rasa dan bentuk tetap menghadapi tantangan teknis dalam hal stabilitas selama penyimpanan dan distribusi. Keju lunak yang memiliki rasa kompleks atau bentuk tidak konvensional mungkin lebih rentan terhadap perubahan fisik, kontaminasi mikrobiologis, atau penurunan mutu selama rantai pasok. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan teknologi dan pengujian mutu yang menyeluruh untuk memastikan keamanan dan konsistensi produk.

Terakhir, keju lunak dengan varian rasa dan bentuk inovatif memiliki potensi tinggi untuk menembus pasar ekspor, khususnya pada segmen niche market dan produk gourmet. Produk dengan identitas rasa lokal, kualitas premium, dan kemasan menarik dapat menjadi duta pangan negara asal, memperkenalkan kekayaan kuliner melalui pendekatan modern dan bernilai ekonomi tinggi. Dengan dukungan riset dan promosi yang berkelanjutan, inovasi ini dapat memperkuat daya saing industri keju lunak di tingkat nasional dan global.

7.2 Fortifikasi Gizi (Vitamin, Probiotik, dll.)

Fortifikasi gizi dalam keju lunak merupakan salah satu bentuk inovasi yang berorientasi pada peningkatan nilai tambah produk sekaligus memenuhi kebutuhan konsumen akan pangan fungsional. Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan, tren konsumsi produk yang tidak hanya lezat namun juga bergizi semakin mendominasi pasar. Keju lunak, dengan tekstur yang mudah dikonsumsi dan karakteristik mikrobiologis yang mendukung, menjadi kandidat ideal untuk pengayaan zat gizi seperti vitamin, mineral, dan mikroorganisme probiotik.

Vitamin yang umum digunakan dalam fortifikasi keju lunak meliputi vitamin A, D, B12, dan K2. Vitamin A penting untuk kesehatan mata dan sistem imun, sedangkan vitamin D dan K2 berperan dalam metabolisme kalsium dan kesehatan tulang. Vitamin B12 memiliki peran penting dalam pembentukan sel darah merah dan fungsi saraf, terutama bagi kelompok vegetarian atau vegan yang cenderung kekurangan vitamin ini. Keju lunak yang difortifikasi dengan vitamin tersebut dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pencegahan defisiensi mikronutrien di masyarakat.

Selain vitamin, fortifikasi mineral juga menjadi fokus utama dalam pengembangan keju lunak fungsional. Kalsium adalah mineral esensial yang secara alami sudah terdapat dalam keju, tetapi kadarnya masih bisa ditingkatkan melalui formulasi tambahan untuk memperkuat fungsi tulang dan gigi. Penambahan magnesium, zat besi, dan seng juga menjadi relevan, terutama bagi kelompok usia rentan seperti anak-anak dan lansia yang membutuhkan asupan mineral lebih tinggi untuk mendukung pertumbuhan, sistem kekebalan, serta fungsi otot dan saraf.

Fortifikasi keju lunak dengan probiotik merupakan pendekatan lain yang sangat menjanjikan, terutama mengingat karakter fermentatif dari proses produksi keju. Strain probiotik seperti *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, dan *Bifidobacterium bifidum* dapat ditambahkan selama proses fermentasi atau setelahnya, tergantung pada jenis dan tujuan produk. Keju lunak probiotik berfungsi tidak hanya sebagai pangan bernutrisi tinggi, tetapi juga sebagai agen peningkatan kesehatan saluran pencernaan dan keseimbangan mikrobiota usus.

Penambahan prebiotik, seperti inulin atau oligosakarida, juga dapat dikombinasikan dengan probiotik untuk menghasilkan keju sinbiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri baik di dalam tubuh. Sinergi antara probiotik dan prebiotik ini berpotensi memberikan manfaat yang lebih besar dalam memperkuat sistem kekebalan tubuh dan meningkatkan penyerapan nutrisi di saluran pencernaan. Teknologi sinbiotik pada keju lunak juga memungkinkan pengembangan lini produk baru untuk konsumen dengan gangguan pencernaan atau alergi.

Metode penambahan zat gizi ke dalam keju lunak harus mempertimbangkan stabilitas dan efektivitas bioaktif zat tersebut. Penambahan vitamin atau mineral biasanya dilakukan saat proses pasteurisasi atau pencampuran curd, sedangkan probiotik sebaiknya ditambahkan pada suhu rendah untuk menjaga viabilitasnya. Teknologi mikroenkapsulasi dapat diterapkan untuk meningkatkan ketahanan probiotik selama pemrosesan dan penyimpanan, sekaligus menjaga cita rasa keju agar tidak terganggu.

Meskipun kaya manfaat, fortifikasi keju lunak juga menghadapi tantangan teknis. Beberapa vitamin dan probiotik bersifat sensitif terhadap panas, oksigen, dan

kelembapan, sehingga dapat mengalami degradasi selama penyimpanan. Oleh karena itu, formulasi dan pengemasan yang tepat menjadi aspek penting dalam menjaga kestabilan dan efektivitas gizi fortifikasi. Uji daya simpan dan efikasi produk juga diperlukan untuk memastikan bahwa kandungan nutrisi tetap dalam batas standar selama masa edar.

Dari sisi kandungan gizi, keju lunak fortifikasi menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan produk konvensional. Selain kandungan protein dan lemak susu, keju fortifikasi dapat memiliki profil nutrisi yang lebih lengkap dengan keberadaan vitamin tambahan dan mikroorganisme hidup. Hal ini menjadikan keju tidak hanya sebagai pangan hedonis, tetapi juga sebagai bagian dari diet terapeutik dan preventif, terutama untuk kelompok masyarakat yang mengalami risiko kekurangan zat gizi mikro.

Secara regulatif, fortifikasi pangan harus mengikuti pedoman dari badan pengawas makanan, baik nasional maupun internasional. Di Indonesia, fortifikasi wajib maupun sukarela harus sesuai dengan ketentuan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) dan Standar Nasional Indonesia (SNI), serta diakui secara ilmiah manfaatnya. Setiap klaim kesehatan dan nilai gizi yang tercantum pada label kemasan keju harus didasarkan pada hasil uji laboratorium yang dapat dipertanggungjawabkan.

Keju lunak fortifikasi memiliki potensi besar untuk mendukung kebutuhan nutrisi kelompok rentan. Anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan membutuhkan vitamin dan mineral dalam jumlah optimal, sementara lansia membutuhkan asupan nutrisi untuk menjaga kekuatan tulang dan daya tahan tubuh. Keju fortifikasi juga dapat diformulasikan khusus untuk ibu hamil, penderita anemia,

bahkan konsumen vegan dengan menggunakan bahan nabati dan vitamin B12 sintetis.

Tren global menunjukkan peningkatan permintaan terhadap pangan fungsional dan sehat, terutama di negara-negara maju dan pasar urban. Keju lunak fortifikasi yang menyasar segmen kesehatan dapat menjadi produk unggulan dengan nilai jual tinggi. Produk ini dapat diposisikan sebagai camilan sehat, menu sarapan fungsional, atau makanan pendamping untuk diet khusus. Pemasaran yang cerdas dan edukatif menjadi kunci keberhasilan penetrasi pasar.

Dalam hal branding, label keju fortifikasi harus mencantumkan informasi gizi yang lengkap dan menarik, serta memberikan edukasi kepada konsumen mengenai manfaat kesehatan produk. Visual kemasan dan klaim seperti "mengandung probiotik aktif", "tinggi vitamin D dan kalsium", atau "baik untuk pencernaan" dapat meningkatkan daya tarik konsumen yang semakin sadar akan pentingnya kesehatan melalui pangan.

Dengan semakin berkembangnya riset dan teknologi dalam bidang pangan, fortifikasi keju lunak tidak hanya menjadi strategi inovasi produk, tetapi juga peluang besar bagi pelaku industri untuk mengembangkan usaha di segmen niche market. Kombinasi antara sains, kesehatan, dan kreativitas dalam pengembangan keju lunak fortifikasi membuka jalan bagi terciptanya produk-produk unggulan yang kompetitif di pasar domestik maupun global.

7.3 Teknologi Fermentasi Modern dan Skala Industri

Fermentasi merupakan inti dari proses produksi keju lunak yang menentukan karakteristik sensorik, mutu mikrobiologis, serta nilai gizi produk akhir. Dalam dekade

terakhir, kemajuan teknologi fermentasi telah mengubah pendekatan tradisional menjadi proses yang lebih sistematis, terkontrol, dan dapat dioptimalkan untuk skala industri. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan konsistensi produksi, tetapi juga memungkinkan penciptaan keju lunak dengan kualitas lebih tinggi dan stabilitas produk yang lebih baik.

Pada dasarnya, fermentasi dalam pembuatan keju lunak melibatkan konversi laktosa menjadi asam laktat oleh mikroorganisme tertentu, terutama *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus spp.*, dan bakteri asam laktat lainnya. Di beberapa jenis keju lunak seperti Brie dan Camembert, proses fermentasi juga mencakup pertumbuhan jamur permukaan seperti *Penicillium camemberti*, yang mempengaruhi flavor dan tekstur. Teknologi fermentasi modern berupaya mengontrol aktivitas mikroba ini secara presisi, sehingga hasil produk lebih konsisten dari waktu ke waktu.

Penggunaan kultur starter terstandar menjadi fondasi utama dalam teknologi fermentasi kontemporer. Kultur-kultur ini tersedia dalam bentuk kering aktif langsung (*Direct Vat Set/DVS*) dan memungkinkan produsen untuk menginokulasikan susu dengan jumlah dan jenis mikroorganisme yang konsisten. Pemilihan jenis kultur starter tidak hanya ditentukan oleh kecepatan fermentasi, tetapi juga oleh kontribusinya terhadap aroma, kelembutan, serta keamanan pangan produk akhir.

Fermentasi modern mengandalkan parameter-parameter kritis seperti suhu, pH, dan waktu yang dikendalikan dengan ketat. Peralatan fermentasi skala industri biasanya dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis berbasis sensor digital dan perangkat lunak pengolah data. Sensor pH dan suhu terintegrasi memungkinkan pemantauan real-time

selama fermentasi berlangsung, sehingga intervensi bisa dilakukan secara tepat untuk menjaga kualitas batch.

Salah satu kemajuan penting dalam fermentasi keju lunak skala industri adalah teknologi inokulasi otomatis. Sistem ini memungkinkan pemberian kultur starter secara otomatis dalam jumlah presisi, mengurangi risiko kontaminasi silang dan meningkatkan efisiensi kerja. Teknologi ini juga mendukung praktik *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) yang esensial dalam industri pangan modern.

Dalam skala besar, fermentasi dapat dilakukan menggunakan bioreaktor atau tangki fermentasi tertutup yang dilengkapi dengan sistem aerasi, pengadukan, dan pendinginan otomatis. Penggunaan bioreaktor memungkinkan pengendalian lingkungan mikroba yang lebih stabil dan efisien dibandingkan metode konvensional. Skema fermentasi dua tahap pun mulai diterapkan, yaitu penggunaan starter primer untuk produksi asam dan starter sekunder untuk pematangan dan pengembangan flavor.

Integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem fermentasi menjadi tren terkini dalam industri keju lunak. Sensor IoT memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara daring, sehingga operator dapat memantau fermentasi dari jarak jauh dan membuat keputusan berbasis data (*data-driven decision*). Teknologi ini sangat berguna dalam meningkatkan akurasi proses, mengurangi pemborosan bahan baku, dan mengoptimalkan sumber daya manusia.

Pengendalian kualitas selama fermentasi menjadi aspek krusial dalam produksi keju lunak industri. Teknologi fermentasi modern memungkinkan produsen untuk menjaga konsistensi pH akhir, tingkat keasaman, kelembutan curd, dan profil flavor dengan akurasi tinggi. Hal ini berkontribusi pada

keberhasilan branding produk dan kepercayaan konsumen terhadap mutu keju lunak yang dihasilkan.

Penerapan fermentasi terstandar juga berdampak pada efisiensi waktu dan biaya. Proses fermentasi yang dapat diprediksi mengurangi risiko batch gagal dan memungkinkan perencanaan produksi yang lebih baik. Waktu fermentasi yang lebih singkat, namun tetap menghasilkan kualitas produk yang optimal, menjadi keunggulan kompetitif yang sangat diandalkan dalam industri pangan.

Selain aspek efisiensi, fermentasi modern juga berdampak pada peningkatan kualitas sensorik. Keju lunak yang difermentasi secara optimal memiliki tekstur yang lebih halus, flavor yang kompleks namun seimbang, serta daya simpan yang lebih panjang. Fermentasi yang stabil juga meminimalkan pembentukan senyawa-senyawa tidak diinginkan seperti asam butirat atau amonia berlebih yang sering muncul pada fermentasi tak terkendali.

Meskipun teknologi fermentasi modern menawarkan banyak keunggulan, adopsinya di kalangan usaha mikro dan kecil (UMK) masih menghadapi tantangan. Investasi awal yang tinggi, keterbatasan akses terhadap teknologi, serta kurangnya pelatihan teknis menjadi hambatan utama. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari pemerintah dan institusi riset untuk memfasilitasi transfer teknologi dan pelatihan bagi pelaku UMK agar dapat bertransformasi ke proses produksi yang lebih modern.

Implikasi dari adopsi teknologi fermentasi modern juga mencakup aspek keberlanjutan dan keamanan pangan. Proses fermentasi yang efisien cenderung mengurangi limbah dan penggunaan energi berlebih, mendukung prinsip produksi ramah lingkungan. Selain itu, kontrol mikrobiologis yang lebih

baik berkontribusi pada produk yang lebih aman dikonsumsi, dengan risiko kontaminasi patogen yang lebih rendah.

Dengan semua potensi tersebut, fermentasi modern membuka peluang besar bagi peningkatan daya saing industri keju lunak Indonesia, baik di pasar domestik maupun internasional. Penggabungan pengetahuan bioteknologi, otomasi, dan manajemen mutu dalam fermentasi keju lunak menjadi fondasi strategis bagi produsen dalam menghasilkan produk berkualitas tinggi dan inovatif secara berkelanjutan.

7.4 Usaha Mikro dan Rumah Tangga Keju Lunak

Usaha mikro dan rumah tangga memiliki peran strategis dalam mendukung ekonomi pangan lokal sekaligus menyediakan alternatif mata pencaharian yang berkelanjutan, terutama bagi komunitas di wilayah pedesaan atau pinggiran kota. Dalam konteks ini, produksi keju lunak menjadi salah satu bentuk inovasi kuliner yang dapat dijalankan secara efisien dalam skala kecil. Dengan bahan baku utama berupa susu segar dan teknik fermentasi yang relatif sederhana, keju lunak merupakan produk bernilai tambah yang mampu mengangkat potensi lokal ke tingkat yang lebih tinggi.

Keju lunak cocok dijadikan sebagai produk unggulan usaha rumah tangga karena tidak memerlukan teknologi tinggi maupun investasi besar pada tahap awal produksi. Proses pembuatannya yang berbasis fermentasi alami dan pengolahan manual membuatnya ideal bagi pelaku UMKM dengan sumber daya terbatas. Bahkan di dapur rumah tangga, produksi keju lunak dapat dimulai dengan menggunakan peralatan dapur biasa seperti panci stainless, termometer, kain kasa, dan cetakan sederhana.

Bahan baku utama keju lunak, yaitu susu sapi, kambing, atau kerbau, umumnya tersedia secara lokal melalui

peternakan rakyat. Hal ini membuka peluang sinergi antara peternak kecil dengan produsen keju mikro untuk membentuk ekosistem usaha terpadu. Selain itu, penggunaan kultur starter alami atau komersial skala kecil dapat dimodifikasi sesuai dengan cita rasa lokal, sehingga menghasilkan keju yang unik dan memiliki identitas kedaerahan.

Dalam banyak kasus, keju lunak rumahan dikembangkan dengan pendekatan adaptif terhadap budaya dan selera lokal. Misalnya, produsen keju lunak di daerah pegunungan dapat menambahkan rempah-rempah lokal seperti daun kemangi, cabai rawit, atau bahkan fermentasi dengan ragi tradisional untuk menghasilkan keju yang lebih akrab di lidah masyarakat sekitar. Inovasi berbasis lokalitas ini memberikan nilai tambah yang unik sekaligus meningkatkan daya saing produk.

Salah satu keunggulan utama dari usaha mikro keju lunak adalah fleksibilitas dalam memasarkan produk. Media sosial, e-commerce lokal, dan komunitas seperti arisan, koperasi wanita, atau kegiatan PKK dapat menjadi jalur distribusi efektif. Penjualan keju lunak dalam bentuk segar, pre-order, atau sistem langganan mingguan memungkinkan produsen mengelola stok dan waktu produksi secara efisien, tanpa tekanan dari permintaan pasar besar.

Meskipun demikian, pelaku usaha mikro dihadapkan pada sejumlah tantangan teknis dan logistik. Daya simpan keju lunak yang pendek dan ketergantungan pada rantai pendingin membuat distribusi ke luar daerah menjadi sulit. Selain itu, keterbatasan pengetahuan tentang standar higiene, keamanan pangan, dan proses fermentasi yang tepat sering kali menghambat kualitas produk dan kepercayaan konsumen.

Untuk menjawab tantangan tersebut, pelatihan teknis yang terjangkau dan terstruktur menjadi sangat penting.

Program pelatihan dapat difasilitasi oleh dinas pertanian atau koperasi daerah, perguruan tinggi, maupun lembaga swadaya masyarakat. Fokus utama pelatihan mencakup pengolahan susu, manajemen sanitasi, teknik fermentasi, pengemasan sederhana namun aman, serta strategi pemasaran berbasis nilai lokal.

Peran koperasi atau kelompok usaha bersama sangat krusial dalam pengembangan usaha keju lunak skala mikro. Melalui koperasi, pelaku UMKM dapat mengakses bahan baku dengan harga lebih stabil, berbagi alat produksi seperti kulkas besar atau alat pasteurisasi, serta meningkatkan posisi tawar saat menjual ke konsumen atau institusi seperti sekolah dan restoran. Sinergi ini juga memungkinkan terbentuknya standarisasi mutu bersama dalam komunitas.

Potensi pasar untuk keju lunak lokal juga terbuka luas, terutama melalui kolaborasi dengan pelaku industri kuliner seperti kafe, restoran, atau toko oleh-oleh khas daerah. Produk keju lunak dapat ditawarkan sebagai pelengkap menu lokal atau dijual dalam bentuk kemasan kecil untuk oleh-oleh. Kemitraan ini meningkatkan eksposur dan memperluas pasar tanpa memerlukan saluran distribusi modern yang rumit.

Dukungan dari kebijakan pemerintah sangat diperlukan untuk memperkuat daya saing usaha keju rumahan. Kebijakan tersebut dapat berupa akses pembiayaan lunak, fasilitasi legalitas usaha seperti perizinan PIRT atau sertifikasi halal, hingga pendampingan dalam pemasaran digital. Program inkubasi UMKM pangan juga dapat membuka akses terhadap teknologi sederhana seperti kulkas hemat energi atau alat pasteurisasi susu mini.

Inovasi dalam bentuk pengemasan juga penting untuk memperpanjang daya simpan dan meningkatkan estetika produk. Penggunaan wadah plastik food grade, label

sederhana dengan informasi gizi, serta logo khas daerah dapat menciptakan citra profesional meskipun diproduksi secara rumahan. Pengemasan yang baik juga melindungi produk dari kontaminasi dan meningkatkan kepercayaan konsumen.

Tidak kalah penting adalah peran perempuan dalam usaha rumah tangga keju lunak. Banyak produsen keju rumahan adalah ibu rumah tangga yang berinovasi untuk menambah penghasilan keluarga. Penguatan kapasitas perempuan dalam pengolahan pangan dan kewirausahaan tidak hanya berdampak pada ekonomi keluarga, tetapi juga memperluas partisipasi perempuan dalam pembangunan ekonomi lokal.

Dengan potensi besar yang dimilikinya, usaha mikro dan rumah tangga keju lunak berpeluang menjadi sektor unggulan dalam pengembangan industri pangan berbasis lokal di Indonesia. Diperlukan pendekatan terpadu antara pelaku usaha, pemerintah, lembaga pendidikan, dan masyarakat untuk mengembangkan sektor ini secara berkelanjutan. Keju lunak bukan hanya produk pangan, tetapi juga simbol dari kemandirian, inovasi, dan identitas lokal yang layak dikembangkan.

7.5 Strategi Pemasaran dan Branding Produk Lokal

Dalam industri pangan, strategi pemasaran dan branding memiliki peran yang sangat vital untuk meningkatkan visibilitas, daya saing, dan keberterimaan produk di pasar. Keju lunak lokal sebagai salah satu produk hasil inovasi berbasis pangan tradisional perlu didukung oleh pendekatan pemasaran yang tepat sasaran. Mengingat banyaknya tantangan yang dihadapi oleh produsen skala

kecil, seperti keterbatasan modal promosi dan akses pasar, strategi yang efisien dan kreatif menjadi kunci dalam memperkenalkan keju lunak kepada konsumen luas, baik domestik maupun mancanegara.

Branding bukan sekadar memberi nama atau label pada produk, tetapi mencakup seluruh identitas visual dan narasi yang melekat pada keju lunak tersebut. Elemen seperti nama merek yang menggambarkan nilai lokal, logo yang menarik, serta cerita mengenai asal usul bahan, proses produksi tradisional, atau karakteristik budaya setempat akan memperkuat citra produk di mata konsumen. Branding yang kuat akan menumbuhkan loyalitas konsumen dan membedakan produk lokal dari produk impor yang lebih dahulu dikenal.

Dalam konteks pasar global maupun nasional yang didominasi oleh merek-merek keju ternama dari luar negeri, strategi positioning menjadi sangat penting. Produk keju lunak lokal harus mampu menawarkan nilai yang unik agar tidak sekadar bersaing dalam harga. Misalnya, keju lunak yang diproduksi dari susu sapi perah lokal dan difermentasi dengan kultur asli Indonesia dapat diposisikan sebagai produk artisan yang premium dan eksklusif, bukan sebagai substitusi murah dari produk luar.

Penguatan nilai lokal menjadi inti dari strategi pemasaran keju lunak. Konsumen masa kini semakin tertarik pada produk yang memiliki keterkaitan budaya, keberlanjutan, dan cerita di balik proses produksinya. Nilai-nilai ini dapat diangkat sebagai narasi utama dalam kampanye pemasaran, seperti menekankan bahwa keju dibuat oleh ibu-ibu rumah tangga di desa tertentu, atau bahwa susu yang digunakan berasal dari peternak kecil yang menerapkan praktik peternakan berkelanjutan.

Strategi segmentasi pasar juga perlu dilakukan dengan cermat untuk menentukan siapa yang menjadi target utama dari produk keju lunak lokal. Beberapa segmen potensial meliputi konsumen kelas menengah perkotaan yang peduli terhadap kesehatan dan produk lokal, komunitas vegan atau vegetarian yang menginginkan alternatif nabati, hingga kalangan muda yang mencari pengalaman kuliner baru. Pemahaman yang mendalam tentang perilaku konsumen akan memudahkan dalam menyusun pesan promosi yang efektif.

Penetapan harga dan desain kemasan merupakan bagian penting dari strategi pemasaran. Harga yang ditetapkan harus mencerminkan kualitas produk sekaligus tetap terjangkau bagi segmen yang dibidik. Sementara itu, kemasan yang menarik dan informatif, termasuk label kandungan gizi, sertifikasi halal, serta keterangan asal-usul produk, akan meningkatkan persepsi nilai produk di mata konsumen. Produk dengan kemasan kecil dan praktis juga lebih mudah dijual secara daring maupun di toko oleh-oleh.

Pemanfaatan media sosial seperti Instagram, Facebook, dan TikTok sangat efektif untuk membangun kesadaran merek (brand awareness), terutama di kalangan generasi muda. Melalui konten visual yang menarik, cerita di balik layar (behind the scene), dan testimoni dari pelanggan, produsen keju lunak dapat menciptakan hubungan yang lebih dekat dengan audiensnya. Strategi ini relatif murah namun memiliki jangkauan luas bila dikelola secara konsisten.

Selain media sosial, platform e-commerce juga menjadi jalur penting dalam pemasaran keju lunak lokal. Produk dapat dijual melalui marketplace nasional maupun platform khusus produk lokal, dengan dukungan promosi seperti diskon pengenalan, gratis ongkir, dan bundling dengan produk lokal lainnya. Kehadiran di e-commerce juga membantu konsumen

dari luar daerah untuk mengakses produk yang tidak tersedia di toko fisik terdekat.

Penting pula untuk membangun kredibilitas melalui testimoni dan review dari konsumen awal. Umpan balik positif dapat digunakan sebagai konten promosi dan meningkatkan kepercayaan dari calon pembeli baru. Dalam tahap awal, pengiriman sampel ke food blogger, chef lokal, atau influencer yang relevan dapat menjadi strategi yang efektif untuk memperoleh eksposur dan validasi publik terhadap kualitas produk.

Edukasi konsumen menjadi bagian integral dari strategi pemasaran, khususnya untuk memperkenalkan keju lunak yang masih asing bagi sebagian masyarakat. Edukasi dapat dilakukan dalam bentuk artikel di media sosial, video pendek tentang cara konsumsi, manfaat gizi, serta resep olahan berbasis keju lunak. Dengan pendekatan ini, produsen tidak hanya menjual produk, tetapi juga membentuk pasar dan membangun pemahaman baru.

Kemitraan dengan pelaku industri kuliner seperti kafe, restoran, hotel, dan toko oleh-oleh menjadi langkah strategis untuk meningkatkan volume penjualan sekaligus memperkenalkan produk secara luas. Melalui kemitraan ini, keju lunak lokal dapat digunakan sebagai bahan menu utama atau dijual dalam bentuk paket oleh-oleh khas daerah. Hal ini akan memperluas basis konsumen tanpa harus mengandalkan kanal distribusi modern yang mahal.

Sertifikasi mutu dan legalitas usaha seperti PIRT, sertifikasi halal, atau BPOM merupakan elemen pendukung dalam pemasaran. Tidak hanya meningkatkan kepercayaan konsumen, legalitas tersebut juga membuka peluang untuk menjangkau pasar yang lebih luas, termasuk ekspor. Di samping itu, sertifikasi juga menjadi bagian dari narasi

branding yang menunjukkan profesionalitas dan komitmen terhadap kualitas.

Partisipasi aktif dalam event kuliner, festival makanan lokal, bazar UMKM, dan pameran pertanian merupakan cara efektif memperkenalkan produk kepada khalayak luas. Kegiatan ini memungkinkan konsumen mencicipi langsung keju lunak, memberikan umpan balik, dan membangun relasi antara produsen dengan konsumen. Event juga menjadi ajang promosi yang dinamis dan mampu menarik perhatian media lokal.

Akhirnya, strategi pemasaran dan branding keju lunak lokal membutuhkan sinergi berbagai pihak: produsen, pemerintah daerah, lembaga pendidikan, dan organisasi masyarakat sipil. Kolaborasi ini dapat mewujudkan ekosistem pemasaran yang inklusif dan berkelanjutan, di mana produk keju lokal tidak hanya dikenal secara luas, tetapi juga menjadi simbol kebanggaan akan kearifan lokal dan inovasi pangan nasional.

BAB 8

STUDI KASUS DAN PRAKTIKUM

Bab 8 dari buku ini menghadirkan pendekatan praktis melalui serangkaian studi kasus dan kegiatan aplikatif yang dirancang untuk memperdalam pemahaman teknis dan kewirausahaan dalam produksi keju lunak. Bagian ini mencakup kajian nyata dari pelaku UMKM yang telah berhasil mengembangkan usaha keju lunak, panduan praktikum langkah demi langkah untuk produksi skala kecil, evaluasi mutu produk hasil praktikum sebagai bagian dari pembelajaran analitis, serta rancangan proposal usaha sebagai wujud integrasi antara pengetahuan teknologi dan kemampuan manajerial. Dengan pendekatan ini, pembaca tidak hanya memperoleh wawasan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis dan kesiapan untuk terlibat langsung dalam industri keju lunak berbasis inovasi dan kewirausahaan.

8.1 Studi Kasus Produksi Keju Lunak di Skala UMKM

Produksi keju lunak di skala usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) merupakan salah satu bentuk adaptasi teknologi pangan yang kian berkembang di berbagai daerah di Indonesia. Sebagai contoh, usaha “Dairy Fresh” yang berbasis di Kabupaten Sleman, Yogyakarta, telah mengembangkan produk keju lunak jenis cream cheese dan mozzarella sejak tahun 2019 dengan memanfaatkan susu sapi lokal dari peternakan rakyat. Latar belakang usaha ini muncul dari keinginan pasangan muda lulusan teknologi pangan untuk menghadirkan produk olahan susu berkualitas dengan

nilai tambah tinggi sekaligus meningkatkan pendapatan peternak lokal.

Usaha ini memanfaatkan bahan baku utama berupa susu segar yang diperoleh langsung dari koperasi susu sapi perah setempat. Pemilihan bahan baku lokal tidak hanya menekan biaya produksi tetapi juga menjamin kesegaran dan keberlanjutan pasokan. Dalam praktiknya, Dairy Fresh menggunakan metode pasteurisasi sederhana dengan panci pemanas, fermentasi menggunakan kultur starter komersial, dan pengadukan manual sebagai pengganti mixer industri. Hal ini menunjukkan bahwa dengan peralatan terbatas, proses pembuatan keju lunak tetap dapat dilaksanakan secara efektif di skala rumah tangga.

Namun demikian, pelaku usaha menghadapi tantangan besar dalam menjaga konsistensi kualitas produk. Salah satu kendala utama adalah fluktuasi kadar lemak susu tergantung musim, yang mempengaruhi tekstur dan rasa keju. Untuk mengatasi hal ini, mereka melakukan standarisasi dengan menambahkan krim susu tambahan saat kadar lemak menurun, serta memantau suhu fermentasi secara ketat dengan termometer digital murah. Inovasi ini menunjukkan adaptasi teknologi sederhana yang mampu meningkatkan mutu produk.

Strategi pengemasan menjadi aspek penting yang juga dikembangkan oleh pelaku usaha. Keju lunak dikemas dalam wadah plastik *food-grade* dan dilengkapi dengan label berisi informasi gizi, tanggal kadaluarsa, dan petunjuk penyimpanan. Beberapa varian rasa, seperti *garlic cream cheese* dan *sweet basil mozzarella*, diperkenalkan untuk menarik minat konsumen muda dan meningkatkan nilai jual produk. Produk dikirim langsung ke konsumen melalui jasa kurir lokal dengan

pendingin es batu kering (*dry ice*) untuk menjaga suhu selama pengiriman.

Target pasar utama dari usaha ini adalah konsumen urban yang menyukai makanan sehat dan siap saji, serta kafe atau restoran kecil di wilayah DIY dan Jawa Tengah. Untuk memperluas pasar, Dairy Fresh memanfaatkan media sosial seperti Instagram dan WhatsApp Business, serta mengikuti pameran pangan lokal. Promosi melalui testimoni pelanggan dan demonstrasi pembuatan keju secara daring juga menjadi strategi penting dalam membangun kepercayaan konsumen.

Dalam hal pengawasan mutu dan keamanan, pelaku usaha melakukan uji organoleptik secara rutin dan menjaga kebersihan alat produksi. Meski belum memiliki laboratorium mikrobiologi, mereka bekerja sama dengan laboratorium pemerintah untuk pengujian berkala terhadap kemungkinan kontaminasi mikroba seperti *Listeria* dan *Salmonella*. Pendekatan ini merupakan upaya preventif penting dalam menjamin keamanan produk keju lunak bagi konsumen.

Perizinan usaha menjadi tahapan penting lainnya. Dairy Fresh telah memperoleh sertifikat PIRT dan sedang dalam proses sertifikasi halal. Proses ini memakan waktu, tetapi sangat penting untuk menjangkau pasar yang lebih luas, terutama kalangan Muslim. Legalitas produk juga memberi rasa aman kepada pelanggan dan memperkuat posisi usaha di tengah persaingan.

Dukungan pelatihan dari Dinas Koperasi dan UKM serta pendampingan dari universitas lokal sangat membantu dalam peningkatan kapasitas produksi. Melalui program inkubasi bisnis, pelaku usaha memperoleh akses terhadap informasi pasar, pelatihan sanitasi pangan, serta teknologi pengemasan. Kemitraan ini membuktikan pentingnya sinergi antara

akademisi, pemerintah, dan pelaku usaha dalam pengembangan industri pangan lokal.

Saat ini, skala produksi Dairy Fresh telah mencapai 10–15 kilogram keju lunak per hari, dengan kapasitas yang terus meningkat seiring bertambahnya permintaan. Peralatan tambahan seperti chiller dan vacuum sealer telah dibeli dengan dukungan pinjaman lunak. Usaha ini pun mampu menyerap tenaga kerja lokal, terutama ibu rumah tangga sekitar sebagai tenaga pengemasan dan pengiriman.

Dari sisi keuangan, usaha ini memberikan margin keuntungan bersih sekitar 30% dari omzet bulanan, setelah dikurangi biaya bahan baku, tenaga kerja, dan operasional. Biaya produksi satu kilogram cream cheese berkisar Rp45.000, sementara harga jual mencapai Rp70.000–Rp80.000 tergantung varian rasa. Efisiensi biaya dan diferensiasi produk menjadi kunci profitabilitas yang berkelanjutan.

Dampak sosial dari usaha ini cukup signifikan. Tidak hanya meningkatkan pendapatan keluarga pelaku usaha, tetapi juga memberdayakan peternak susu lokal dan menciptakan lapangan kerja baru. Selain itu, produk keju lokal juga memberikan alternatif sehat dan terjangkau bagi masyarakat yang sebelumnya hanya mengandalkan keju impor. Inisiatif seperti ini menjadi contoh nyata kontribusi UMKM terhadap kedaulatan pangan dan ekonomi daerah.

Melalui studi kasus ini, dapat disimpulkan bahwa produksi keju lunak oleh UMKM memiliki potensi besar jika didukung dengan teknologi tepat guna, strategi bisnis yang adaptif, dan kolaborasi lintas sektor. Keberhasilan Dairy Fresh menunjukkan bahwa dengan semangat kewirausahaan, inovasi, dan ketekunan, produk pangan lokal dapat bersaing secara bermartabat di pasar domestik maupun regional.

8.2 Praktikum Produksi Keju Lunak: Langkah demi Langkah

Praktikum produksi keju lunak bertujuan untuk memberikan pemahaman aplikatif kepada peserta didik atau pelaku usaha pemula mengenai proses pembuatan keju dari tahap awal hingga menjadi produk siap konsumsi. Kegiatan ini tidak hanya mengajarkan aspek teknis produksi, tetapi juga mengembangkan keterampilan observasi, pencatatan, dan analisis hasil secara ilmiah. Dengan pendekatan praktik langsung, peserta dapat mengenali parameter-parameter penting yang menentukan kualitas akhir keju lunak dan memahami prinsip dasar di balik setiap tahapan proses.

Langkah pertama dalam praktikum ini adalah menyiapkan alat dan bahan secara menyeluruh. Alat yang dibutuhkan meliputi panci stainless steel untuk pasteurisasi, termometer dapur, sendok kayu, kain saring (cheese cloth), cetakan keju, serta wadah plastik untuk penyimpanan. Bahan-bahan utama terdiri dari susu segar (sapi, kambing, atau alternatif nabati), kultur starter (bakteri asam laktat), koagulan seperti rennet cair atau tablet, serta bahan tambahan seperti garam dapur, krim, atau bumbu jika diinginkan. Kebersihan alat dan lingkungan kerja menjadi prioritas utama untuk mencegah kontaminasi mikroba yang dapat merusak produk.

Tahap pasteurisasi susu merupakan proses awal yang sangat penting dalam menjamin keamanan produk keju lunak. Susu dipanaskan hingga suhu 63–65°C selama 30 menit (low-temperature long-time method) atau alternatif lainnya adalah 72°C selama 15 detik (high-temperature short-time). Proses ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen tanpa merusak kandungan nutrisi penting dalam susu. Setelah pemanasan, susu harus segera didinginkan hingga suhu

inokulasi (sekitar 35–37°C) sebelum penambahan kultur starter.

Penambahan kultur starter dilakukan pada suhu optimal untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Jenis starter yang digunakan tergantung jenis keju lunak yang ingin dihasilkan, misalnya *Lactococcus lactis* untuk cream cheese atau *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus delbrueckii* untuk mozzarella. Starter dicampurkan secara merata ke dalam susu dan dibiarkan selama 30–60 menit untuk memulai proses fermentasi. Setelah itu, koagulan ditambahkan sesuai dosis yang dianjurkan dan campuran didiamkan selama 30–45 menit tanpa diganggu agar terbentuk curd yang sempurna.

Curd yang terbentuk kemudian dipotong dengan pisau panjang steril menjadi dadu kecil (1–2 cm) untuk membantu pengeluaran whey (cairan sisa). Pemotongan harus dilakukan perlahan agar tidak merusak struktur curd. Setelah itu, curd dipanaskan kembali secara perlahan hingga suhu 40–42°C sambil diaduk lembut selama 20–30 menit. Tahap ini membantu pengencangan tekstur dan mempercepat pemisahan whey dari massa curd. Kunci keberhasilan pada tahap ini adalah kestabilan suhu dan kelembutan dalam pengadukan.

Selanjutnya, curd yang telah cukup padat disaring menggunakan kain saring yang diletakkan di atas wadah besar. Proses draining ini memerlukan waktu antara 1–3 jam tergantung kelembaban curd yang diinginkan. Sebagian praktikan dapat mempercepat proses ini dengan menekan curd menggunakan beban ringan untuk membantu keluarnya whey. Whey yang tersisa dapat dimanfaatkan untuk produk sampingan seperti minuman fermentasi atau pakan ternak.

Setelah draining, curd dapat ditambahkan garam (1–2% dari berat curd) atau bahan lain sesuai preferensi, seperti

bawang putih halus, daun basil, atau krim segar. Aduk hingga merata, lalu masukkan ke dalam cetakan keju yang telah dilapisi kain saring. Tekan curd dengan tangan atau pemberat ringan selama beberapa jam hingga terbentuk struktur keju yang padat dan stabil. Proses ini membentuk tampilan khas keju lunak yang kompak namun lembut di dalam.

Beberapa jenis keju lunak seperti mozzarella memerlukan proses pemanasan kembali dan stretching untuk mendapatkan tekstur elastisnya. Namun untuk keju seperti cream cheese atau quark, cukup dengan proses cetakan dan pendinginan. Setelah pencetakan selesai, keju dikeluarkan dari cetakan dan disimpan dalam wadah tertutup di suhu dingin (4–8°C). Keju dapat dikonsumsi dalam waktu 1–7 hari tergantung jenis dan penambahan bahan pengawet alami.

Selama praktikum, peserta diminta mencatat seluruh parameter proses seperti suhu, waktu inkubasi, volume bahan, dan perubahan visual (warna, tekstur, aroma) dalam buku log. Dokumentasi ini penting untuk evaluasi akhir dan identifikasi penyebab jika terjadi penyimpangan. Praktikum juga mencakup sesi diskusi kelompok untuk membandingkan hasil antar peserta dan meninjau prosedur yang telah dilakukan.

Evaluasi hasil akhir keju lunak dilakukan dengan uji organoleptik sederhana meliputi tekstur (lembut, padat, elastis), rasa (asam, gurih, netral), aroma (segar, asam, creamy), dan tampilan visual (warna putih susu, tidak berlendir). Jika hasil tidak sesuai harapan, peserta diajak menganalisis kemungkinan kesalahan pada tahapan tertentu seperti suhu pasteurisasi, waktu koagulasi, atau teknik draining. Pendekatan ilmiah ini penting dalam membangun keterampilan reflektif dalam produksi pangan.

Melalui praktikum ini, peserta memperoleh pemahaman holistik tentang teknik produksi keju lunak

berbasis fermentasi, prinsip higiene dan sanitasi, serta manajemen proses dari bahan mentah hingga produk jadi. Pengalaman langsung ini membentuk dasar keterampilan kewirausahaan pangan dan membuka peluang untuk eksplorasi usaha rumahan atau inovasi produk lokal berbasis susu.

Dengan melibatkan kegiatan praktikum dalam proses pembelajaran atau pelatihan, kemampuan peserta dalam memahami dinamika produksi keju lunak tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga praktis dan aplikatif. Hal ini menjadi bagian penting dalam mencetak generasi pelaku usaha pangan yang terampil, adaptif, dan kreatif dalam menciptakan produk berkualitas dari potensi lokal yang tersedia.

8.3 Evaluasi Kualitas Produk Hasil Praktikum

Evaluasi kualitas produk merupakan bagian penting dalam rangkaian praktikum produksi keju lunak karena menjadi tolok ukur keberhasilan seluruh proses yang telah dijalankan. Tanpa evaluasi yang menyeluruh, peserta tidak dapat mengetahui sejauh mana teknik dan tahapan produksi yang dilakukan telah menghasilkan produk sesuai standar mutu yang diharapkan. Evaluasi ini juga berfungsi sebagai dasar untuk meningkatkan kualitas keju lunak melalui pembelajaran dari kesalahan atau penyimpangan proses.

Parameter pertama yang menjadi fokus evaluasi adalah mutu fisik keju lunak. Tekstur merupakan indikator utama karena mencerminkan konsistensi koagulasi dan teknik draining yang digunakan. Keju lunak ideal umumnya memiliki tekstur halus, tidak berpasir, dan lembut namun tidak terlalu encer. Warna juga menjadi indikator mutu fisik yang penting; keju lunak berkualitas memiliki warna putih bersih atau krem muda tanpa adanya bintik atau perubahan warna yang

menandakan kontaminasi atau oksidasi. Konsistensi juga harus seragam, tanpa adanya bagian yang terlalu padat atau cair.

Selain mutu fisik, mutu kimia juga harus dianalisis untuk mengetahui karakteristik internal keju lunak. Parameter kimia utama meliputi kadar air, kadar lemak, nilai pH, dan tingkat keasaman. Kadar air yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan keju mudah basi, sedangkan kadar lemak menentukan kelembutan dan cita rasa. Nilai pH yang ideal pada keju lunak berkisar antara 4,5 hingga 5,5 tergantung jenisnya; pH yang terlalu tinggi atau rendah dapat memengaruhi keamanan dan kenikmatan konsumsi. Pengukuran keasaman dilakukan dengan titrasi asam-basa untuk menentukan stabilitas produk.

Evaluasi mutu mikrobiologis dilakukan untuk menjamin keamanan pangan dari produk keju lunak hasil praktikum. Uji mikrobiologis sederhana dapat mencakup total plate count (TPC) untuk menghitung jumlah koloni bakteri hidup, serta pengujian keberadaan bakteri patogen seperti *E. coli* atau *Salmonella* jika fasilitas memungkinkan. Meskipun dalam skala praktikum pengujian ini sering terbatas, penting bagi peserta untuk memahami bahwa higiene dan sanitasi selama produksi sangat berpengaruh terhadap hasil mikrobiologis produk.

Mutu organoleptik, yang meliputi rasa, aroma, dan penerimaan umum, juga menjadi aspek penting dalam evaluasi. Penilaian dilakukan melalui uji inderawi oleh panelis internal (sesama peserta atau instruktur). Rasa keju lunak ideal harus creamy, sedikit asam, dan segar tanpa rasa pahit atau getir. Aroma harus netral hingga susu segar, tidak menyengat atau berbau basi. Penerimaan konsumen dinilai dari preferensi umum terhadap tampilan dan pengalaman sensori keseluruhan.

Dalam kegiatan praktikum, evaluasi kualitas dilakukan menggunakan kombinasi alat manual dan instrumental. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter atau kertas indikator, kadar air dan lemak dapat dihitung dengan metode oven dan sokhletasi sederhana. Observasi fisik dan organoleptik dilakukan dengan formulir penilaian. Peserta praktikum diarahkan untuk mencatat semua data pengamatan dan hasil uji ke dalam format evaluasi standar untuk keperluan analisis lebih lanjut.

Standar mutu keju lunak digunakan sebagai acuan dalam membandingkan hasil praktikum. Standar ini dapat mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia), Codex Alimentarius, atau referensi ilmiah yang relevan. Misalnya, keju lunak jenis cream cheese memiliki standar kadar lemak minimum 33%, kadar air maksimum 55%, dan pH sekitar 4,5–5,0. Dengan membandingkan hasil praktikum terhadap standar tersebut, peserta dapat menilai apakah produk telah memenuhi kriteria mutu.

Data hasil pengujian kemudian dianalisis secara sistematis. Penyimpangan dari standar menjadi bahan diskusi untuk menilai kesalahan atau ketidaktepatan selama proses produksi. Misalnya, tekstur terlalu cair bisa disebabkan oleh proses draining yang tidak optimal, atau kadar keasaman terlalu tinggi bisa berasal dari fermentasi yang terlalu lama. Analisis ini melatih peserta untuk berpikir kritis dan menyusun tindakan korektif.

Perbandingan hasil antar kelompok praktikum juga menjadi metode pembelajaran yang efektif. Dari hasil tersebut, peserta dapat memahami bagaimana variasi teknik, suhu, atau waktu dalam setiap tahap produksi dapat menghasilkan perbedaan yang signifikan pada mutu akhir. Diskusi kelompok dan presentasi hasil evaluasi menjadi sarana

untuk menyebarkan pengetahuan empiris antar peserta dan memperkaya pemahaman kolektif.

Evaluasi kualitas hasil praktikum berkontribusi langsung terhadap pemahaman akan pentingnya kontrol proses dalam industri pangan. Kualitas bukanlah hasil kebetulan, melainkan akumulasi dari tindakan dan keputusan yang tepat dalam setiap langkah produksi. Oleh karena itu, pemahaman terhadap evaluasi mutu menjadi landasan penting dalam membangun kompetensi teknis dalam teknologi pangan.

Hasil evaluasi mutu keju lunak juga memberikan wawasan berharga untuk pengembangan produk. Produk yang diterima baik secara organoleptik dapat dijadikan acuan untuk formulasi skala usaha. Sebaliknya, hasil dengan mutu rendah menjadi titik tolak untuk merancang perbaikan pada proses atau bahan baku. Dengan demikian, evaluasi tidak hanya berfungsi sebagai refleksi, tetapi juga sebagai dasar inovasi produk.

Akhirnya, evaluasi kualitas dalam konteks praktikum membentuk karakter ilmiah dan tanggung jawab terhadap produk pangan yang dihasilkan. Peserta tidak hanya belajar membuat keju lunak, tetapi juga memahami bahwa kualitas adalah hasil dari kedisiplinan, ketelitian, dan integritas dalam bekerja. Evaluasi menjadi sarana pendidikan karakter sekaligus keterampilan teknis yang sangat dibutuhkan dalam industri pangan modern.

8.4 Rancangan Proposal Usaha Keju Lunak

Rancangan proposal usaha merupakan langkah awal yang krusial dalam membangun bisnis keju lunak yang berkelanjutan dan kompetitif. Proposal usaha tidak hanya menjadi pedoman internal bagi pelaku usaha dalam merencanakan dan menjalankan kegiatan produksi serta

pemasaran, tetapi juga menjadi dokumen penting untuk menjalin kerja sama dengan pihak luar seperti investor, mitra distribusi, maupun lembaga pembiayaan. Dengan menyusun proposal yang sistematis dan berbasis analisis yang valid, peluang keberhasilan usaha keju lunak dapat ditingkatkan secara signifikan.

Sebuah proposal usaha keju lunak idealnya terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain judul usaha, latar belakang, visi dan misi, tujuan usaha, analisis pasar, strategi produksi dan pemasaran, proyeksi keuangan, serta aspek legalitas dan keamanan produk. Setiap bagian berperan memberikan gambaran menyeluruh mengenai kesiapan usaha dari berbagai sisi, baik teknis, manajerial, maupun finansial. Penyusunan proposal ini menuntut kemampuan analisis, wawasan kewirausahaan, serta pemahaman teknis produksi keju lunak.

Latar belakang usaha perlu menjelaskan alasan dipilihnya keju lunak sebagai produk utama, termasuk potensi pasarnya di tingkat lokal maupun nasional. Misalnya, meningkatnya minat konsumen terhadap produk olahan susu dengan karakteristik lembut dan segar menjadi peluang yang dapat dimanfaatkan oleh pelaku usaha skala mikro dan kecil. Selain itu, keju lunak juga memiliki potensi nilai tambah yang tinggi karena dapat dimodifikasi dalam berbagai bentuk dan rasa sesuai selera pasar.

Analisis pasar menjadi komponen penting dalam proposal karena menentukan arah strategi produksi dan pemasaran. Dalam konteks keju lunak, pelaku usaha perlu mengidentifikasi segmentasi pasar yang dituju, seperti konsumen rumah tangga, restoran, hotel, atau toko bahan makanan organik. Selain itu, perlu dilakukan survei mengenai selera konsumen, harga pasar kompetitor, serta preferensi

terhadap jenis kemasan atau rasa. Informasi ini akan menjadi dasar dalam merancang diferensiasi produk agar mampu bersaing secara efektif.

Studi kelayakan usaha meliputi analisis aspek teknis, finansial, hukum, dan sumber daya manusia. Dari sisi teknis, calon pelaku usaha harus merinci proses produksi mulai dari pengadaan bahan baku (susu segar), peralatan (pasteurisasi, inkubasi, pencetakan), hingga pengemasan dan penyimpanan. Aspek finansial melibatkan estimasi biaya awal, biaya operasional bulanan, serta prediksi pendapatan dan keuntungan. Sementara itu, aspek hukum menyangkut perizinan usaha, izin edar, serta kepatuhan terhadap regulasi pangan.

Dalam perancangan produk, pelaku usaha perlu menentukan jenis keju lunak yang akan diproduksi, seperti cream cheese, cottage cheese, atau mozzarella segar. Pemilihan ini harus mempertimbangkan preferensi pasar, ketersediaan teknologi, serta kapasitas produksi. Desain kemasan juga perlu diperhitungkan dengan cermat, baik dari segi estetika maupun fungsionalitas, mengingat kemasan berperan penting dalam menarik minat konsumen dan menjaga mutu produk selama distribusi.

Rencana produksi dalam proposal harus memuat rincian alur proses pembuatan keju lunak, jumlah dan jenis alat yang digunakan, jadwal produksi, serta estimasi kapasitas harian atau bulanan. Perhitungan kapasitas ini penting untuk memastikan kesinambungan pasokan dan efisiensi penggunaan sumber daya. Proposal juga perlu menyebutkan strategi pengelolaan limbah produksi dan penerapan prinsip higiene untuk menjamin keamanan pangan.

Strategi pemasaran mencakup cara memperkenalkan dan memasarkan produk ke konsumen. Usaha keju lunak skala

kecil dapat memanfaatkan platform digital seperti media sosial, e-commerce, dan pemasaran dari mulut ke mulut. Promosi juga dapat dilakukan melalui kegiatan edukasi gizi dan demo masak. Selain itu, jalur distribusi perlu direncanakan, apakah langsung ke konsumen, melalui reseller, atau kerja sama dengan gerai pangan lokal.

Analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) memberikan gambaran objektif mengenai posisi usaha dalam konteks persaingan pasar. Kekuatan mungkin terletak pada keunikan rasa atau bahan lokal, sementara kelemahan bisa berupa keterbatasan modal atau pengalaman produksi. Peluang muncul dari tren makanan sehat dan produk lokal, sedangkan ancaman bisa datang dari fluktuasi harga bahan baku atau persaingan dengan produk impor.

Rencana keuangan merupakan komponen yang paling diperhatikan oleh investor dan mitra usaha. Proposal harus menyajikan rincian investasi awal (pembelian alat, bahan baku awal, sewa tempat), biaya operasional bulanan (gaji, listrik, bahan habis pakai), serta proyeksi pendapatan dan laba dalam jangka waktu 1–3 tahun. Analisis *break-even point* (BEP) dapat digunakan untuk menunjukkan kapan usaha akan mulai menghasilkan keuntungan.

Struktur organisasi dan manajemen usaha juga perlu dijelaskan, meskipun usaha masih dalam skala mikro. Penjelasan mengenai peran pemilik, tenaga produksi, dan bagian pemasaran akan menunjukkan bahwa usaha dijalankan secara profesional. Jika tenaga kerja berasal dari keluarga atau komunitas lokal, hal ini dapat menjadi nilai tambah dari sisi sosial dan keberlanjutan.

Aspek keamanan pangan dan legalitas produk harus dimasukkan dalam proposal untuk menunjukkan keseriusan usaha. Pelaku usaha harus merencanakan tahapan

pendaftaran izin PIRT, label halal, atau bahkan SNI bila memungkinkan. Penerapan prinsip sanitasi dan dokumentasi proses produksi menjadi jaminan kualitas bagi mitra usaha maupun konsumen.

Dalam jangka panjang, proposal juga harus mencantumkan strategi pengembangan dan inovasi produk. Misalnya, pengembangan varian rasa baru, perluasan pasar, atau kerja sama dengan peternak susu lokal. Dengan adanya visi jangka panjang, usaha keju lunak akan memiliki arah yang jelas dan mampu beradaptasi terhadap dinamika pasar.

Sebagai penutup, proposal usaha keju lunak tidak hanya menjadi dokumen administratif, tetapi juga cerminan kesiapan dan profesionalitas pelaku usaha dalam mengelola bisnis pangan berbasis produk susu. Dengan menyusun proposal secara sistematis dan akademik, calon wirausaha dapat membangun fondasi usaha yang kokoh dan memiliki potensi untuk tumbuh secara berkelanjutan.

Berikut contoh proposal usaha keju lunak:

Proposal Usaha Keju Lunak “SoftCheese”

I. Judul Proposal

“SoftCheese: Usaha Keju Lunak Rumahan Berbasis Susu Segar Lokal”

II. Latar Belakang

Konsumsi produk olahan susu di Indonesia terus meningkat, seiring tumbuhnya kesadaran masyarakat akan pentingnya protein hewani dan pangan fungsional. Namun, sebagian besar produk keju di pasar masih didominasi produk impor atau pabrikan besar. Padahal, keju lunak seperti cream cheese, mozzarella segar, dan cottage cheese dapat diproduksi dengan skala rumahan menggunakan

bahan lokal seperti susu sapi segar. Oleh karena itu, usaha “SoftCheese” hadir sebagai produsen keju lunak lokal berkualitas yang menyasar segmen pasar menengah, restoran, dan toko bahan makanan sehat di wilayah Sumatera Barat.

III. Visi dan Misi

Visi:

Menjadi pelopor produk keju lunak lokal yang berkualitas, higienis, dan terjangkau di Sumatera.

Misi:

1. Memproduksi keju lunak berbasis bahan lokal berkualitas tinggi.
 2. Meningkatkan konsumsi produk susu segar melalui edukasi dan promosi.
 3. Mengembangkan jaringan pemasaran melalui media digital dan kemitraan.
 4. Memberdayakan peternak susu lokal melalui kemitraan berkelanjutan.
-

IV. Tujuan Usaha

- Menyediakan alternatif keju lunak lokal dengan harga terjangkau.
 - Mengurangi ketergantungan pada keju impor.
 - Menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar.
 - Meningkatkan nilai tambah susu sapi lokal.
-

V. Deskripsi Produk

Produk utama adalah keju lunak jenis cream cheese dan mozzarella segar, dikemas dalam ukuran 100 gram dan 250 gram. Produk tidak mengandung pengawet buatan, memiliki tekstur lembut, dan rasa gurih alami. Tersedia juga varian rasa (bawang, herbal, dan pedas).

VI. Analisis Pasar

Target pasar terdiri dari:

- Rumah tangga urban kelas menengah.
- UMKM kuliner (pizza, roti, salad).
- Toko bahan makanan organik dan sehat.
- Konsumen daring melalui marketplace.

Survei pasar menunjukkan 70% responden berminat mencoba keju lokal jika terjamin higienis dan lebih murah dari produk impor.

VII. Rencana Produksi

Bahan Baku: Susu sapi segar, kultur starter, enzim rennet, garam.

Peralatan: Pasteurisasi sederhana, panci stainless, kain saring, timbangan digital, inkubator pendingin.

Proses: Pasteurisasi → Penambahan starter → Inkubasi → Koagulasi → Pencetakan → Pendinginan → Pengemasan → Penyimpanan.

Kapasitas awal: 5 liter susu/hari → ±500 gram keju/hari.

VIII. Strategi Pemasaran

- Media sosial (Instagram, TikTok, WhatsApp Business).
- Kerja sama dengan bakeri dan UMKM makanan.
- Pameran kuliner lokal.
- Sistem pre-order dan pengiriman mingguan.

Penekanan pada *local branding*, kemasan ramah lingkungan, dan rasa autentik.

IX. Analisis SWOT

Strengths: Produk segar, tanpa pengawet, harga lebih rendah.

Weaknesses: Daya tahan produk singkat, kapasitas produksi

terbatas.

Opportunities: Tren makanan sehat dan lokal.

Threats: Kompetitor dari industri besar dan produk impor.

X. Struktur Organisasi

- Pemilik: Andi Pratama
 - Produksi: 2 staf
 - Pengemasan dan distribusi: 1 staf
 - Admin dan media sosial: 1 staf freelance
-

XI. Rencana Keuangan (Estimasi Tahun Pertama)

Investasi Awal:

- Peralatan: Rp 7.000.000
- Bahan awal: Rp 2.000.000
- Kemasan dan branding: Rp 1.000.000

Total: Rp 10.000.000

Biaya Operasional Bulanan:

- Susu dan bahan lain: Rp 3.000.000
- Listrik dan air: Rp 500.000
- Gaji 2 staf: Rp 4.000.000
- Transportasi: Rp 500.000

Total: Rp 8.000.000

Proyeksi Penjualan Bulanan:

- 500 pack x Rp 20.000 = Rp 10.000.000

Laba Kotor: ± Rp 2.000.000/bulan

Break Even Point: 5–6 bulan

XII. Legalitas dan Keamanan Pangan

- Izin usaha mikro (NIB).
 - Sertifikasi PIRT.
 - Pelatihan keamanan pangan dari Dinkes/Puskesmas.
 - Kemasan berlabel gizi dan tanggal kedaluwarsa.
-

XIII. Penutup

Proposal usaha "SoftCheese" disusun sebagai dasar perencanaan bisnis yang terukur dan profesional. Dengan keunggulan pada produk lokal yang berkualitas, sistem produksi yang higienis, dan strategi pemasaran modern, usaha ini diharapkan mampu menjawab kebutuhan konsumen akan produk keju lunak yang sehat dan terjangkau. Proposal ini juga terbuka untuk peluang kemitraan, pendanaan, atau pelatihan lanjutan dalam pengembangan usaha.

LAMPIRAN

L1. Standar SNI untuk Produk Keju

A. Daftar SNI Terkait Produk Keju

No.	Nomor SNI	Judul Standar	Status
1	SNI 01-2980-1992	Keju – Spesifikasi	Berlaku
2	SNI 01-2976-1992	Keju Olahan – Spesifikasi	Berlaku
3	SNI 01-3715-1995	Keju Mozzarella – Spesifikasi	Revisi Diperlukan
4	SNI 3141.1:2011	Susu – Bagian 1: Definisi dan Istilah	Berlaku
5	SNI 2897:2008	Metode Pengujian Mikrobiologi untuk Daging, Susu, dan Telur	Berlaku
6	SNI 7388:2009	Batas Maksimum Cemaran Kimia dalam Pangan	Berlaku

B. Parameter Umum dalam SNI Keju Lunak

Parameter	Batas Standar SNI	Metode Uji (SNI/ISO)
Kadar air	Maks. 55%–60%	Gravimetri (SNI 01-2891-1992)
Kadar lemak dalam bahan kering	Min. 45%	Metode Gerber/Van Gulik
Total Plate Count (TPC)	Maks. 1×10^5 CFU/g	SNI 2897:2008
Coliform	Negatif/ ≤ 10 CFU/g	SNI 2897:2008
Salmonella sp.	Negatif/25 g	SNI 2897:2008
Cemaran logam berat (Pb, Cd, Hg)	Sesuai SNI 7388:2009	AAS/ICP-MS

C. Label dan Informasi Produk (Sesuai SNI Pangan)

- **Nama Produk:** Keju Lunak (dengan jenis spesifik, misal: Brie, Camembert, dll.)
- **Komposisi:** Susu, kultur starter, enzim koagulan, garam, dll.
- **Tanggal Kadaluaarsa:** Maksimum 6 bulan dalam penyimpanan 4°C
- **Nomor PIRT/MD:** Harus tercantum
- **Asal Produsen:** Nama dan alamat jelas
- **Informasi Nilai Gizi:** Disarankan untuk produk retail

D. Ketentuan Tambahan

- Keju yang menggunakan bahan tambahan pangan (BTP) seperti pengawet, pewarna, atau flavor enhancer harus sesuai dengan **Peraturan BPOM RI** dan dicantumkan pada label.
- Penggunaan istilah seperti “alami”, “organik”, atau “tradisional” harus berdasarkan verifikasi proses dan bahan.

L2. Formulir Evaluasi Sensorik

Judul Uji : Evaluasi Sensorik Keju Lunak
Tanggal Uji :
Nama Panelis :
Jenis Keju yang Diuji :
Kode Sampel :

Petunjuk:
Silakan nilai masing-masing atribut sensorik di bawah ini dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom skala yang sesuai.
Skor **1** berarti *sangat buruk*, dan skor **9** berarti *sangat baik*.

1. Penilaian Sensorik (Skala Hedonik 9 Poin)

Atribut Sensorik	Deskripsi	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Penampakan	Warna seragam, permukaan bersih									
Aroma	Khas keju, tidak amis atau asam tajam									
Tekstur Mulut	Lembut, halus, mudah dikunyah									
Rasa (Flavor)	Gurih, khas produk keju, seimbang									
Aftertaste	Tidak getir, rasa tertinggal menyenangkan									
Keseluruhan	Penilaian umum terhadap kualitas produk									

2. Komentar Tambahan Panelis (Opsional)

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

3. Kesiapan Membeli Produk

Apakah Anda bersedia membeli produk ini jika tersedia di pasaran?
☐ Ya ☐ Tidak ☐ Mungkin

L3. Daftar Peralatan Produksi Skala Rumah Tangga

A. Peralatan Utama

No	Nama Peralatan	Fungsi	Spesifikasi Umum / Catatan
1	Panci stainless steel	Memanaskan susu, proses pasteurisasi dan pemanasan saat koagulasi	Kapasitas 5–10 liter, tahan panas, food grade
2	Termometer dapur	Mengukur suhu susu saat pasteurisasi dan penambahan starter/rennet	Suhu 0–100°C, analog atau digital
3	Kompore gas/listrik	Sumber panas untuk pasteurisasi dan proses lainnya	Kompore portable atau tungku listrik mini
4	Sendok stainless steel/pengaduk	Mengaduk susu, starter, dan curd	Panjang minimal 30 cm, bahan tidak bereaksi dengan susu
5	Pisau curd	Memotong dadih setelah koagulasi	Bilah panjang, tajam, bisa diganti dengan pisau stainless biasa
6	Cetakan keju (mould)	Mencetak curd menjadi bentuk akhir keju	Berlubang, bentuk silinder atau sesuai preferensi produk
7	Kain kasa/cheesecloth	Menyaring curd dan whey, membantu pengeringan keju	Kain food grade, bisa dicuci ulang
8	Timbangan digital	Menakar bahan baku dan hasil produksi	Ketelitian minimal 1 gram
9	Wadah plastik stainless	Menyimpan susu, whey, dan keju	Food grade, mudah dibersihkan

B. Peralatan Pendukung

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Spesifikasi Umum / Catatan
1	Kain saring (cheesecloth)	Menyaring dadih dari whey	Kain katun halus, muslin, dapat dicuci ulang
2	Saringan halus	Menyaring cairan dari partikel kasar	Stainless steel atau plastik food grade
3	Wadah fermentasi	Menampung susu selama inkubasi atau fermentasi	Toples kaca atau plastik PP/HDPE, berpenutup
4	Timbangan digital	Menimbang bahan baku dan aditif (starter, garam, dll.)	Akurasi minimal 1 gram, kapasitas hingga 5 kg
5	pH meter / kertas lakmus	Mengukur tingkat keasaman selama fermentasi	pH meter digital (rentang pH 3–7) atau kertas lakmus food-safe
6	Semprotan alkohol 70%	Sanitasi peralatan dan permukaan kerja	Botol semprot kecil, isi ulang
7	Sarung tangan dan masker	Menjaga higienitas saat proses produksi	Sekali pakai atau bisa dicuci ulang (non-woven atau latex)
8	Kulkas / lemari pendingin	Penyimpanan keju selama proses pematangan	Suhu 4–8°C, dapat menggunakan kulkas rumahan biasa

C. Peralatan Tambahan untuk Inovasi Produk

No.	Nama Peralatan	Fungsi	Spesifikasi Umum / Catatan
1	Blender / food processor	Menghaluskan bahan tambahan seperti buah, sayur, rempah, dll. untuk varian rasa	Daya sedang (250–500 watt), pisau stainless steel, mudah dibersihkan
2	Timbangan mikro (presisi tinggi)	Menimbang starter, enzim, bahan aditif dalam jumlah kecil	Akurasi 0.01–0.1 gram
3	Cetakan kreatif / varian bentuk	Mencetak keju dengan bentuk inovatif untuk diferensiasi pasar	Bentuk hati, kotak kecil, bunga, dll. berbahan silikon atau plastik food grade
4	Oven dehidrator / pengering mini	Mengeringkan bahan topping, rempah, atau lapisan luar keju	Suhu rendah (35–60°C), rak susun, sirkulasi udara baik
5	Alat vakum sealer	Mengemas keju dengan kedap udara untuk memperpanjang umur simpan	Tersedia dalam ukuran portable, gunakan plastik kemasan food grade
6	Label printer kecil	Mencetak label produk dengan informasi nutrisi, tanggal, dan branding	Kompatibel dengan smartphone atau PC, cetak stiker kedap air
7	Kamera smartphone berkualitas	Dokumentasi proses produksi dan hasil produk untuk pemasaran	Resolusi minimal 8 MP, mendukung media sosial dan katalog produk

Catatan:

Peralatan tambahan ini bersifat opsional dan ditujukan bagi produsen rumahan atau UMKM yang ingin meningkatkan nilai tambah produk, membuat diferensiasi, serta menyiapkan produk untuk pasar yang lebih luas.

L4. Rekomendasi Bacaan Lanjutan

A. Buku Referensi dan Literatur Akademik

- Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (Eds.). (2017). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., Vols. 1–2). Academic Press.
Buku ini membahas mendalam tentang komposisi kimia, proses mikrobiologis, dan teknologi produksi berbagai jenis keju.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2019). *Dairy Science and Technology* (3rd ed.). CRC Press.
Referensi utama tentang teknologi susu, termasuk proses fermentasi dan koagulasi susu untuk produk keju.
- Law, B. A., & Tamime, A. Y. (2016). *Technology of Cheesemaking* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
Buku teknis lengkap yang membahas metode pembuatan keju skala industri dan rumahan.
- Tamime, A. Y. (Ed.). (2015). *Processed Cheese and Analogues*. Wiley-Blackwell.
Fokus pada keju olahan dan alternatifnya, termasuk teknologi formulasi dan pengemasan.
- McSweeney, P. L. H., & Sousa, M. J. (2016). *Biochemical Pathways in the Maturation of Cheese and Other Fermented Dairy Products*. Elsevier.
Penjelasan biokimia tentang pematangan keju dan interaksi mikroorganisme.

B. Jurnal Ilmiah dan Publikasi Penelitian

- International Dairy Journal
Terbitan Elsevier yang memuat riset mutakhir seputar sains susu, teknologi fermentasi, dan inovasi produk keju.

- Dairy Science & Technology (Springer)
Fokus pada pengembangan teknologi pengolahan susu dan produk turunannya seperti keju lunak dan yoghurt.
- Journal of Dairy Science (American Dairy Science Association)
Publikasi yang mencakup penelitian teknis dan aplikasi industri susu termasuk mikrobiologi dan mutu produk.
- Food Research International
Jurnal ilmiah multidisipliner yang sering menampilkan studi sensorik dan keamanan produk olahan susu.
- LWT – Food Science and Technology
Mengkaji karakteristik fisik, kimia, dan pengembangan produk pangan, termasuk keju artisan dan modern.

C. Panduan dan Standar Teknis

- Codex Alimentarius. (2020). *General Standard for Cheese (CODEX STAN 283-1978)*. FAO/WHO.
Standar internasional dari FAO/WHO untuk keju, mencakup definisi, klasifikasi, dan persyaratan mutu.
- SNI 2782:2017. *Keju – Syarat Mutu dan Pengujian*. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Indonesia.
Standar nasional Indonesia yang digunakan sebagai acuan dalam produksi dan uji mutu keju lokal.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2019). *Scientific Opinion on the Microbiological Risks in Soft Cheeses*.
Laporan teknis seputar risiko mikrobiologi dalam keju lunak dan tindakan pengendalian.

D. Bacaan Praktis dan Edukatif Tambahan

- U.S. Department of Agriculture (USDA). *Home Cheese Making Guides*
Panduan praktis pembuatan keju di rumah dari lembaga penyuluhan pertanian Amerika.
- Dairy Processing Handbook (Tetra Pak).
E-book teknis yang sangat berguna bagi pelaku industri kecil dan menengah dalam mengolah susu dan turunannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdeen, E. S. M., Hamed, A. M., & Ismail, H. A. (2024). Production and evaluation of novel functional cream cottage cheese fortified with bovine colostrum and probiotic bacteria. *Journal of Food Science and Technology*, 61, 1457–1469. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05910-0>
- Budaraga, I. K., Salihat, R. A., & Fitria, E. A. (2023). Acidification effects of starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.) on soy milk-based cottage cheese: A physicochemical and organoleptic assessment. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 986–996. <https://doi.org/10.5219/1915>
- Budaraga, I. K., Salihat, R. A., & Fitria, E. A. (2023). The study of the utilization of wuluh starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.) in cottage cheese from goat milk prepared with acidification method based on physicochemical properties and organoleptic evaluation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29(5), 873–881.
- Coelho, M. C., Arneborg, N., & Jespersen, L. (2022). Lactic acid bacteria in raw-milk cheeses: From starter cultures to adjunct cultures and probiotics. *Frontiers in Microbiology*, 13, Article 936815. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.936815>
- Duan, C., et al. (2019). Proteolytic activity of *Lactobacillus plantarum* strains in cheese ripening. *International Dairy Journal*, 98, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.01.005>
- Elgarhy, M. R., et al. (2023). Biochemical, microstructural, and probiotic bacterial analysis of DJATP-fortified fresh cheese. *Processes*, 11(10), 2854.

<https://doi.org/10.3390/pr11102854>

- Fernandes, J., et al. (2025). Clean label approaches in cheese production: Where are the challenges? *Foods*, 14(5), 805. <https://doi.org/10.3390/foods14050805>
- Johnson, M. E. (2017). A 100-year review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9969–9982. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13154>
- Lamichhane, P., & Shah, N. P. (2018). Structure–function relationships in cheese protein networks: Advances and perspectives. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 12–23. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13209>
- Mazlum, H. (2023). Probiotic cheese as a functional food: A review. *Asian Australasian Journal of Food Safety and Security*, 7(1), 21–36.
- Mohammed, A. H., & Echevarría, G. (2016). Evaluation of milk composition and fresh soft cheese from Mexico. *Dairy Science & Technology*, 96(5), 645–656. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0251-4>
- Picciotti, U., Massaro, A., Galiano, A., & Garganese, F. (2021). Cheese fortification: Review and possible improvements. *Food Reviews International*, 37(5), 1–25. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1874411>
- Salihat, R. A., Budaraga, I. K., Syukri, D., Yanti, N. R., & Fitria, E. A. (2023). The effect of addition of wuluh starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.) juice as a coagulant in cottage cheese from cow's milk. *Annals of Agri-Bio Research*, 28(2), 328–336.
- Sandine, W. E., & Elliker, P. (1970). Early cheese making: historical perspective (cited in Zheng et al., 2021).
- Sayel, M. F. (2025). Microbiological hazards of soft cheese and control strategies. *Health Biotechnology and Pharm*, 3(1), e7061f7f18f3.

- Soleimani, A., et al. (2024). Production of soft unripened cheeses using acidic and enzymatic coagulation: Yield and acceptability. *International Journal of Dairy Technology*, 75(4), 789–798.
- Zheng, X., Shi, X., & Wang, B. (2021). A review on the general cheese processing technology, flavor biochemical pathways and the influence of yeasts in cheese. *Frontiers in Microbiology*, 12, 703284. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.703284>
- Verruck, S., de Moura Bell, J. M. L. N., & Broderick, A. (2015). Cheese as a probiotic carrier: Properties and benefits. *Journal of Functional Foods*, 12, 147–157.
- Jones, D. G. (2012). Acid-set cheese (background context on curd formation processes). In *Exploitation of microorganisms* (pp. 123–140). Springer.
- Rosales, C. et al. (2019). Survival of probiotic strains in cheese: impact of matrix and ripening. *Food Research International*, 116, 209–217.
- Tielemans, M. et al. (2019). Effects of salt and moisture on soft cheese texture during shelf life. *Journal of Texture Studies*, 50(3), 234–245.
- Rojas-Rubio, E., & Ferreira, M. (2018). Moisture content and safety of soft cheese under varying water activity. *International Journal of Food Microbiology*, 274, 1–8.
- Ramirez-Parada, K., et al. (2023). Probiotic bacteria and its applications in cheese: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 14(2), 66–78.
- Murtaza, G., et al. (2022). Functional properties of probiotic foods: Role in immunity and health. *Asian Australasian Journal of Food Safety and Security*, 6(3), 101–115.
- McGrath, H. et al. (2016). Nutrient composition and use of

- bovine colostrum in functional dairy products. *Dairy Technology Review*, 28(2), 67–77.
- Mantzourani, I., Tsaltas, D., & Kalantzopoulos, G. (2018). Improvement of probiotic cultures for cheese fortification. *Food Science and Technology International*, 24(3), 216–226.
- Sarı, B., & Çalışkan, H. (2021). Consumer perspectives on probiotic cheese consumption. *Journal of Functional Foods*, 79, 104422.
- Siro, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. *Acta Alimentaria*, 37(2), 1–16. (discussed as background in Picciotti et al., 2021)
- Stanton, C., et al. (2001). Probiotic cheese and health perceptions: historical context referenced in Mazlum (2023).
- Vinderola, C. G., et al. (2000). Survival of probiotics in cheese under simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Dairy Science*, 83, 292–297.
- Yörük, S., & Güner, A. (2011). Probiotic microorganisms used in dairy fermentations. *International Food Research Journal*, 18(1), 47–55.

BIODATA PENULIS



Prof.Dr.Ir. I Ketut Budaraga,MSi.CIRR

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti

Prof.Dr.Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR lahir di Desa Bulian Kecamatan Kubutambahan Kabupaten Buleleng pada tanggal 22 Juli 1968. Menamatkan SD No.1 Bulian tahun 1982, SMP 1 Singaraja tahun 1984. SMA Lab Unud Singaraja tahun 1987. Melanjutkan ke Fakultas Pertanian Universitas Mataram tahun 1987 dan tamat 1992. Melanjutkan pendidikan S2 tahun 1995 Ke Pasca sarjana program studi Teknik Pasca Panen IPB tamat 1998. Diberikan kesempatan lanjut ke S3 Ilmu pertanian tamat tahun 2016. Diangkat sebagai Dosen PNSD ke Kopertis Wilayah X Padang di tempatkan di Universitas Ekasakti di Fakultas Pertanian pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, terakhir diberikan kepercayaan menjadi guru besar bidang ilmu Teknologi Pengolahan mulai terhitung 1 Agustus 2023. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: iketutbudaraga@unespadang.ac.id

BIODATA PENULIS



Rera Aga Salihat, S.Si., M.Si

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti

Penulis bernama lengkap Rera Aga Salihat, S.Si., M.Si, lahir di Padang pada tanggal 1 November 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 bidang Kimia di Universitas Andalas Padang masing-masing pada tahun 2012 dan 2015. Penulis memulai karir sebagai dosen Kimia di Universitas Ekasakti Padang tahun 2016. Pada tahun 2018, penulis dipercaya sebagai Kepala Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian (THP) dan memulai perubahan total terhadap manajemen, sarana dan prasarana laboratorium.

Pada tahun 2022 dan 2023, penulis bersama tim peneliti mendapatkan hibah Penelitian Dasar Kompetitif Nasional (PDKN) dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) untuk melakukan penelitian mengenai karakteristik keju cottage. Luaran yang telah terealisasi berupa artikel-artikel yang telah terbit di jurnal internasional bereputasi dan paten sederhana yang telah berstatus diberikan (*granted*). Pada kesempatan kali ini, penulis bersama tim berniat untuk menghasilkan karya ilmiah mengenai keju dalam bentuk buku. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: reraagasalihat@unespadang.ac.id

BIODATA PENULIS



Eddwina Aidila Fitria S.TP., M.Si

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti

Penulis lahir di Bukittinggi tanggal 7 Mei 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Andalas pada tahun 2011 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor tahun 2015. Penulis menekuni penelitian dan Menulis pada bidang Teknologi Pengolahan dan Kemasan Hasil Pertanian. Penulis dapat dihubungi melalui email eddwinaaidilafitria@unespadang.co.id