

# Susu dan Produk Olahannya: Teori, Praktik, dan Standar Mutu



Anif Mukaromah Wati

# **Susu dan Produk Olahannya: Teori, Praktik, dan Standar Mutu**

**Penulis:  
Anif Mukaromah Wati**



# **Susu dan Produk Olahannya: Teori, Praktik, dan Standar Mutu**

Penulis:

Anif Mukaromah Wati  
Program Studi Peternakan PSDKU Kediri  
Univeristas Brawijaya  
Email: [anifwati@ub.ac.id](mailto:anifwati@ub.ac.id)

**ISBN : 978-634-7141-25-5**

Editor:

Anif Mukaromah Wati

Desain Cover & Layout:

Anif Mukaromah Wati

Penerbit :

Yayasan Drestanta Pelita Indonesia  
Anggota IKAPI No. 276/Anggota Luar Biasa/JTE/2023

Redaksi:

Jl. Kebon Rojo Selatan 1 No. 16, Kebon Batur.  
Mranggen, Demak  
Tlpn. 081262770266  
Fax . (024) 8317391  
Email: [isbn@yayasandpi.or.id](mailto:isbn@yayasandpi.or.id)

Hak Cipta dilindungi Undang Undang  
Dilarang memperbanyak Karya Tulis ini dalam bentuk apapun.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga buku ini yang berjudul "Susu dan Produk Olahannya: Teori, Praktik, dan Standar Mutu" dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini hadir sebagai wujud kontribusi penulis dalam memperkaya khazanah ilmu pengetahuan di bidang pangan, khususnya industri susu dan produk turunannya, yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat serta menopang sektor agribisnis dan industri pengolahan pangan.

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki nilai nutrisi tinggi dan menjadi komoditas strategis di berbagai belahan dunia. Dalam perkembangannya, pengolahan susu tidak hanya berfokus pada produksi susu cair, tetapi juga meluas ke berbagai produk olahan seperti keju, yoghurt, susu bubuk, mentega, hingga es krim. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai teori dasar, proses pengolahan, hingga standar mutu yang berlaku menjadi hal yang sangat penting, baik bagi pelaku industri, akademisi, maupun mahasiswa yang menekuni bidang ini.

Buku ini disusun untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai aspek teoritis dan praktis terkait produksi susu dan produk olahannya, dilengkapi dengan pembahasan mengenai standar mutu yang berlaku secara nasional maupun internasional. Harapannya, buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat dalam proses pembelajaran, penelitian, dan pengembangan industri pengolahan susu yang berkelanjutan dan berkualitas.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari

sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan dalam pengembangan ilmu dan praktik pengolahan susu serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga mutu dan keamanan pangan.

Malang, Mei 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Pengertian susu.....	2
C. Persyaratan mutu .....	5
D. Jenis-jenis susu berdasarkan sumber ternaknya .....	7
BAB II. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUALITAS SUSU....	14
A. Kondisi sapi perah.....	14
B. Nutrisi dan Kualitas Pakan.....	14
C. Manajemen Peternakan .....	16
D. Faktor Genetik Sapi.....	18
E. Kondisi Lingkungan .....	19
F. Kebersihan dan Penyimpanan Susu.....	21
BAB III. PENGUJIAN KUALITAS SUSU.....	26
A. Uji Keasaman (pH Test) .....	26
B. Uji Lemak (Fat Test) .....	28
C. Uji Laktosa .....	29
D. Uji Formalin .....	30
E. Uji Starch (Pati).....	31
F. Uji Sabun (Deterjen).....	32
BAB IV. PRODUK-PRODUK DARI SUSU.....	36
A. Keju.....	36
B. Yogurt.....	51
C. Mentega.....	59
D. Susu Kental Manis.....	63
E. Susu Bubuk.....	68
BAB VII. PRODUSEN SUSU.....	78
A. Produsen susu tingkat industri.....	78
B. Produsen susu skala UMKM .....	82
BAB VIII SWASEMBADA SUSU .....	85
A. Produksi Susu Nasional yang Masih Rendah....	85
B. Produktivitas Peternak yang Rendah.....	85
C. Kualitas Pakan dan Manajemen Peternakan ....	86
D. Tantangan Infrastruktur dan Teknologi .....	86
E. Kendala Ekonomi dan Permodalan .....	87
F. Tingginya Biaya Produksi .....	87

G.	Kurangnya Akses ke Pembiayaan .....	87
H.	Ketergantungan pada Impor dan Kebijakan Pemerintah.....	88
I.	Dominasi Industri Besar Industri pengolahan susu.....	89
J.	Kualitas dan Standar Susu .....	89
BAB IX. LACTOSE INTOLERANCE .....		90
A.	Pengertian Lactose intolerance.....	90
B.	Penyebab Lactose Intolerance .....	90
C.	Gejala Lactose Intolerance .....	91
E.	Diagnosis Lactose Intolerance .....	92
F.	Reaksi lactose intolerance .....	94
BAB IX. SUSU NABATI .....		96
A.	Susu Kedelai .....	97
B.	Susu Almond .....	98
C.	Susu Oat .....	100
D.	Susu Kelapa.....	102
E.	Susu Beras .....	103
F.	Susu Kacang Mete.....	105
G.	Susu Rami (Hemp Milk) .....	107
H.	Susu Kacang Macadamia.....	109
BAB X. OLAHAN SUSU TRADISIONAL.....		115
A.	Lassi (India).....	115
B.	Ayran (Turki).....	116
C.	Dulce de Leche (Argentina).....	117
D.	Dadiah (Indonesia - Minangkabau).....	119
E.	Panna Cotta (Italia).....	120
F.	Horchata de Arroz (Meksiko).....	121



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi manusia. Sejak ribuan tahun yang lalu, susu telah menjadi sumber protein hewani yang mudah diakses dan dikonsumsi oleh berbagai lapisan masyarakat di seluruh dunia. Komposisi gizinya yang lengkap, meliputi protein berkualitas tinggi, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral, menjadikan susu sebagai pangan fungsional yang berkontribusi besar terhadap kesehatan dan pertumbuhan manusia, terutama pada anak-anak dan ibu hamil.

Seiring berjalannya waktu, susu tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk segar tetapi juga diolah menjadi beragam produk turunan. Produk-produk olahan susu seperti keju, yoghurt, mentega, susu bubuk, es krim, dan krim kental manis telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari, memenuhi berbagai kebutuhan konsumen akan variasi rasa, tekstur, dan nilai tambah nutrisi. Pengolahan susu menjadi produk olahan juga berfungsi memperpanjang umur simpan susu, meningkatkan nilai ekonomis, serta menciptakan peluang usaha dan lapangan kerja di sektor industri pengolahan pangan.

Di tengah pesatnya pertumbuhan industri susu global, isu mengenai mutu dan keamanan pangan menjadi perhatian utama. Konsumen semakin sadar akan pentingnya produk susu yang aman dikonsumsi dan memenuhi standar gizi yang ditetapkan. Oleh karena itu, pengolahan susu harus mematuhi berbagai regulasi dan standar mutu yang ketat, baik di tingkat nasional (seperti Standar Nasional Indonesia - SNI) maupun internasional (seperti Codex Alimentarius dan ISO). Penerapan standar mutu ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap produk susu yang dihasilkan aman, bergizi, dan memiliki kualitas yang konsisten.

Selain itu, tantangan lain yang dihadapi industri pengolahan susu meliputi fluktuasi pasokan bahan baku, penerapan teknologi yang ramah lingkungan, serta tuntutan konsumen akan inovasi produk yang lebih sehat dan alami. Hal ini mendorong perlunya pemahaman yang mendalam tidak hanya tentang proses produksi susu dan olahannya, tetapi juga mengenai teori dasar, teknologi pengolahan, serta penerapan standar mutu dan keamanan pangan yang sesuai.

Buku ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut dengan mengupas secara komprehensif aspek teori, praktik, dan standar mutu dalam pengolahan susu dan produk olahannya. Diharapkan, buku ini dapat menjadi referensi penting bagi mahasiswa, peneliti, pelaku industri, dan siapa saja yang tertarik untuk memahami lebih dalam tentang industri susu, baik dari sisi sains, teknologi, maupun regulasi yang mengaturnya.

## B. Pengertian susu

Susu merupakan bahan pangan alami yang memiliki peranan penting dalam pemenuhan gizi manusia. Kaya akan protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral, susu tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk segar tetapi juga diolah menjadi berbagai produk bernilai tambah. Sebelum membahas lebih jauh tentang komposisi dan proses pengolahan, pemahaman mengenai definisi susu dari sudut pandang ilmiah dan regulasi menjadi dasar penting. Subbab ini akan mengulas pengertian susu berdasarkan standar nasional dan internasional, yang menjadi acuan dalam industri pengolahan susu.

### 1. Menurut SNI 27705 SNI 3141.1-2011

Susu segar menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3141.1:2011 adalah susu yang diperoleh dari pemerahan sapi sehat, yang ditangani dengan cara yang benar, tidak mengandung kolostrum, dan tidak ditambahkan atau dikurangi zat-zat tertentu di dalamnya. Susu ini juga harus bebas dari bahan tambahan pangan dan zat asing.

### 2. Menurut Codex Alimentarius (FAO/WHO) - 1999

Codex Alimentarius, yang dikeluarkan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), mendefinisikan susu sebagai sekresi normal dari kelenjar susu hewan perah, diperoleh dari satu atau lebih pemerahan, tanpa penambahan atau pengurangan komponen apa pun. Tahun: 1999 (standar diperbaharui beberapa kali setelahnya).

Standar ini digunakan secara internasional untuk memastikan kualitas dan keamanan susu yang diproduksi dan diperdagangkan di seluruh dunia. Dalam konteks ini, susu tidak boleh mengalami penambahan bahan selain vitamin atau mineral tertentu yang ditambahkan untuk meningkatkan gizi.

### 3. European Union (EU) Regulation – 2013

Di Uni Eropa, susu diatur dalam Peraturan (EU) No. 1308/2013, yang menyatakan bahwa: "Susu adalah produk alami yang diperoleh melalui pemerahan normal dari hewan penghasil susu, tanpa penambahan atau pengurangan komponen apa pun." Uni Eropa memiliki peraturan ketat yang melarang penggunaan istilah "susu" untuk produk non-hewani. Produk susu harus berasal dari hewan, biasanya sapi, kambing, domba, atau kerbau. Istilah "susu" tidak dapat digunakan untuk produk nabati seperti susu soya atau almond di wilayah Uni Eropa, kecuali untuk pengecualian tertentu seperti "susu kelapa."

Susu kelapa dapat didefinisikan dan diperdagangkan dengan menggunakan istilah "susu" di Eropa karena alasan historis, kebiasaan penggunaan istilah, serta pengecualian khusus dalam peraturan Uni Eropa (UE). Meskipun Uni Eropa menerapkan peraturan ketat tentang penggunaan istilah "susu" hanya untuk produk yang berasal dari hewan mamalia, susu kelapa menjadi salah satu pengecualian. Berikut penjelasan mengenai alasannya:

Uni Eropa mengatur penggunaan istilah "susu" melalui EU Regulation No. 1308/2013, yang menyatakan bahwa istilah "susu" secara eksklusif mengacu pada sekresi normal dari kelenjar susu mamalia. Namun, ada pengecualian tertentu untuk beberapa produk nabati yang sudah secara tradisional dikenal dengan sebutan "susu." Salah satu produk yang dikecualikan adalah susu kelapa.

Dalam daftar pengecualian Uni Eropa, susu kelapa diakui karena sudah lama digunakan secara tradisional dengan istilah "susu" untuk menggambarkan cairan yang diperoleh dari daging kelapa yang diparut dan diperas. Hal ini telah diterima secara luas di pasar dan oleh konsumen, sehingga tidak menimbulkan kebingungan.

Susu kelapa telah lama dikenal dan digunakan dalam berbagai masakan tradisional di banyak negara tropis, terutama di Asia Tenggara dan Karibia. Penggunaan istilah "susu kelapa" sudah umum untuk merujuk pada cairan yang berwarna putih dan kental yang diperoleh dari kelapa. Karena sejarah penggunaan ini, Uni Eropa mengakui susu kelapa sebagai pengecualian. Istilah "susu

kelapa" tidak menimbulkan kebingungan di kalangan konsumen Eropa, karena produk ini telah dipahami sebagai produk nabati dengan fungsi tertentu dalam memasak dan bukan sebagai pengganti susu hewani.

Meski begitu, susu kelapa diatur dalam kategori produk nabati olahan, bukan dalam skema produk susu. Untuk keamanan pangan, susu kelapa mengacu pada: Regulation (EU) No. 1169/2011 tentang informasi pangan kepada konsumen, Regulation (EC) No. 852/2004 tentang higiene pangan, Kontaminan dan residu pestisida diatur oleh Regulation (EC) No. 396/2005.

#### 4. United States Food and Drug Administration (FDA) - 1973

Menurut FDA, susu didefinisikan sebagai: "Susu adalah sekresi laktal bebas kolostrum, diperoleh dengan pemerahan satu atau lebih sapi sehat, yang mengandung tidak kurang dari 8,25% padatan non-lemak susu dan tidak kurang dari 3,25% lemak susu." Tahun: 1973 (diatur dalam 21 CFR Part 131.110). Standar ini menetapkan komposisi minimum susu sapi yang dipasarkan di Amerika Serikat. Kolostrum (susu pertama yang dihasilkan oleh sapi setelah melahirkan) tidak termasuk dalam definisi ini.

#### 5. New Zealand Food Regulations - 1984

Di Selandia Baru, susu didefinisikan sebagai: "Susu adalah cairan yang diperoleh dari pemerahan sapi yang sehat, yang ditujukan untuk konsumsi sebagai minuman atau digunakan sebagai bahan dasar dalam produk olahan susu." Selandia Baru, sebagai salah satu produsen susu terbesar di dunia, memiliki standar tinggi untuk memastikan kualitas dan kebersihan susu. Negara ini juga sangat mengatur komposisi lemak, protein, dan nutrisi susu yang dihasilkan oleh peternakan.

#### 6. Australian New Zealand Food Standards Code - 2015

Australia dan Selandia Baru berbagi standar makanan yang sama. Menurut Food Standards Code Australia-Selandia Baru: "Susu adalah cairan laktal dari mamalia sehat, khususnya sapi, dan harus memenuhi standar kebersihan dan komposisi tertentu." Australia dan Selandia Baru mengatur susu dengan ketat, termasuk peraturan tentang suhu penyimpanan dan masa simpan untuk memastikan kualitas dan keamanan produk susu.

### C. Persyaratan mutu

Susu segar sebagai bahan pangan bergizi tinggi harus memenuhi persyaratan mutu dan keamanan pangan yang ketat sebelum dikonsumsi atau diolah lebih lanjut. Standar ini mencakup aspek fisik, kimia, mikrobiologi, dan sensorik yang bertujuan menjaga kualitas, keamanan, dan nilai gizi susu selama distribusi dan penyimpanan. Subbab ini akan membahas secara rinci persyaratan susu segar berdasarkan regulasi nasional seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) yang tertera pada Tabel 1. mencakup batas cemaran mikroba, kadar lemak, protein, serta kriteria organoleptik yang wajib dipenuhi untuk menjamin kualitas susu segar yang aman dan layak konsumsi.

Tabel 1. Syarat mutu susu segar menurut SNI 3141.1:2011

No.	Karakteristik	Satuan	Syarat
a.	Berat Jenis (pada suhu 27,5 °C) minimum	g/ml	1,0270
b.	Kadar lemak minimum	%	3,0
c.	Kadar bahan kering tanpa lemak minimum	%	7,8
d.	Kadar protein minimum	%	2,8
e.	Warna, bau, rasa, kekentalan	-	Tidak ada perubahan
f.	Derajat asam	°SH	6,0 - 7,5
g.	pH	-	6,3 - 6,8
h.	Uji alkohol (70 %) v/v	-	Negatif
i.	Cemaran mikroba, maksimum: 1. <i>Total Plate Count</i> 2. <i>Staphylococcus aureus</i> 3. <i>Enterobacteriaceae</i>	CFU/ml CFU/ml CFU/ml	1x10 <sup>6</sup> 1x10 <sup>2</sup> 1x10 <sup>3</sup>
j.	Jumlah sel somatis maksimum	sel/ml	4x10 <sup>5</sup>
k.	Residu antibiotika (Golongan penisilin, Tetrasiklin, Aminoglikosida, Makrolida)	-	Negatif
l.	Uji pemalsuan	-	Negatif
m.	Titik beku	°C	-0,520 s.d - 0,560
n.	Uji peroxidase	-	Positif
o.	Cemaran logam berat, maksimum: 1. Timbal (Pb) 2. Merkuri (Hg) 3. Arsen (As)	µg/ml µg/ml µg/ml	0,02 0,03 0,1

1. Pengemasan: Susu segar harus dikemas dalam wadah tertutup rapat yang terbuat dari bahan aman, tidak beracun, dan tidak menyebabkan perubahan atau kerusakan pada susu selama proses penyimpanan maupun distribusi.
2. Pelabelan: Label pada kemasan primer setidaknya memuat informasi mengenai nama produk, identitas

produsen, berat atau volume bersih, serta Nomor Kontrol Veteriner (NKV).

3. Rekomendasi: Persyaratan mutu terkait cemaran logam berat dapat diberlakukan jika diperlukan, dan pengujiannya dilakukan sesuai ketentuan dalam SNI 2896.

D. Jenis-jenis susu berdasarkan sumber ternaknya

Susu yang dikonsumsi manusia berasal dari berbagai jenis ternak yang masing-masing memiliki karakteristik unik baik dari segi komposisi gizi, rasa, maupun manfaat kesehatannya. Meskipun susu sapi merupakan jenis yang paling umum di pasar global, terdapat pula susu dari hewan lain seperti kambing, domba, kerbau, unta, bahkan kuda yang dikonsumsi di berbagai budaya dan wilayah geografis. Setiap jenis susu memiliki profil nutrisi yang berbeda, sehingga pemilihannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan gizi atau preferensi konsumen tertentu. Subbab ini akan membahas berbagai jenis susu berdasarkan sumber ternaknya, termasuk perbandingan karakteristik fisik, kimia, serta manfaat dari masing-masing jenis susu.

1. Susu Sapi

- Asal: Sapi perah.
- Komposisi: Mengandung sekitar 3-4% lemak, 3,2-3,5% protein, 4,8% laktosa, serta kalsium, vitamin D, vitamin B12, dan riboflavin.
- Kelebihan: Kaya nutrisi, mudah diakses, dan merupakan sumber utama susu di dunia.
- Kelemahan: Bisa menyebabkan intoleransi laktosa atau alergi protein susu bagi sebagian orang.
- Penggunaan: Produk susu sapi mencakup susu segar, keju, yogurt, mentega, susu bubuk, dan es krim.



Gambar 1. Sapi FH

Sumber: <https://www.guptadairykarnal.com/hf-cow.html>

## 2. Susu Kambing

- Asal: Kambing.
- Komposisi: Lemak susu kambing sedikit lebih tinggi dibandingkan susu sapi (4-5%), protein 3-4%, laktosa 4,1%.
- Kelebihan: Lebih mudah dicerna oleh beberapa orang karena ukuran globula lemaknya yang lebih kecil. Kandungan asam lemak rantai sedang membantu dalam pencernaan.
- Kelemahan: Rasanya lebih kuat dan sedikit berbeda, yang mungkin tidak disukai semua orang.
- Penggunaan: Digunakan untuk membuat keju, yogurt, dan produk susu fermentasi lainnya.



Gambar 2. Nigerian Goats Milk

Sumber:

<https://applejofarms.com/pages/MilkingGoatsGoatsMilk.htm>

## 3. Susu Domba

- Asal: Domba.
- Komposisi: Lemak lebih tinggi dari susu sapi dan kambing (sekitar 6-8%), protein 5-6%, laktosa sekitar 4,7%.
- Kelebihan: Kaya akan lemak dan protein, sangat bergizi dan memberikan rasa yang kaya dalam produk susu seperti keju.
- Kelemahan: Tidak mudah diakses dan lebih mahal dibandingkan susu sapi atau kambing.
- Penggunaan: Banyak digunakan untuk membuat keju seperti feta, pecorino, dan ricotta.



Gambar 3. Pemerahan susu domba

Sumber: <https://www.merdeka.com/jabar/8-manfaat-susu-domba-untuk-kesehatan-baik-untuk-pertumbuhan-dan-imun-tubuh-kln.html>

#### 4. Susu Kerbau

- Berasal dari jurnal kerbau, dengan komposisi: kadar lemak yang lebih tinggi (sekitar 7-8%), (4-5%) bahkan mencapai 12,97% pada kerbau Belang Toraja dan kadar laktosa dalam susu kerbau sedikit lebih rendah dibandingkan susu sapi yaitu sekitar 4,37% (Alang et al., 2020).
- Kelebihan: Sangat kaya dan creamy, sering digunakan untuk membuat produk susu dengan tekstur tebal seperti mozzarella, paneer, dan yogurt.
- Kelemahan: Sulit dicerna oleh sebagian orang karena kandungan lemak yang tinggi.
- Penggunaan: Umumnya digunakan dalam produk keju, khususnya mozzarella yang terkenal di Italia.



Gambar 4. Susu kerbau

Sumber:

[https://agritech.tnau.ac.in/animal\\_husbandry/animhus\\_buffalo%20milking.html](https://agritech.tnau.ac.in/animal_husbandry/animhus_buffalo%20milking.html)

## 5. Susu Unta

Berasal dari ternak unta, dengan komposisi: Kandungan protein berkisar 3,5%-4,5%, sementara kadar laktosa berada dalam rentang 3,4% hingga 5,6%. Kandungan lemaknya bervariasi antara 3,07% hingga 5,50%, dengan kadar abu sekitar 0,7% hingga 0,95%. Secara keseluruhan, total bahan padat dalam susu berkisar antara 12,1% hingga 15% (Anis, 2020). Komposisi nutrisi susu unta dibandingkan susu sapi serta manfaat kesehatannya, seperti efek antikanker, penurunan kolesterol, antidiabetes, dan hipoalergenik. Susu unta juga memiliki sifat antioksidan, antimikroba, dan penghambat ACE (Lajnaf, 2020).

Penelitian menunjukkan bahwa yogurt dari susu unta kaya nutrisi tetapi memiliki tekstur lengket, yang dapat diperbaiki dengan gelatin, alginat, kalsium, atau xanthan gum. Susu unta lebih cocok untuk yogurt minum dibandingkan yogurt padat. Pembuatan keju masih sulit karena rendahnya penggumpalan dan tekstur kurang padat. Penelitian terbatas pada keju lunak, dengan *recombinant camel chymosin* diusulkan sebagai solusi. Whey susu unta kaya protein dan dimanfaatkan untuk pencegahan penyakit kronis (Hassani et al., 2022).



Gambar 5. Susu unta

Sumber: <https://www.forbesindia.com/article/forbes-lifes/how-the-camel-milk-trend-may-save-the-camels/63295/1>

## 6. Susu Kuda (Mare's Milk)

Susu kuda betina memiliki komposisi nutrisi yang khas

dan banyak digunakan dalam pengobatan tradisional di Asia Tengah. Susu ini mengandung kadar lemak yang relatif rendah, sekitar 1,67% (Prastyowati, 2021). Kandungan proteinnya berkisar antara 1,81% hingga 2,8% (MILK, 2014), sementara kadar laktosa cukup tinggi, sekitar 6,48%, susu kuda juga dikenal kaya akan vitamin C, meskipun jumlah spesifiknya tidak selalu disebutkan dalam penelitian (MILK, 2014). Salah satu keunggulan utama susu kuda adalah manfaatnya bagi pencernaan, karena kandungan laktosanya yang tinggi dapat membantu pertumbuhan mikroflora usus yang sehat (Prastyowati, 2021).

Namun, susu ini memiliki kelemahan dalam hal tekstur dan rasa, karena cenderung lebih encer dan lebih manis dibandingkan susu sapi, sehingga kurang cocok untuk konsumsi sehari-hari (MILK, 2014). Penggunaan utama susu kuda dalam produk pangan adalah melalui proses fermentasi untuk menghasilkan kumis, minuman tradisional yang populer di Asia Tengah. Fermentasi ini meningkatkan masa simpan susu, mengembangkan profil rasa yang unik, serta meningkatkan kandungan probiotik yang bermanfaat bagi Kesehatan (Prastyowati, 2021). Meskipun susu kuda memiliki keterbatasan dalam ketersediaan dan tekstur, manfaat kesehatannya membuatnya tetap menjadi bagian penting dari tradisi kuliner dan pengobatan di beberapa budaya.



Gambar 6. Susu kuda

Sumber: <https://talesofthecocktail.org/horse-milk-cocktails/>

## 7. Susu Keledai

- Asal: Keledai.
- Komposisi: Sangat rendah lemak (sekitar 1%), tinggi laktosa (sekitar 6%), protein 2%, dan kaya vitamin C.
- Kelebihan: Dikenal sebagai salah satu susu yang paling mirip dengan susu manusia, digunakan dalam produk kosmetik karena kandungan nutrisinya yang baik untuk kulit.
- Kelemahan: Produksinya terbatas dan harganya mahal (Prasad, 2020).
- Penggunaan: Selain diminum, susu keledai sering digunakan dalam pembuatan sabun dan produk kecantikan.



Gambar 7. Susu keledai

Sumber:

<https://www.deccanchronicle.com/lifestyle/health-and-wellbeing/240616/bengaluru-donkeys-milk-could-be-the-magical-cure-for-many-an-ailment.html>

Tabel 2. Perbandingan kandungan susu dari berbagai jenis hewan

<b>Jenis Susu</b>	<b>Lemak (%)</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>Laktosa (%)</b>	<b>Keunggulan</b>	<b>Kelemahan</b>
Susu Sapi	3,5	3,2	4,8	Mudah diakses, kaya nutrisi, banyak produk olahan	Bisa menyebabkan intoleransi laktosa dan alergi
Susu Kambing	4,5	3,3	4,1	Lebih mudah dicerna, globula lemak kecil, tinggi asam lemak rantai sedang	Aroma dan rasa tajam, tidak disukai semua orang
Susu Domba	6,5	5,5	4,7	Sangat kaya lemak dan protein, baik untuk keju	Tinggi lemak, sulit diakses dan mahal
Susu Kerbau	7,5	4,5	4,5	Kaya lemak, cocok untuk produk seperti mozzarella	Sulit dicerna karena kandungan lemak tinggi
Susu Unta	4	3	4,5	Anti-inflamasi, lebih mudah dicerna oleh intoleransi laktosa	Distribusi terbatas, mahal
Susu Kuda	1,5	2,2	6,7	Rendah lemak, baik untuk kesehatan pencernaan	Rasa lebih manis dan encer
Susu Keledai	1	2	6	Mirip dengan susu manusia, digunakan dalam kosmetik	Produksi terbatas, mahal

## BAB II. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUALITAS SUSU

### A. Kondisi sapi perah

Kesehatan ternak perah, khususnya sapi perah, merupakan elemen penting dalam menjaga mutu susu. Salah satu penyakit utama yang berdampak langsung terhadap kualitas susu adalah mastitis, yaitu peradangan pada jaringan ambing akibat infeksi mikroorganisme seperti *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, dan *Escherichia coli*. Mastitis dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu mastitis klinis (tampak gejala seperti bengkak, merah, panas, dan keluar nanah) dan mastitis subklinis (tanpa gejala fisik, namun terjadi peningkatan somatic cell count atau SCC pada susu).

Peningkatan SCC di atas batas normal (200.000 sel/ml) menjadi indikator utama infeksi mastitis subklinis. Hal ini menyebabkan penurunan kandungan lemak, protein, dan laktosa dalam susu, serta meningkatkan risiko kontaminasi mikrobiologis (Sargeant et al., 2001). Mastitis juga menurunkan produktivitas susu dan memperpendek umur ekonomis sapi perah. Oleh karena itu, penerapan manajemen kesehatan ambing yang meliputi sanitasi lingkungan, program pemeriksaan rutin (California Mastitis Test), serta penggunaan antibiotik secara bijak menjadi langkah esensial untuk mencegah penurunan kualitas susu.

Selain mastitis, berbagai gangguan metabolik seperti ketosis, milk fever (hipokalsemia), dan acidosis rumen juga berdampak terhadap produksi dan kualitas susu. Ketosis, misalnya, terjadi akibat defisiensi energi selama awal masa laktasi yang menyebabkan peningkatan badan keton dalam darah. Kondisi ini menurunkan nafsu makan sapi, menyebabkan penurunan produksi susu, dan mempengaruhi komposisi lemak susu (J. P. Goff & Horst, 1997).

### B. Nutrisi dan Kualitas Pakan

Nutrisi dan kualitas pakan merupakan dua faktor krusial yang menentukan produktivitas dan kualitas susu sapi perah. Pemberian nutrisi yang seimbang, sesuai dengan kebutuhan fisiologis ternak, khususnya pada masa laktasi, menjadi kunci utama untuk mendukung produksi susu yang optimal dan berkualitas tinggi.

Energi yang berasal dari karbohidrat dan lemak dalam pakan dibutuhkan untuk mendukung aktivitas metabolisme, pemeliharaan tubuh, dan produksi susu . Kekurangan energi, terutama pada awal laktasi, dapat menyebabkan kondisi negatif energy balance (NEB) yang berujung pada ketosis, yaitu gangguan metabolisme akibat akumulasi badan keton dalam darah . Sumber energi utama bagi sapi perah diperoleh dari hijauan seperti rumput gajah dan silase jagung, serta konsentrat seperti jagung giling dan dedak padi.

Protein pakan dibagi menjadi dua jenis, yaitu rumen degradable protein (RDP) dan undegradable protein (UDP) . RDP dipecah oleh mikroba rumen menjadi asam amino dan amonia yang digunakan untuk sintesis mikroba, sedangkan UDP melewati rumen dan dicerna di usus halus . Keseimbangan antara RDP dan UDP sangat penting untuk efisiensi sintesis protein susu . Sumber protein yang umum digunakan dalam pakan sapi perah meliputi kedelai, bungkil kelapa, dan bungkil biji kapas (Resources & National Academies of Sciences and Medicine, 2021).

Serat kasar juga berperan penting dalam menjaga kesehatan rumen, produksi saliva, dan fermentasi yang stabil. Serat harus memiliki tingkat pencernaan yang baik untuk menghasilkan asam lemak volatil (VFA) sebagai sumber energi mikroba rumen, sehingga menjaga stabilitas pH rumen dan mencegah terjadinya acidosis rumen. Hijauan seperti rumput odot dan alfalfa merupakan sumber utama serat (Resources & National Academies of Sciences and Medicine, 2021).

Mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, serta trace minerals seperti seng, mangan, dan selenium diperlukan untuk menjaga keseimbangan elektrolit, kesehatan tulang, dan pencegahan gangguan metabolik . Kekurangan kalsium, misalnya, dapat menyebabkan milk fever atau hipokalsemia, sedangkan defisiensi selenium dapat meningkatkan risiko mastitis subklinis . Vitamin yang penting bagi sapi perah meliputi vitamin A, D, dan E, yang berfungsi dalam menjaga kesehatan jaringan, metabolisme kalsium, serta sebagai antioksidan.

Pakan berkualitas tinggi harus memiliki densitas energi dan protein yang cukup, serat yang mudah dicerna, serta bebas dari kontaminan seperti mikotoksin. Mikotoksin, yang dihasilkan oleh jamur seperti *Aspergillus* dan *Fusarium*, dapat mencemari pakan yang disimpan dalam kondisi lembab. Aflatoksin, salah satu jenis mikotoksin, dapat terbawa ke dalam susu dan

membahayakan kesehatan konsumen. Oleh karena itu, pakan harus disimpan pada kelembaban di bawah 14% untuk mencegah pertumbuhan jamur. Selain itu, kebersihan fisik pakan juga harus dijaga, bebas dari benda asing seperti tanah, batu, atau plastik yang dapat merusak kesehatan pencernaan ternak. Penilaian kualitas pakan dapat dilakukan melalui analisis proksimat yang mengukur kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar, atau menggunakan metode Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) untuk analisis cepat.

Metode Total Mixed Ration (TMR), di mana semua bahan pakan dicampur secara homogen, menjadi teknik yang umum digunakan untuk memastikan setiap suapan pakan memiliki komposisi nutrisi yang seimbang. Menurut pedoman Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC), sapi perah dengan produksi susu 25 liter per hari memerlukan sekitar 30-35% konsentrat dan 65-70% hijauan, dengan kadar protein kasar minimal 16% dari total bahan kering. Keseimbangan ini mendukung produksi susu dengan kandungan lemak, protein, dan laktosa yang optimal. Kualitas pakan yang buruk atau nutrisi yang tidak seimbang dapat menyebabkan penurunan kadar lemak dan protein susu, meningkatkan somatic cell count (SCC), serta menurunkan produktivitas ternak. Oleh karena itu, manajemen nutrisi dan kualitas pakan yang baik menjadi landasan penting dalam upaya meningkatkan mutu susu yang dihasilkan oleh sapi perah.

### C. Manajemen Peternakan

Manajemen peternakan sapi perah memainkan peran krusial dalam menentukan kualitas dan kuantitas susu yang dihasilkan. Aspek-aspek seperti rutinitas pemerahan, kebersihan kandang, kesehatan ambing, kesejahteraan ternak, pelatihan pekerja, dan adopsi teknologi modern secara langsung memengaruhi parameter kualitas susu, termasuk jumlah sel somatik (SCC), kandungan lemak dan protein, serta keamanan mikrobiologis.

Rutinitas pemerahan yang konsisten dan sesuai protokol terbukti mengurangi kejadian mastitis dan meningkatkan kualitas susu. Penelitian oleh Rodriguez (2024) menunjukkan bahwa pelatihan pekerja peternakan dalam prosedur pemerahan yang tepat menghasilkan peningkatan pengetahuan dan kepatuhan terhadap protokol, yang berdampak positif pada kualitas susu dan kesehatan ambing. Selain itu, penerapan sistem pemerahan

otomatis (Automatic Milking Systems/AMS) dapat meningkatkan efisiensi operasional dan konsistensi dalam pemerahan, meskipun memerlukan investasi awal yang signifikan dan manajemen yang cermat untuk memastikan keberhasilan implementasinya.

Kebersihan kandang dan peralatan pemerahan sangat penting untuk mencegah kontaminasi bakteri pada susu. Kualitas kimia, higienis, dan mikrobiologis susu mentah sangat dipengaruhi oleh kondisi sanitasi di peternakan. Penggunaan bahan alas kandang yang sesuai, seperti pasir, serta ventilasi yang memadai, dapat mengurangi risiko infeksi ambing dan meningkatkan kualitas susu. MDPI

Kesehatan ambing merupakan indikator utama kualitas susu. Mastitis, baik klinis maupun subklinis, dapat meningkatkan SCC dalam susu, yang berdampak negatif pada kualitas dan keamanan produk susu. Menurut data dari National Dairy FARM Program (2023), lebih dari 99% pasokan susu di AS dievaluasi untuk memastikan standar kesejahteraan hewan dan kualitas susu terpenuhi. Program ini juga melaporkan bahwa 82,61% fasilitas peternakan memenuhi persyaratan pelatihan penanganan hewan, yang berkontribusi pada penurunan insiden mastitis dan peningkatan kualitas susu. National Dairy FARM Program (Kreissl, 2007).

Kesejahteraan ternak secara keseluruhan, termasuk manajemen stres, nutrisi yang seimbang, dan lingkungan yang nyaman, berkontribusi pada peningkatan produksi dan kualitas susu. Studi oleh Hernández-Castellano et al. (2025) menunjukkan bahwa praktik manajemen yang baik di peternakan kecil di wilayah tropis dapat meningkatkan hasil produksi susu dan kualitasnya, meskipun tantangan seperti keterbatasan sumber daya dan pengetahuan masih ada (Mukasafari et al., 2025).

Pelatihan dan peningkatan kapasitas peternak serta pekerja peternakan sangat penting dalam manajemen peternakan sapi perah. Pelatihan yang efektif meningkatkan pengetahuan dan kepatuhan terhadap protokol pemerahan, yang berdampak positif pada kualitas susu dan kesehatan ambing. Program pelatihan yang berkelanjutan dan berbasis bukti ilmiah dapat membantu peternak mengadopsi praktik terbaik dalam pemeliharaan ternak dan produksi susu.

Adopsi teknologi modern, seperti sistem manajemen berbasis kecerdasan buatan (AI), dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas susu. Studi oleh (Amarnath & Leelavathi,

2025) menunjukkan bahwa penggunaan sistem manajemen peternakan berbasis AI membantu peternak dalam pengambilan keputusan terkait manajemen kawanan, siklus reproduksi, dan alokasi sumber daya, yang berdampak positif pada kualitas dan kuantitas produksi susu (Ardicli et al., 2023).

Secara keseluruhan, manajemen peternakan yang efektif dan berbasis bukti ilmiah sangat penting untuk memastikan produksi susu yang berkualitas tinggi dan berkelanjutan. Penerapan praktik manajemen yang baik, pelatihan yang berkelanjutan, dan adopsi teknologi modern dapat membantu peternak meningkatkan hasil produksi, kesejahteraan ternak, dan kepuasan konsumen.

#### D. Faktor Genetik Sapi

Faktor genetik memainkan peran penting dalam menentukan kualitas susu sapi perah. Berbagai gen dan polimorfisme genetik telah diidentifikasi sebagai penentu utama komposisi nutrisi, sifat fungsional, dan potensi pengolahan susu. Pemahaman mendalam tentang aspek genetik ini sangat penting dalam program seleksi dan pemuliaan untuk meningkatkan mutu susu secara berkelanjutan.

Salah satu gen utama yang memengaruhi kualitas susu adalah CSN2, yang mengkode protein  $\beta$ -kasein. Varian A1 dan A2 dari  $\beta$ -kasein berbeda hanya pada satu asam amino di posisi 67, namun perbedaan ini berdampak signifikan pada sifat pencernaan dan kesehatan konsumen. Susu yang mengandung varian A2  $\beta$ -kasein dikaitkan dengan risiko lebih rendah terhadap gangguan pencernaan dan inflamasi dibandingkan dengan varian A1. Oleh karena itu, seleksi genetik untuk sapi dengan genotipe A2A2 menjadi fokus dalam produksi susu yang lebih sehat (Ardicli et al., 2023).

Gen CSN3, yang mengkode  $\kappa$ -kasein, juga berperan penting dalam kualitas susu, khususnya dalam proses koagulasi yang esensial untuk pembuatan keju. Varian BB dari gen ini telah dikaitkan dengan peningkatan efisiensi koagulasi susu, menghasilkan dadih yang lebih kuat dan waktu koagulasi yang lebih singkat, yang sangat menguntungkan dalam industri pengolahan susu.

Gen SCD1 (stearoyl-CoA desaturase 1) berkontribusi terhadap komposisi asam lemak dalam susu. Polimorfisme pada gen ini memengaruhi proporsi asam lemak tak jenuh tunggal

(MUFA) dalam lemak susu, yang berdampak pada kualitas nutrisi dan rasa susu. Varian tertentu dari SCD1 telah dikaitkan dengan peningkatan kandungan MUFA, yang dianggap lebih sehat bagi konsumen .

Selain itu, gen IGF-I (insulin-like growth factor I) dan GH (growth hormone) telah diidentifikasi sebagai regulator utama dalam produksi dan komposisi susu. Polimorfisme pada gen-gen ini memengaruhi hasil dan kualitas susu, serta kinerja reproduksi pada sapi perah. Studi pada sapi Holstein-Friesian menunjukkan bahwa variasi genetik pada IGF-I dan GH berkorelasi dengan peningkatan produksi susu dan kandungan protein serta lemaknya (Saleh et al., 2024).

Gen PC (pyruvate carboxylase) juga telah dikaitkan dengan sifat produksi susu. Polimorfisme pada gen ini memengaruhi ekspresi gen dan, pada gilirannya, memengaruhi produksi susu dan komposisinya. Penelitian menunjukkan bahwa variasi pada gen PC dapat digunakan sebagai marker dalam seleksi genetik untuk meningkatkan produksi susu.

Secara keseluruhan, pemahaman tentang faktor genetik yang memengaruhi kualitas susu sangat penting dalam program pemuliaan sapi perah. Dengan mengidentifikasi dan memilih genotipe yang menguntungkan, peternak dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi susu secara berkelanjutan. Integrasi data genetik ke dalam strategi pemuliaan memungkinkan peningkatan efisiensi produksi dan kualitas produk susu yang lebih baik.

#### E. Kondisi Lingkungan

Suhu lingkungan yang tinggi dapat memicu stres panas pada sapi, terutama ketika suhu melebihi zona termonetral mereka, yaitu rentang suhu sekitar 5-25°C. Pada suhu yang lebih tinggi, sapi akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan keseimbangan suhu tubuhnya, yang memaksa mereka untuk mengalokasikan energi mereka untuk proses pendinginan tubuh, seperti meningkatkan laju pernapasan dan peredaran darah ke permukaan tubuh. Akibatnya, sapi menjadi kurang efisien dalam metabolisme dan produksi susu, yang dapat berdampak negatif pada kualitas dan kuantitas susu yang dihasilkan.

Salah satu dampak langsung dari stres panas adalah penurunan kandungan lemak dan protein dalam susu. Penurunan ini terjadi karena stres panas mengganggu metabolisme lemak

dan protein, yang seharusnya berfungsi untuk menghasilkan susu yang kaya nutrisi. Penurunan kandungan lemak dan protein ini akan memengaruhi nilai gizi susu, yang penting baik untuk konsumsi manusia maupun untuk pembuatan produk olahan susu seperti keju dan yogurt. Sebagai contoh, pada kondisi stres panas, sapi sering kali mengalami penurunan produksi susu yang kaya lemak dan protein, sehingga kualitas susu menjadi lebih rendah dan kurang bernutrisi (Jeon et al., 2023).

Selain penurunan kandungan gizi, stres panas juga dapat mempengaruhi komposisi kimia susu. Misalnya, kadar air dalam susu bisa meningkat, dan stabilitas emulsi lemak bisa menurun, yang mengakibatkan susu lebih mudah terpisah atau menjadi kurang stabil dalam proses pengolahan. Perubahan ini tidak hanya memengaruhi kualitas tekstur susu, tetapi juga daya tahannya terhadap proses pemanasan, yang penting untuk sterilisasi atau pasteurisasi susu.

Sapi yang terpapar stres panas cenderung memiliki penurunan total produksi susu. Hal ini terjadi karena tubuh sapi mengalihkan sebagian besar energi mereka untuk menjaga suhu tubuh agar tetap stabil, bukan untuk produksi susu. Pada suhu yang sangat tinggi, produksi susu bisa menurun signifikan, dan sapi akan menghasilkan lebih sedikit susu per hari. Penurunan produksi susu ini bisa lebih dramatis pada sapi penghasil susu tinggi yang lebih sensitif terhadap perubahan suhu lingkungan (Mandal et al., 2023; Shwish, 2024).

Gangguan pada Sistem Kekebalan dan Kesehatan Sapi Selain dampak langsung terhadap kualitas dan kuantitas susu, stres panas juga dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh sapi. Sapi yang terpapar stres panas dalam waktu lama cenderung lebih rentan terhadap infeksi dan penyakit seperti mastitis. Mastitis, yang merupakan infeksi pada kelenjar susu, dapat menyebabkan peningkatan jumlah sel darah putih dalam susu, menurunkan kualitas susu secara keseluruhan. Peningkatan kandungan sel darah putih ini sering kali berhubungan dengan penurunan kualitas susu dan menurunnya daya simpan susu. Selain itu, stres panas yang kronis dapat menyebabkan peningkatan kadar hormon stres seperti kortisol, yang juga dapat berpengaruh pada komposisi dan produksi susu (Jeon et al., 2023).

Dampak Jangka Panjang dan Pemulihan. Selain dampak langsung pada produksi susu, stres panas jangka panjang dapat memiliki efek kumulatif terhadap kesehatan sapi, yang berujung

pada penurunan efisiensi reproduksi. Sapi yang terpapar suhu tinggi dalam jangka panjang mungkin mengalami penurunan kemampuan reproduksi, serta peningkatan tingkat kematian atau penurunan umur produktif mereka. Oleh karena itu, penting bagi peternak untuk mengelola suhu lingkungan dengan baik dan memperkenalkan strategi mitigasi stres panas, seperti menyediakan ventilasi yang baik di kandang atau memberikan pakan yang sesuai untuk mendukung pemulihan sapi dari stres panas (Mandal et al., 2023).

Ventilasi kandang berperan penting dalam menjaga kestabilan suhu dan kelembaban internal. Ventilasi yang buruk meningkatkan suhu dan kelembaban, memperburuk stres panas, dan memicu penurunan produksi susu. Sistem ventilasi yang baik terbukti mengurangi kejadian penyakit dan meningkatkan kenyamanan sapi, sehingga berpengaruh positif pada produksi susu (Pakari & Ghani, 2021).

Secara keseluruhan, suhu lingkungan yang tinggi menyebabkan berbagai gangguan fisiologis pada sapi, yang tidak hanya menurunkan kualitas dan kuantitas susu tetapi juga memengaruhi kesehatan dan produktivitas sapi secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengelolaan suhu yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas susu dalam produksi perah. Implementasi langkah-langkah mitigasi stres panas, baik dari segi manajemen lingkungan maupun diet, dapat membantu mempertahankan kualitas susu yang optimal di bawah kondisi suhu ekstrem.

#### F. Kebersihan dan Penyimpanan Susu

Kebersihan dan penyimpanan susu adalah dua faktor yang sangat penting dalam menjaga kualitas susu yang dihasilkan serta kesehatan konsumen. Susu adalah bahan pangan yang sangat mudah terkontaminasi, baik selama proses pemerasan di peternakan, penyimpanan, hingga pengolahan lebih lanjut. Oleh karena itu, menjaga kebersihan pada setiap tahap dari proses produksi hingga distribusi susu sangat diperlukan untuk memastikan bahwa susu yang sampai ke konsumen aman dan berkualitas.

Pemerasan susu yang dilakukan dengan cara yang tidak higienis dapat menyebabkan susu terkontaminasi oleh bakteri dan mikroorganisme lain yang berasal dari lingkungan sekitar, peralatan, atau bahkan tangan peternak itu sendiri. Oleh karena

itu, sanitasi yang baik sangat penting pada setiap tahap pemerasan. Semua peralatan seperti ember, mesin pemerah susu, dan bahkan tangan peternak harus dalam keadaan bersih sebelum digunakan. Kebersihan kandang sapi juga tidak kalah pentingnya, karena kebersihan lingkungan tempat sapi dipelihara berpengaruh langsung terhadap kualitas susu yang dihasilkan. Bakteri seperti *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, dan banyak mikroba patogen lainnya bisa saja tercemar ke dalam susu jika kebersihan tidak terjaga dengan baik (Pathot, 2019). Selain itu, sanitasi yang buruk selama pemerasan dapat menyebabkan mastitis pada sapi, yaitu infeksi pada kelenjar susu yang akan menurunkan kualitas susu yang diperah, dengan meningkatnya kandungan sel darah putih dalam susu, yang memengaruhi cita rasa dan kualitas susu.

Setelah susu diperah, suhu penyimpanan memainkan peran krusial dalam mempertahankan kualitas susu. Susu segar harus segera didinginkan untuk mencegah pertumbuhan bakteri yang bisa merusak susu. Idealnya, susu harus disimpan pada suhu di bawah 4°C segera setelah diperah. Jika susu disimpan pada suhu yang lebih tinggi atau dalam waktu yang terlalu lama, mikroorganisme seperti bakteri pemecah lemak dan protein akan berkembang biak lebih cepat, yang menyebabkan susu menjadi asam dan kualitasnya menurun. Penurunan kualitas susu akibat penyimpanan yang tidak tepat termasuk perubahan rasa, bau, tekstur, dan bahkan dapat menyebabkan pembusukan jika kondisi penyimpanan tidak dipenuhi dengan baik (Zajac et al., 1983).

Susu yang disimpan pada suhu tinggi atau dalam waktu yang terlalu lama akan mengalami perubahan kimiawi dan fisik yang merugikan. Proses pembusukan akibat bakteri dapat memperburuk kondisi susu, meningkatkan kadar asam laktat, serta merusak komposisi lemak dan protein dalam susu. Selain itu, susu yang disimpan dalam waktu lama berpotensi terkontaminasi lebih banyak bakteri patogen dan mikroba pembusuk. Hal ini juga berlaku untuk susu yang tidak disaring atau tidak didinginkan dengan benar segera setelah diperah (Perko, 2011). Oleh karena itu, sangat penting untuk menerapkan prosedur pendinginan yang cepat dan tepat setelah pemerasan susu untuk mengurangi risiko pertumbuhan bakteri.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Yaremchuk et al., 2010), pengelolaan suhu yang baik selama penyimpanan susu sangat berperan dalam menjaga kualitas susu yang aman untuk

konsumsi. Jika susu disimpan pada suhu rendah, bakteri dan mikroorganisme patogen dapat dihambat pertumbuhannya, sehingga kualitas susu tetap terjaga. Selain itu, penggunaan peralatan penyimpanan yang bersih dan steril, serta menjaga lingkungan penyimpanan bebas dari kontaminasi eksternal juga sangat penting.

Susu yang disimpan pada suhu yang lebih tinggi cenderung mengalami penurunan kualitas secara mikrobiologis. Penurunan ini terjadi akibat pertumbuhan mikroorganisme yang merusak kualitas fisik dan kimia susu. Misalnya, bakteri seperti *Pseudomonas* spp. yang dapat menghasilkan enzim protease dan lipase yang tahan terhadap pasteurisasi dapat merusak susu pada penyimpanan jangka Panjang (Fusco et al., 2020). Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan kondisi penyimpanan yang tepat, termasuk penggunaan teknologi pendinginan yang efisien untuk menjaga kualitas susu.

Kebersihan selama proses produksi dan penyimpanan susu sangat mempengaruhi kesehatan konsumen. Susu yang tidak disimpan dengan benar dapat mengandung mikroorganisme berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, seperti keracunan makanan atau infeksi bakteri. Oleh karena itu, menjaga kebersihan pada setiap tahap, mulai dari pemerasan hingga penyimpanan susu, sangat penting untuk memastikan bahwa susu yang sampai ke konsumen aman untuk dikonsumsi dan berkualitas tinggi.

Kebersihan dalam pemerasan susu dan penyimpanan susu yang tepat memainkan peran penting dalam menjaga kualitas susu. Kebersihan yang buruk dapat menyebabkan kontaminasi mikroba, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kualitas susu dan kesehatan konsumen. Penyimpanan susu pada suhu yang rendah sangat penting untuk memperlambat pertumbuhan bakteri dan menjaga kualitas susu. Oleh karena itu, pengelolaan yang tepat terhadap kebersihan dan suhu penyimpanan susu merupakan kunci untuk menghasilkan susu yang berkualitas dan aman untuk dikonsumsi.

#### G. Kebersihan Peralatan Pemerahan

Kebersihan peralatan pemerahan sangat mempengaruhi kualitas susu yang dihasilkan. Peralatan yang tidak dibersihkan dengan baik dapat menjadi sumber kontaminasi mikroba, yang berpotensi menurunkan kualitas susu dan membahayakan

kesehatan konsumen. Selama proses pemerasan, susu yang mengalir melalui peralatan seperti pipa, mesin pemerah, dan ember dapat terkontaminasi oleh bakteri yang ada pada permukaan peralatan yang kotor. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa semua peralatan milking dibersihkan dengan baik sebelum digunakan kembali.

Pembersihan yang tidak efektif dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya dalam susu. Penelitian menunjukkan bahwa pembersihan dengan suhu rendah atau prosedur pembersihan yang tidak tepat dapat menyebabkan jumlah bakteri yang lebih tinggi dalam susu. Sebagai contoh, sebuah studi menemukan bahwa pembersihan dengan suhu rendah (sekitar 35°C) tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam jumlah bakteri dibandingkan dengan suhu tinggi (sekitar 73°C), namun tetap ada penurunan mikroorganisme dalam susu jika pembersihan dilakukan dengan benar (Stone et al., 1983). Namun, jika peralatan tidak dibersihkan dengan benar, bakteri seperti *Pseudomonas* yang dapat memecah protein dan lemak dalam susu akan berkembang biak, yang mengarah pada perubahan rasa dan penurunan kualitas susu.

Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa efektivitas pembersihan juga dipengaruhi oleh suhu air dan kualitas deterjen yang digunakan. Dalam sebuah studi di Lombardy, Italia, diketahui bahwa penggunaan suhu air yang tidak mencukupi selama tahap pembersihan deterjen dapat menghasilkan jumlah koloni bakteri yang lebih tinggi pada susu yang dihasilkan, termasuk *thermoduric bacteria* dan *coliform bacteria*, yang dapat merusak kualitas susu dalam waktu singkat (Bava et al., 2009). Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan bahwa prosedur pembersihan dilakukan sesuai dengan standar yang direkomendasikan untuk mengurangi risiko kontaminasi mikroba.

Proses pembersihan peralatan milking yang lebih canggih, seperti penggunaan injektor udara dalam sistem pembersihan otomatis, dapat meningkatkan efisiensi pembersihan dan mengurangi tingkat kontaminasi susu (Babyn, 2024). Penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi baru dalam pembersihan dapat membantu meningkatkan kualitas susu dengan mengurangi penumpukan kuman dan meningkatkan efisiensi pembersihan peralatan.

Kebersihan peralatan pemerahan memegang peranan penting

dalam menjaga kualitas susu. Pembersihan yang tidak efektif dapat meningkatkan risiko kontaminasi mikroba, yang pada gilirannya dapat merusak kualitas susu dan membahayakan kesehatan konsumen. Oleh karena itu, penting untuk memastikan prosedur pembersihan dilakukan dengan benar, menggunakan suhu yang tepat dan deterjen yang sesuai, serta mempertimbangkan teknologi pembersihan modern yang lebih efisien.

### BAB III. PENGUJIAN KUALITAS SUSU

Ada beberapa metode yang digunakan untuk membedakan susu asli dan susu palsu. Uji-uji ini dapat dilakukan baik di laboratorium maupun di rumah dengan bahan-bahan sederhana. Berikut beberapa cara yang umum digunakan untuk membedakan susu asli dari yang palsu (White et al., 1978):

#### A. Uji Keasaman (pH Test)

Pengukuran pH susu merupakan metode yang efektif untuk mengidentifikasi keaslian susu dan mendeteksi kemungkinan pencemaran atau pemalsuan. Pencemaran susu dapat terjadi dengan penambahan bahan-bahan asing seperti air, zat kimia, atau produk lainnya yang dapat mengubah sifat kimiawi susu, termasuk pH-nya. Oleh karena itu, pengukuran pH susu menggunakan pH meter atau kertas lakmus sangat berguna untuk mendeteksi perubahan yang mungkin terjadi akibat pemalsuan.

Susu asli, yang tidak tercemar atau dipalsukan, biasanya memiliki pH antara 6,5 hingga 6,7. Nilai pH ini mencerminkan keseimbangan alami antara asam dan basa dalam susu yang dihasilkan oleh sapi. pH susu ini sedikit asam, yang berfungsi untuk mempertahankan kualitas susu serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Tsioulpas et al., 2007). Kadar pH ini juga mendukung stabilitas protein dalam susu dan mendukung proses pembuatan produk olahan susu seperti keju dan yogurt.

Susu yang telah dipalsukan atau tercemar cenderung memiliki pH yang lebih tinggi atau lebih rendah dari kisaran normal tersebut. Penambahan air ke dalam susu dapat menurunkan kadar asam, meningkatkan pH susu, sehingga susu yang tercemar bisa memiliki pH yang lebih tinggi dari nilai normal (pH lebih besar dari 6,7). Sebaliknya, penambahan bahan asam seperti formalin atau cuka dapat menurunkan pH susu, menjadikannya lebih asam, yang dapat mengubah sifat organoleptik susu dan menurunkan kualitasnya. Sebagai contoh, dalam penelitian tentang analisis susu yang dipalsukan, penambahan air dan bahan kimia menyebabkan perubahan pH yang signifikan yang dapat dengan mudah dideteksi dengan alat pengukur pH.

Metode pengukuran pH menggunakan pH meter atau kertas lakmus dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan ini secara

cepat dan efisien. Sebuah studi menunjukkan bahwa deteksi pemalsuan susu menggunakan sensor pH dapat mengidentifikasi perubahan pH yang disebabkan oleh pencemaran atau penambahan bahan kimia dalam susu, dengan akurasi yang tinggi (Rani et al., 2020). Sistem berbasis sensor ini memberikan solusi cepat untuk mendeteksi perubahan pH pada susu yang terkontaminasi dengan bahan aditif.

#### B. Uji Densitas (Kepadatan)

Uji densitas susu adalah metode yang digunakan untuk memeriksa kualitas susu dan mendeteksi kemungkinan pencemaran atau pemalsuan. Kepadatan atau densitas susu mengacu pada jumlah massa susu dalam satu volume tertentu. Susu segar memiliki densitas yang relatif stabil, dan perubahan densitas dapat menunjukkan adanya bahan tambahan yang mempengaruhi kualitas susu. Oleh karena itu, uji densitas sering digunakan untuk memeriksa apakah susu telah dicampur dengan air atau bahan lain yang dapat mengubah komposisi fisiknya.

Pada umumnya, densitas susu segar berada dalam kisaran 1,030 hingga 1,035 g/cm<sup>3</sup>, tergantung pada komposisi susu, terutama kadar lemak, protein, dan kandungan air. Susu yang tercemar, seperti susu yang ditambahkan air, akan menunjukkan penurunan densitas, karena air memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan susu segar. Sebaliknya, susu yang dipalsukan dengan menambahkan bahan padat seperti susu bubuk atau bahan kimia lainnya akan menunjukkan peningkatan densitas, karena bahan-bahan ini lebih padat daripada air.

Alat yang umum digunakan untuk mengukur densitas susu adalah lactometer atau densimeter, yang mengukur sejauh mana alat tersebut mengapung dalam susu. Lactometer berfungsi berdasarkan prinsip Archimedes, yang mengukur gaya angkat yang diterima oleh alat saat dimasukkan ke dalam susu. Jika susu lebih padat (karena memiliki lebih banyak padatan), lactometer akan terendam lebih rendah. Sebaliknya, jika susu lebih encer (misalnya karena dicampur air), lactometer akan mengapung lebih tinggi.

Penambahan air ke dalam susu akan menurunkan densitas susu, karena air memiliki densitas lebih rendah dibandingkan susu. Hal ini dapat terdeteksi dengan mudah menggunakan lactometer atau densimeter. Sebaliknya, penambahan susu bubuk atau zat kimia padat (seperti tepung atau garam) dapat

meningkatkan densitas susu karena bahan-bahan tersebut lebih padat daripada air atau susu cair.

Penelitian yang dilakukan oleh Ryoba et al., (2005), menunjukkan bahwa adulterasi susu dengan air dapat menyebabkan penurunan densitas, yang mudah dideteksi dengan lactometer. Mereka menemukan bahwa susu yang dipalsukan dengan air memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan susu asli, yang menunjukkan adanya pencemaran. Penelitian ini juga mengindikasikan bahwa pencemaran susu dapat terjadi di berbagai tingkat distribusi susu, dari peternakan hingga pemasaran.

Selain itu, penelitian lain oleh (Aqeel et al., 2024), membahas tentang penggunaan alat-alat canggih, seperti sistem berbasis sensor dan lactometer, untuk mendeteksi adanya adulterasi susu, termasuk perubahan densitas yang disebabkan oleh pencampuran bahan asing. Penelitian ini menunjukkan bagaimana alat seperti lactometer dapat memberikan informasi yang akurat mengenai densitas susu, membantu mendeteksi adanya bahan aditif yang dapat mengurangi kualitas susu.

### C. Uji Lemak (Fat Test)

Uji lemak (fat test) adalah metode yang digunakan untuk menentukan kandungan lemak dalam susu, yang sangat penting dalam mengidentifikasi kualitas susu serta mendeteksi adanya pemalsuan. Mesin Gerber adalah alat yang paling umum digunakan untuk pengujian ini, yang memungkinkan pengukuran kandungan lemak susu melalui proses pemisahan menggunakan reaksi kimia tertentu. Proses ini melibatkan penambahan asam sulfat ke dalam sampel susu, diikuti dengan pemisahan lemak, yang kemudian dapat diukur dalam bentuk volume dan dinyatakan dalam satuan persen. Susu sapi segar yang asli biasanya memiliki kandungan lemak antara 3 hingga 4%, sedangkan susu dari hewan lain seperti kambing dan domba dapat memiliki kadar lemak yang lebih tinggi, berkisar antara 6 hingga 8%.

Kandungan lemak ini mencerminkan susu yang tidak tercemar dan memiliki kualitas baik. Sebaliknya, pada susu yang dipalsukan atau dicampur dengan bahan lain, kadar lemak sering kali lebih rendah. Pencampuran dengan air atau bahan lain yang tidak mengandung lemak akan mengurangi total kandungan lemak dalam susu, yang dapat terdeteksi melalui uji lemak Gerber.

Penurunan kadar lemak ini menjadi indikasi adanya pencemaran pada susu.

Misalnya, penelitian oleh Adam (2009), menunjukkan bahwa susu yang dicampur air memiliki kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan dengan susu asli, dan hal ini dapat dengan mudah dideteksi menggunakan alat tersebut. Meskipun uji lemak Gerber memiliki banyak kelebihan, seperti kemudahan penggunaan dan akurasi yang baik, alat ini juga memiliki keterbatasan karena hanya mengukur kandungan lemak susu tanpa memberikan informasi mengenai bahan pencemar lain yang mungkin ada, seperti air atau bahan kimia. Namun, meskipun demikian, uji lemak tetap menjadi salah satu cara yang paling efektif untuk memastikan keaslian susu dan kualitasnya, serta untuk mencegah pemalsuan yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen.

#### D. Uji Laktosa

Uji laktosa digunakan untuk mengukur kandungan laktosa dalam susu, yang merupakan jenis gula alami yang ditemukan dalam susu dan produk susu. Laktosa memainkan peran penting dalam kandungan energi susu, sehingga pengukuran laktosa dapat memberikan indikasi mengenai keaslian susu serta mendeteksi pencemaran atau pemalsuan susu. Metode yang umum digunakan untuk menguji laktosa adalah dengan uji enzimatik atau penggunaan laktometer.

Pada uji enzimatik, laktosa dalam susu dipecah menggunakan enzim laktase yang menghasilkan produk sampingan yang dapat diukur, memberikan informasi tentang konsentrasi laktosa. Selain itu, laktometer juga digunakan untuk mengukur konsentrasi laktosa dengan memanfaatkan prinsip densitas; laktosa dapat mempengaruhi kepadatan susu, sehingga pengukurannya memberikan indikasi kandungan laktosa dalam susu.

Susu asli, terutama susu sapi, mengandung laktosa dalam jumlah yang cukup tinggi, berkisar antara 4 hingga 5% dari total komposisi susu. Laktosa adalah sumber utama energi dalam susu dan penting untuk proses pencernaan dan metabolisme tubuh manusia, terutama pada bayi. Susu kambing dan domba juga mengandung laktosa, meskipun jumlahnya sedikit lebih rendah dibandingkan susu sapi. Kadar laktosa ini adalah indikator penting dalam memastikan keaslian susu karena pencemaran atau

pemalsuan susu dapat mengurangi kandungan laktosa.

Susu yang dipalsukan atau dicampur dengan bahan lain sering kali memiliki kandungan laktosa yang lebih rendah. Jika susu dicampur dengan air, susu bubuk, atau bahan pengganti susu lainnya, kadar laktosa biasanya akan berkurang secara signifikan. Bahkan, beberapa jenis susu yang dipalsukan mungkin tidak mengandung laktosa sama sekali, terutama jika susu tersebut telah diganti dengan bahan pemanis buatan, seperti sukralosa atau aspartam. Pemalsuan susu ini bertujuan untuk mengurangi biaya produksi, namun dapat berisiko pada konsumen yang mengandalkan kandungan gizi alami dalam susu, termasuk laktosa sebagai sumber energi utama.

Deteksi penurunan laktosa melalui uji enzimatik atau penggunaan laktometer dapat membantu dalam mengidentifikasi susu yang telah dipalsukan atau terkontaminasi. Misalnya, penelitian oleh (Khera et al., 2019), menunjukkan bahwa perubahan kadar laktosa dalam susu yang telah dipalsukan dapat dengan mudah terdeteksi menggunakan metode enzimatik, yang memberikan hasil yang cepat dan akurat. Hal ini membuktikan bahwa uji laktosa adalah salah satu alat yang efektif dalam menjaga integritas kualitas susu di pasar dan melindungi konsumen dari susu yang tercemar atau dipalsukan.

Secara keseluruhan, uji laktosa sangat penting dalam memastikan kualitas dan keaslian susu, serta membantu mengidentifikasi potensi pemalsuan yang dapat merugikan konsumen. Pengujian yang cepat dan efisien menggunakan metode enzimatik atau laktometer memberikan informasi penting mengenai kandungan laktosa yang dapat dijadikan acuan untuk menilai keaslian susu.

#### E. Uji Formalin

Uji formalin adalah metode kimia sederhana yang digunakan untuk mendeteksi adanya formalin dalam susu, yang sering kali digunakan untuk memperpanjang umur simpan susu atau untuk memalsukan susu dengan tujuan ekonomi. Penggunaan formalin dalam susu adalah ilegal dan berbahaya karena formalin adalah bahan pengawet beracun yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, seperti kerusakan ginjal dan keracunan pada sistem pencernaan.

Pada uji formalin, sedikit asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) ditambahkan ke dalam sampel susu yang akan diuji. Jika susu

mengandung formalin, akan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan perubahan warna pada cairan uji, biasanya dari warna bening menjadi warna kekuningan atau merah muda. Perubahan warna ini terjadi karena formalin bereaksi dengan asam sulfat, menghasilkan senyawa yang dapat memberikan indikasi adanya formalin dalam susu. Proses ini sangat cepat dan mudah dilakukan, menjadikannya metode yang efektif untuk deteksi formalin dalam susu.

Susu asli yang tidak terkontaminasi formalin tidak akan menunjukkan perubahan warna saat asam sulfat ditambahkan. Sebaliknya, susu yang dipalsukan atau dicampur dengan bahan kimia berbahaya seperti formalin akan menunjukkan perubahan warna yang jelas, yang menunjukkan bahwa susu tersebut mengandung formalin. Pengujian ini sangat penting dalam memastikan kualitas susu yang aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat, karena formalin dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, termasuk kanker dan kerusakan sistem saraf jika dikonsumsi dalam jangka panjang.

Pencemaran susu dengan formalin sering kali terjadi dalam usaha untuk memperpanjang umur simpan susu yang telah dipasarkan, terutama di daerah yang tidak memiliki fasilitas penyimpanan dingin yang memadai. Oleh karena itu, uji formalin menjadi alat yang sangat berguna untuk melindungi konsumen dari susu yang terkontaminasi bahan berbahaya ini. Selain itu, penting untuk mengedukasi masyarakat mengenai risiko kesehatan dari susu yang mengandung formalin dan memastikan bahwa standar keamanan pangan dijaga dengan ketat.

#### F. Uji Starch (Pati)

Uji pati (starch test) adalah metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya pencemaran susu dengan pati, yang sering kali digunakan untuk memalsukan susu dengan tujuan untuk mengurangi biaya produksi. Pati adalah bahan yang umumnya tidak ada dalam susu asli, tetapi dapat ditambahkan ke dalam susu untuk menambah volume susu dan menurunkan kandungan lemak susu, sehingga menyebabkan perubahan komposisi yang dapat merugikan konsumen.

Metode uji pati dilakukan dengan menambahkan larutan iodine ke dalam sampel susu (Poonia et al., 2017). Iodin memiliki kemampuan untuk bereaksi dengan pati dan membentuk warna biru gelap. Ketika pati hadir dalam susu, larutan iodine akan

berinteraksi dengan molekul pati dan menghasilkan warna biru yang khas, yang menunjukkan adanya pencemaran dengan pati dalam susu. Sebaliknya, susu asli yang tidak tercemar pati tidak akan menunjukkan perubahan warna setelah penambahan larutan iodin, karena susu asli tidak mengandung pati.

Pencemaran susu dengan pati umumnya terjadi dalam upaya untuk memperluas volume susu dan mengurangi biaya produksi. Pati dapat ditambahkan ke dalam susu dengan tujuan untuk meningkatkan kandungan karbohidrat susu dan memberikan tampilan yang lebih kental. Namun, penggunaan pati dalam susu adalah ilegal dan dapat membahayakan konsumen, terutama bagi mereka yang memiliki alergi terhadap pati atau intoleransi terhadap bahan-bahan tertentu. Oleh karena itu, uji pati menggunakan larutan iodin sangat berguna untuk mendeteksi susu yang telah dipalsukan dengan bahan-bahan yang tidak sesuai.

Secara keseluruhan, uji pati merupakan metode yang cepat dan sederhana untuk mendeteksi pencemaran susu dengan pati. Pengujian ini memungkinkan peternak, produsen, dan pengawas kualitas susu untuk memastikan bahwa susu yang dipasarkan kepada konsumen tidak tercemar dengan bahan yang dapat mengurangi nilai gizi susu. Dengan demikian, uji pati menjadi alat yang penting dalam menjaga keaslian susu dan melindungi konsumen dari potensi kerugian yang disebabkan oleh susu palsu.

#### G. Uji Sabun (Deterjen)

Uji sabun atau deterjen adalah metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya bahan kimia seperti deterjen atau bahan pembersih dalam susu, yang sering kali digunakan untuk memalsukan susu. Bahan-bahan ini dapat ditambahkan untuk memberikan kesan bahwa susu lebih bersih atau untuk meningkatkan viskositas susu, namun penggunaan deterjen dalam susu dapat sangat berbahaya bagi kesehatan konsumen.

Metode uji sabun dilakukan dengan mengocok sampel susu dalam wadah bersih. Susu asli yang tidak mengandung deterjen atau bahan kimia lain akan menghasilkan sedikit busa ketika dikocok, karena susu memiliki kandungan lemak dan air yang seimbang, serta tidak mengandung bahan yang dapat memicu pembentukan busa secara berlebihan. Namun, susu palsu yang tercemar dengan deterjen atau bahan pembersih akan

menunjukkan pembentukan busa yang berlebihan ketika susu dikocok. Ini terjadi karena deterjen memiliki sifat sebagai agen penghasil busa (surfaktan) yang memecah tegangan permukaan air dan menyebabkan pembentukan busa yang lebih banyak.

Penggunaan deterjen dalam susu merupakan salah satu bentuk pencemaran yang sering terjadi untuk meningkatkan tampilan susu agar terlihat lebih bersih atau kental. Namun, deterjen dalam susu sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat mengganggu sistem pencernaan dan menyebabkan keracunan atau iritasi pada saluran pencernaan. Oleh karena itu, uji sabun dapat digunakan sebagai metode deteksi sederhana untuk mengidentifikasi pencemaran susu dengan deterjen, yang dapat membantu dalam menjaga kualitas susu yang aman dan sehat untuk dikonsumsi.

#### H. Uji Lemak Mentega (Butterfat Test)

Uji lemak mentega (butterfat test) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur kadar lemak dalam susu dan mendeteksi pemalsuan susu. Salah satu metode yang paling sering digunakan untuk menguji kandungan lemak dalam susu adalah uji Babcock, yang memanfaatkan sentrifugasi untuk memisahkan lemak dari komponen lain dalam susu. Taylor (1962), membandingkan berbagai teknik pengujian lemak mentega dalam susu dan menemukan bahwa uji Babcock sangat efektif dalam mengukur kadar lemak dalam susu segar, serta dapat digunakan dengan akurat untuk memisahkan lemak, bahkan pada susu yang menggunakan pengawet kimia. Sementara itu, penelitian (Hoover et al., 1958), membandingkan uji Babcock dengan metode lain, seperti uji Schain, dan menyimpulkan bahwa uji Babcock memberikan korelasi yang lebih baik dan hasil yang lebih akurat dalam mendeteksi kadar lemak dalam susu, terutama pada berbagai jenis sampel susu yang diuji. Metode-metode ini menjadi sangat penting dalam memastikan keaslian susu dan mendeteksi apakah susu tersebut telah dicampur atau dipalsukan dengan bahan lain, seperti lemak non-susu. Dengan menggunakan uji Babcock, penguji dapat menentukan kadar lemak dalam susu dengan tepat, yang juga berfungsi sebagai indikator penting dalam pengolahan produk susu.

#### I. Uji Organoleptik (Indera)

Uji organoleptik (indera) adalah metode yang digunakan

untuk menilai kualitas susu berdasarkan panca indera manusia, yaitu penglihatan, penciuman, dan pengecapan (Rani et al., 2020). Dalam uji ini, susu diuji dengan mengamati sifat-sifat fisik dan sensori susu tanpa menggunakan alat ukur atau instrumen kimia, hanya berdasarkan pengalaman inderawi. Metode ini bergantung pada kemampuan manusia untuk merasakan dan mencium perbedaan dalam susu, yang dapat mengindikasikan kualitas atau keaslian susu.

Susu asli memiliki warna putih kekuningan alami, aroma khas susu yang segar, dan rasa yang sedikit manis, yang berasal dari kandungan laktosa yang ada dalam susu. Warna putih kekuningan ini bervariasi tergantung pada jenis sapi dan pakan yang diberikan, namun tetap mempertahankan nuansa alami susu segar. Aroma khas susu berasal dari asam laktat dan berbagai senyawa volatil yang terbentuk selama proses pengeluaran susu. Rasa susu asli sedikit manis karena kandungan laktosa yang terkandung di dalamnya, yang memberikan sensasi rasa yang alami dan tidak terlalu tajam.

Sebaliknya, susu palsu yang telah dipalsukan dengan bahan lain, seperti air atau bahan pengganti susu, seringkali menunjukkan perubahan yang dapat dikenali melalui penglihatan, penciuman, atau pengecapan. Misalnya, susu palsu bisa memiliki rasa yang aneh, sering kali karena adanya penambahan bahan kimia atau bahan tambahan yang tidak alami. Aroma susu palsu juga bisa tidak sedap, bahkan bisa terasa seperti bau kimia atau bau yang tidak biasa, yang mungkin berasal dari bahan pemalsu yang digunakan. Selain itu, warna susu palsu bisa terlihat tidak normal, seperti terlalu putih atau keruh, yang menunjukkan adanya penambahan air atau bahan kimia lain. Ketidaksihinggaan warna, bau, atau rasa ini dapat dengan mudah terdeteksi melalui uji organoleptik oleh konsumen atau produsen susu yang berpengalaman.

Secara keseluruhan, uji organoleptik merupakan salah satu metode yang paling sederhana namun efektif untuk mendeteksi susu palsu atau terkontaminasi. Metode ini sangat berguna dalam industri susu untuk memastikan kualitas produk yang sampai ke konsumen tetap terjaga dan tidak tercemar bahan-bahan asing yang berbahaya. Uji ini melibatkan keterlibatan langsung indera manusia dan sangat bergantung pada pengalaman serta ketajaman indera perasa dan penciuman.

## J. Uji Alkohol

Metode uji alkohol adalah salah satu cara untuk mendeteksi keaslian susu dan memeriksa kemungkinan pencemaran atau kerusakan yang disebabkan oleh penambahan bahan asing (Kim et al., 2013). Dalam uji ini, sedikit alkohol ditambahkan ke dalam susu dengan rasio 1:1, dan kemudian diamati apakah terjadi pembentukan gumpalan. Jika susu asli, yang tidak tercemar atau rusak, tidak akan menggumpal ketika dicampur dengan alkohol. Hal ini karena susu asli memiliki kadar lemak, protein, dan asam yang seimbang, sehingga tidak akan bereaksi dengan alkohol untuk membentuk gumpalan.

Sebaliknya, jika susu dipalsukan atau telah mengalami kerusakan, maka penambahan alkohol akan menyebabkan susu menggumpal. Gumpalan ini terbentuk akibat reaksi antara alkohol dan protein susu, terutama kasein. Susu yang dipalsukan seringkali mengandung bahan kimia atau bahan pengganti yang merusak keseimbangan protein dan asam dalam susu, sehingga menyebabkan susu lebih mudah menggumpal saat dicampur dengan alkohol. Selain itu, susu yang telah rusak atau terkontaminasi mikroba juga bisa menunjukkan pembentukan gumpalan saat diuji dengan alkohol, karena perubahan dalam struktur protein susu.

Metode ini memberikan cara yang sederhana dan cepat untuk memeriksa keaslian susu. Jika terjadi pembentukan gumpalan, itu dapat mengindikasikan bahwa susu tersebut telah tercemar atau rusak. Oleh karena itu, uji alkohol adalah alat yang efektif untuk mendeteksi susu yang tidak memenuhi standar kualitas atau telah dipalsukan.

Dengan berbagai uji ini, dapat dipastikan apakah susu yang kita konsumsi adalah susu asli atau telah dipalsukan. Setiap uji memberikan hasil berbeda berdasarkan komponen-komponen susu yang telah diubah atau dicampurkan.

## BAB IV. PRODUK-PRODUK DARI SUSU

Berikut adalah penjelasan mengenai beberapa produk susu, cara pembuatannya, dan standar yang berlaku dalam industri pengolahan susu.

### A. Keju

Keju adalah produk olahan susu yang dihasilkan melalui proses pengentalan protein susu (terutama kasein) dengan bantuan bakteri asam laktat (LAB) dan enzim rennet. Proses ini menghasilkan dadih (curd) yang dipisahkan dari cairan (whey) dan kemudian diproses lebih lanjut menjadi berbagai jenis keju. Keju memiliki kandungan nutrisi tinggi, termasuk protein, lemak, kalsium, dan fosfor, serta memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan susu cair (Swanson et al., 2015).

#### 1. Cara Pembuatan:

Pembuatan keju merupakan sebuah proses yang melibatkan serangkaian tahapan yang sangat penting untuk menghasilkan produk akhir yang memiliki rasa, tekstur, dan aroma yang diinginkan. Setiap tahap dalam pembuatan keju dapat memengaruhi karakteristik akhir keju yang dihasilkan, dan meskipun proses ini tampak sederhana, dibutuhkan ketelitian untuk mencapai hasil yang optimal. Proses pembuatan keju dapat dibagi menjadi beberapa tahap utama, yaitu pasteurisasi susu, pengasaman, koagulasi, pemotongan dadih, pemanasan dan pencucian, pencetakan dan penggaraman, serta pematangan. Masing-masing tahap ini memainkan peran penting dalam mempengaruhi kualitas dan rasa keju.

##### a. Pasteurisasi Susu

Langkah pertama dalam pembuatan keju adalah pasteurisasi, yaitu proses pemanasan susu dalam suhu yang cukup tinggi untuk membunuh mikroorganisme patogen dan meminimalkan risiko penyakit yang dapat ditularkan melalui susu mentah. Pada umumnya, suhu pasteurisasi berkisar antara 72°C hingga 85°C, tergantung pada jenis susu dan proses pembuatan keju yang akan dilakukan. Selain itu, pasteurisasi juga bertujuan untuk menghentikan aktivitas enzim alami dalam susu yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir. Setelah pasteurisasi, susu didinginkan ke suhu

yang lebih rendah, umumnya sekitar 30°C hingga 40°C, untuk mempersiapkan penambahan kultur bakteri dan enzim yang diperlukan untuk proses selanjutnya.

b. Pengasaman (Inokulasi dengan Kultur Bakteri Starter)

Setelah pasteurisasi, susu yang telah didinginkan kemudian diinokulasi dengan kultur bakteri starter. Bakteri starter yang digunakan dalam pembuatan keju adalah bakteri asam laktat (LAB), yang berfungsi untuk menurunkan pH susu dengan cara mengubah laktosa (gula susu) menjadi asam laktat. Proses pengasaman ini mengarah pada pembentukan curd atau dadih, yang merupakan fase padat dalam pembuatan keju. Selain itu, bakteri starter ini juga memberikan rasa asam yang khas pada keju dan membantu proses pematangan, di mana bakteri tersebut berfermentasi dan memproduksi senyawa-senyawa rasa lainnya.

c. Koagulasi (Pembentukan Dadih)

Setelah inokulasi bakteri, langkah berikutnya adalah koagulasi, yaitu pembentukan gumpalan padat yang disebut curd. Proses ini dimulai dengan penambahan rennet, yang merupakan enzim yang mampu menghidrolisis protein susu, terutama kasein. Rennet memicu pemisahan antara kasein dan whey (cairan susu), yang menghasilkan gumpalan padat (dadih). Proses koagulasi ini sangat krusial karena mempengaruhi tekstur dan konsistensi keju. Waktu dan suhu selama koagulasi juga dapat mempengaruhi hasil akhir, di mana koagulasi yang lebih lama menghasilkan dadih yang lebih keras, sementara koagulasi yang lebih cepat menghasilkan dadih yang lebih lembut. Pada tahap ini, susu yang telah terkoagulasi menjadi massa padat yang terbagi menjadi dua komponen utama: dadih dan whey.

d. Pemotongan Dadih

Setelah dadih terbentuk, langkah selanjutnya adalah pemotongan dadih. Pada tahap ini, dadih dipotong dengan menggunakan alat pemotong khusus untuk mempercepat pemisahan whey. Pemotongan dadih juga berfungsi untuk meningkatkan jumlah permukaan yang terpapar sehingga whey dapat

dikeluarkan lebih cepat. Ukuran potongan dadih mempengaruhi tekstur keju yang dihasilkan; potongan yang lebih kecil akan menghasilkan keju yang lebih keras karena lebih banyak whey yang dapat dikeluarkan. Sebaliknya, potongan yang lebih besar akan menghasilkan keju yang lebih lembut karena whey dikeluarkan lebih sedikit.

e. Pemanasan dan Pencucian Dadih

Setelah pemotongan, dadih kemudian dipanaskan pada suhu yang lebih tinggi (sekitar 40°C hingga 50°C) untuk membantu pengeluaran lebih banyak cairan whey dan memperbaiki tekstur dadih. Pemanasan ini juga bertujuan untuk meningkatkan kekuatan ikatan antara kasein, sehingga menciptakan keju dengan tekstur yang lebih padat. Pada tahap ini, sering kali dilakukan pencucian dadih dengan air panas atau air garam untuk mengurangi kandungan asam dan memperbaiki rasa serta tekstur keju. Pencucian juga membantu mengurangi jumlah laktosa dalam dadih, yang dapat mengurangi rasa manis yang tidak diinginkan dalam keju.

f. Pencetakan dan Penggaraman

Setelah pemanasan dan pencucian, dadih dimasukkan ke dalam cetakan untuk membentuk keju sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Proses pencetakan ini juga membantu mengeluarkan sisa whey yang masih terperangkap dalam dadih. Setelah pencetakan, keju diberi garam, yang berfungsi sebagai bahan pengawet alami, meningkatkan rasa, dan membantu dalam proses pematangan. Garam juga mempengaruhi tekstur keju dengan membantu pengendapan air dan meningkatkan ketahanan bakteri terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan.

g. Pematangan (Aging)

Langkah terakhir dalam pembuatan keju adalah pematangan. Setelah penggaraman, keju disimpan dalam kondisi yang terkontrol untuk memungkinkan perkembangan rasa dan tekstur. Pematangan keju dapat berlangsung dari beberapa hari hingga beberapa bulan, bahkan tahun, tergantung pada jenis keju yang dibuat. Keju yang lebih keras, seperti

Parmesan, membutuhkan pematangan yang lebih lama, sementara keju yang lebih lembut, seperti Brie atau Camembert, dapat diproses dalam waktu yang lebih singkat. Selama pematangan, mikroorganisme yang ada dalam keju, termasuk bakteri asam laktat dan jamur, berperan dalam menghasilkan senyawa-senyawa rasa yang lebih kompleks, serta mengubah tekstur dan aroma keju (Bittante et al., 2022; Swanson et al., 2015)

## 2. Jenis-Jenis Keju Secara Kompleks

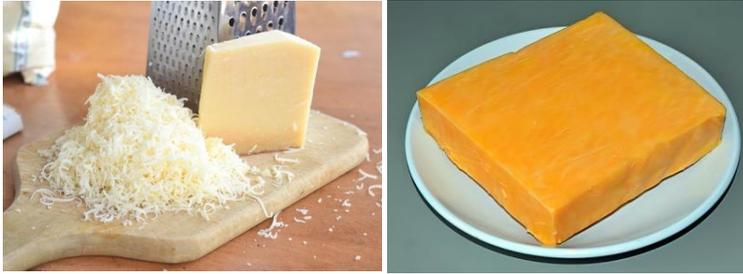
Keju merupakan produk susu yang sangat beragam, yang dikategorikan berdasarkan berbagai faktor seperti tekstur, kandungan air, proses pembuatan, jenis mikroorganisme yang digunakan, dan durasi pematangan. Berikut adalah penjelasan mendalam tentang jenis-jenis keju berdasarkan kriteria tersebut:

### a. Berdasarkan Kadar Air

Keju dapat dikategorikan berdasarkan kadar air yang terkandung di dalamnya. Kadar air ini mempengaruhi tekstur dan rasa keju, serta waktu pematangan yang dibutuhkan. Berdasarkan kadar air, keju dibagi menjadi beberapa kategori berikut:

- Keju Keras (Hard Cheese)

Keju keras memiliki kadar air yang sangat rendah, biasanya kurang dari 40%. Keju jenis ini memiliki tekstur padat dan rasanya cenderung lebih tajam dan kompleks. Proses pematangan keju keras dapat berlangsung lama, bahkan beberapa tahun. Keju keras sering digunakan untuk diparut atau dipotong kecil-kecil, dan memiliki daya simpan yang lebih lama. Contoh: a) Parmesan: Keju Italia yang terkenal dengan rasanya yang kuat dan gurih. Diperoleh melalui proses pematangan selama bertahun-tahun dan memiliki tekstur yang sangat keras, b) Cheddar: Keju Inggris yang sangat populer dengan rasa yang bervariasi, dari ringan hingga tajam tergantung pada lama pematangannya.



a)

(b)

Gambar 8. macam keju keras a) Parmesan b) Cheddar

Sumber: <https://pediaa.com/what-is-the-difference-between-mozzarella-and-cheddar-and-parmesan-cheese/>

- Keju Semi-Keras (Semi-Hard Cheese)

Keju semi-keras memiliki kadar air antara 40% hingga 50%. Keju ini lebih lembut dari keju keras namun lebih padat dan kering dibandingkan dengan keju lunak. Keju semi-keras dapat diproses lebih cepat dan memiliki rasa yang lebih moderat. Contoh: a) Gouda: Keju Belanda yang memiliki tekstur halus dan rasa yang ringan hingga gurih, tergantung pada waktu pematangan, b) Edam: Keju Belanda dengan tekstur lembut dan rasa ringan, yang sering digunakan dalam sandwich dan makanan ringan.



a)

b)

Gambar 9. Macam keju semi-keras a) Keju Edam b) Keju Gouda

Sumber: <https://www.tastingtable.com/1463019/edam-gouda-cheese-difference/>

- Keju Lunak (Soft Cheese)

Keju lunak memiliki kadar air lebih dari 50%, dan teksturnya sangat lembut dan mudah dipotong atau dibubarkan. Keju ini umumnya memiliki rasa yang ringan dan creamy, dengan proses pematangan yang singkat. Contoh: a) Brie: Keju Prancis dengan kulit putih berbulu yang lembut dan rasa krimi yang lembut dan halus, b) Camembert: Mirip dengan Brie, tetapi dengan rasa yang lebih tajam dan lebih intens. Keju ini memiliki lapisan jamur yang berkembang di permukaannya.

b. Berdasarkan Proses Pematangan

Keju juga dapat dikategorikan berdasarkan durasi dan proses pematangan. Pematangan adalah tahap penting dalam pengembangan rasa dan tekstur keju.

- Keju Matang (Aged Cheese)

Keju matang adalah keju yang telah menjalani proses pematangan selama beberapa bulan hingga bertahun-tahun. Proses pematangan ini memberikan rasa yang lebih kaya dan kompleks. Keju ini cenderung lebih keras, dan sering kali digunakan dalam masakan atau sebagai bahan utama dalam hidangan gourmet. Contoh: a) Gruyère: Keju keras asal Swiss yang diproduksi melalui pematangan selama 5-12 bulan, dengan rasa yang kuat dan sedikit manis, b) Manchego: Keju Spanyol yang terbuat dari susu domba, dengan tekstur keras dan rasa yang tajam.



Gambar 10. Keju Gruyère

Sumber: <https://cheesescientist.com/trivia/gruyere/>



Keju 11. Manchego

<https://www.tasteatlas.com/manchego-fresco>

- Keju Segar (Fresh Cheese)

Keju segar adalah keju yang tidak mengalami proses pematangan atau hanya mengalami pematangan singkat. Keju ini memiliki tekstur yang lembut dan rasa yang ringan, serta cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi. Keju segar biasanya dikonsumsi segera setelah diproduksi. Contoh: a) Ricotta: Keju segar yang terbuat dari whey (sisa cairan setelah koagulasi susu), memiliki tekstur lembut dan rasa netral, sering digunakan dalam masakan Italia seperti lasagna dan cannoli., b) Mozzarella: Keju segar yang memiliki tekstur elastis dan rasa lembut. Keju ini biasanya digunakan dalam hidangan pizza atau salad.



Gambar 12. Keju Ricotta

Sumber: <https://www.thespruceeats.com/homemade->

[ricotta-recipe-1327499](https://riccreamshoppe.com/can-you-freeze-fresh-mozzarella/)



Gambar 13. Mozzarella

Sumber: <https://riccreamshoppe.com/can-you-freeze-fresh-mozzarella/>

c. Berdasarkan Jenis Mikroorganisme yang Digunakan

Keju juga dibedakan berdasarkan jenis mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi, yang memengaruhi rasa dan aroma keju tersebut. Mikroorganisme yang digunakan antara lain adalah bakteri asam laktat, jamur, dan ragi.

- Keju dengan Bakteri Asam Laktat

a. Kebanyakan keju menggunakan bakteri asam laktat untuk fermentasi, yang mengubah laktosa menjadi asam laktat, menciptakan rasa asam dan mempercepat pembentukan dadih. Contoh: a) Gorgonzola: Keju biru asal Italia yang memiliki pembuluh-pembuluh kapang biru, memberi rasa kuat dan aroma yang khas, b) Mozzarella: Keju segar yang memiliki tekstur elastis dan rasa lembut. Keju ini biasanya digunakan dalam hidangan pizza atau salad.



Gambar 14. Keju Gorgonzola

<https://good-cooking.co.uk/gorgonzola/>

- Keju dengan Jamur (Keju Berjamur)  
Keju jenis ini ditandai dengan penambahan jamur yang tumbuh di dalam dan/atau di luar keju. Jamur tersebut memberikan aroma dan rasa yang khas serta lapisan kulit berwarna putih atau biru di permukaan keju. Contoh: a) Roquefort: Keju biru asal Prancis yang terbuat dari susu domba, memiliki pembuluh-pembuluh jamur yang berwarna biru-hijau, dengan rasa pedas yang khas, b) Camembert: Keju berjamur dengan kulit putih lembut yang dihasilkan oleh jamur *Penicillium candidum*.



Gambar 15. Keju Roquefort

Sumber: <https://cheesemaking.com/products/roquefort-cheese-making-recipe>



Gambar 16. Keju Camembert

Sumber: <https://www.cheese.com/camembert/>

- Keju dengan Ragi (Keju Ragi)  
Keju ini diperkenalkan dengan ragi, yang digunakan untuk membantu fermentasi dan memberikan tekstur serta aroma tertentu. Contoh: Brie: Keju berjamur dengan ragi yang memproduksi lapisan putih di permukaan keju dan memberikan tekstur lembut serta rasa krimi.

d. Berdasarkan Sumber Susu

Keju dapat pula dibedakan berdasarkan sumber susu yang digunakan untuk pembuatannya. Berbagai jenis susu memberikan karakteristik rasa dan tekstur yang berbeda dalam produk keju.

- Keju dari Susu Sapi  
Keju yang terbuat dari susu sapi adalah jenis yang paling umum dan paling banyak diproduksi di dunia. Contoh: Cheddar, Gouda, Mozzarella,
- Keju dari Susu Domba  
Keju yang dibuat dari susu domba memiliki rasa yang lebih kaya dan cenderung lebih berlemak dibandingkan dengan susu sapi. Contoh: Manchego: Keju Spanyol dengan tekstur keras dan rasa tajam.
- Keju dari Susu Kambing  
Keju kambing memiliki rasa yang lebih khas dan agak tajam, dengan tekstur yang lebih lembut dibandingkan keju dari susu sapi.

Contoh: Chèvre: Keju Prancis yang terbuat dari susu kambing dengan rasa ringan dan tekstur halus.



Gambar 17. Keju

Sumber: <https://homecare24.id/keju/>

### 3. Pengujian kualitas keju

Keju, sebagai produk olahan susu, memiliki banyak jenis dengan karakteristik yang sangat beragam, tergantung pada bahan baku, metode pembuatan, dan proses pematangan yang digunakan. Dalam rangka memastikan kualitas, keamanan, dan konsistensi produk keju, berbagai teknik pengujian digunakan untuk menganalisis sifat fisik, kimia, mikrobiologi, dan sensorik dari keju. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengontrol parameter yang mempengaruhi karakteristik keju, seperti rasa, tekstur, aroma, kandungan gizi, dan keamanannya. Berikut adalah penjelasan mendalam tentang teknik-teknik yang digunakan dalam pengujian kualitas keju.

- Soxhlet Extraction untuk Kadar Lemak

Metode Soxhlet extraction adalah teknik yang paling umum digunakan untuk mengukur kadar lemak dalam keju. Prosesnya melibatkan penggunaan pelarut organik seperti eter atau kloroform untuk mengekstraksi lemak dari sampel keju. Pelarut ini dipanaskan dalam alat ekstraksi Soxhlet, di mana pelarut menguap, kemudian mengalir kembali ke dalam tabung

yang berisi sampel, melarutkan lemak yang ada di dalamnya. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut diuapkan, dan lemak yang tersisa diukur dengan cara penimbangan.

Teknik ini memungkinkan penentuan kadar lemak dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Keuntungan: Pengujian ini sangat sensitif dan mampu mendeteksi kadar lemak meskipun dalam konsentrasi rendah, membuatnya ideal untuk analisis keju dengan berbagai jenis lemak. Kelemahan: Proses ini memakan waktu yang cukup lama, dan penggunaan pelarut berbahaya memerlukan pengendalian yang ketat terhadap keselamatan laboratorium.

- Gravimetri untuk Kadar Air

Gravimetri adalah metode untuk mengukur kadar air dalam keju dengan cara mengeringkan sampel keju dalam oven pada suhu yang tetap (biasanya  $105^{\circ}\text{C}$ ). Sampel keju dipanaskan dalam oven selama beberapa jam sampai semua air yang terkandung dalam keju menguap. Setelah pengeringan, sampel ditimbang kembali untuk menentukan beratnya. Selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam keju.

Keuntungan: Teknik ini sederhana, dapat diterapkan dengan peralatan dasar, dan memberikan hasil yang cukup akurat. Kelemahan: Proses ini memakan waktu cukup lama dan dapat mempengaruhi keakuratan jika keju mengandung banyak lemak atau bahan lainnya yang sulit dikeringkan.

- Titrasi untuk Keasaman dan pH

Keasaman adalah salah satu faktor yang paling mempengaruhi rasa keju. Keasaman titrasi digunakan untuk mengukur jumlah asam laktat dalam keju, yang merupakan hasil dari fermentasi laktosa oleh bakteri asam laktat. Selama pengujian, sampel keju yang telah diencerkan diberi larutan basa (NaOH) dengan konsentrasi yang diketahui. Volume basa yang

dibutuhkan untuk menetralkan asam yang ada di dalam keju dicatat, dan dari sini, jumlah asam dapat dihitung. Pengukuran pH keju juga dilakukan dengan menggunakan pH meter, yang memberikan data lebih langsung tentang keasaman keju.

Keuntungan: Pengujian ini relatif murah dan dapat memberikan hasil yang cepat serta akurat dalam menilai tingkat keasaman keju. Kelemahan: Titrasinya memerlukan ketelitian dalam menambah larutan basa, dan keasaman bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor lain selain asam laktat, seperti asam asetat atau asam format yang mungkin ada dalam keju.

- Metode Kjeldahl untuk Kadar Protein

Metode Kjeldahl adalah salah satu metode utama untuk menentukan kadar protein dalam keju. Dalam metode ini, nitrogen dalam protein diubah menjadi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan menggunakan asam sulfat pekat. Setelah itu, amonia yang terbentuk akan diukur melalui proses distilasi, dan kandungan protein dihitung berdasarkan kadar nitrogen yang ada. Karena sebagian besar protein dalam keju adalah kasein, teknik ini memungkinkan penilaian yang baik terhadap kandungan protein dalam produk akhir.

Keuntungan: Metode ini sangat akurat dan banyak digunakan di industri pangan dan kimia untuk mengukur kandungan protein. Kelemahan: Metode ini membutuhkan waktu dan peralatan yang kompleks, serta penggunaan bahan kimia berbahaya.

- Total Viable Count (TVC) untuk Jumlah Mikroba Hidup

Total Viable Count (TVC) adalah metode yang digunakan untuk mengukur jumlah mikroba hidup dalam sampel keju. Prosedur ini melibatkan pembiakan mikroorganisme pada media agar yang cocok, kemudian dihitung jumlah koloni yang tumbuh. TVC memberikan

gambaran umum mengenai tingkat kebersihan dan kontrol kualitas mikrobiologis keju.

Keuntungan: Teknik ini sederhana dan memberikan informasi menyeluruh tentang kondisi mikrobiologi keju. Kelemahan: Metode ini tidak membedakan antara mikroba yang menguntungkan dan mikroba patogen yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk.

- Polymerase Chain Reaction (PCR) untuk Deteksi Patogen

PCR (Polymerase Chain Reaction) digunakan untuk mendeteksi DNA patogen dalam keju. Teknik ini sangat sensitif, bahkan dapat mendeteksi patogen dalam jumlah sangat kecil. PCR digunakan untuk mengidentifikasi bakteri patogen seperti Salmonella, Escherichia coli, dan Listeria monocytogenes, yang dapat menyebabkan keracunan makanan dan infeksi. Keuntungan utama dari PCR adalah kemampuannya untuk mendeteksi patogen tanpa harus menumbuhkan mikroba terlebih dahulu.

Keuntungan: Teknik ini sangat sensitif, spesifik, dan cepat dalam mendeteksi patogen pada keju. Kelemahan: Membutuhkan peralatan khusus dan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik kultur mikroba.

- Hedonic Scale untuk Pengujian Rasa

Hedonic scale adalah alat pengujian sensorik yang digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan konsumen terhadap rasa produk. Panelis akan memberikan skor berdasarkan preferensi mereka, misalnya pada skala 1-9, di mana 1 berarti sangat tidak suka dan 9 berarti sangat suka. Teknik ini digunakan untuk menilai aspek rasa keju, termasuk keasaman, kemanisan, dan rasa gurih.

Keuntungan: Teknik ini langsung mengukur preferensi konsumen dan memberikan wawasan tentang sejauh mana produk diterima oleh pasar. Kelemahan: Pengujian ini dapat

dipengaruhi oleh bias panelis, sehingga membutuhkan panelis terlatih untuk memastikan hasil yang lebih objektif.

- **Pengujian Aroma dengan Panelis Terlatih**

Pengujian aroma keju sangat penting karena aroma adalah salah satu indikator utama kualitas produk. Keju yang memiliki aroma yang kuat dan khas biasanya memiliki kualitas yang lebih tinggi, sementara aroma yang tidak menyenangkan dapat menunjukkan kerusakan produk. Panelis akan mengevaluasi intensitas dan karakteristik aroma keju dengan menggunakan teknik pelabelan atau penilaian pada skala yang telah ditentukan.

Keuntungan: Teknik ini memberikan evaluasi langsung terhadap aroma keju yang sangat mempengaruhi persepsi konsumen. Kelemahan: Pengujian aroma bisa sangat subjektif dan tergantung pada pelatihan panelis.

- **Pengujian Tekstur dengan Texture Analyzer**

Texture Analyzer adalah alat yang digunakan untuk mengukur sifat fisik keju, seperti kekerasan, kekenyalan, dan elastisitas. Pengujian tekstur dilakukan dengan memberikan tekanan pada sampel keju dan mengukur respons keju terhadap tekanan tersebut. Pengujian ini memberikan data yang lebih objektif tentang konsistensi dan kualitas fisik keju.

Keuntungan: Memberikan data yang akurat dan objektif tentang tekstur keju, yang dapat digunakan untuk memastikan konsistensi produk. Kelemahan: Memerlukan peralatan khusus dan biaya tinggi untuk operasional.

- **Teknik Pengujian Non-Destruktif**

Spektroskopi Inframerah Dekat (NIR) adalah teknik non-destruktif yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia keju, seperti kadar lemak, protein, dan air. Dalam metode ini, cahaya inframerah dekat digunakan untuk mengukur penyerapan cahaya oleh bahan dalam

keju, dan analisis spektrum yang dihasilkan dapat memberikan informasi tentang komposisi kimia keju tanpa merusak sampel.

Keuntungan: Cepat, efisien, dan tidak merusak sampel, memungkinkan analisis kualitas keju secara langsung. Kelemahan: Memerlukan peralatan mahal dan pelatihan khusus untuk interpretasi hasil.

## B. Yogurt

Yogurt adalah produk susu yang dihasilkan melalui proses fermentasi oleh dua jenis bakteri, yaitu *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Proses fermentasi ini melibatkan konversi laktosa (gula susu) menjadi asam laktat yang menyebabkan penurunan pH, sehingga susu menjadi kental dan asam, serta menghasilkan rasa yang khas. Yogurt dapat dibuat dari berbagai jenis susu, baik susu sapi, kambing, maupun domba, dan biasanya mengandung mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat bagi pencernaan.

Selain dua bakteri utama yang digunakan dalam fermentasi, beberapa produk yogurt juga mengandung tambahan probiotik, yaitu mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat kesehatan tambahan, seperti *Lactobacillus acidophilus* atau *Bifidobacterium*. Yogurt dikenal karena kandungan nutrisinya yang tinggi, termasuk protein, kalsium, vitamin B2 (riboflavin), dan fosfor, yang menjadikannya sebagai sumber gizi yang baik bagi kesehatan tubuh, terutama untuk kesehatan tulang dan pencernaan.

Yogurt dapat dikategorikan dalam berbagai jenis berdasarkan bahan baku, proses pembuatan, dan mikroorganisme yang digunakan, termasuk yogurt penuh lemak, rendah lemak, bebas laktosa, dan yogurt fungsional yang diperkaya dengan bahan tambahan seperti prebiotik, vitamin, dan mineral.

### 1. Cara Pembuatan:

Proses pembuatan yogurt dapat dibagi menjadi beberapa tahap utama yang masing-masing memiliki fungsi penting untuk menghasilkan produk yogurt dengan tekstur, rasa, dan kualitas yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah yang terlibat dalam pembuatan yogurt:

- Pemilihan Susu dan Persiapannya

Pembuatan yogurt dimulai dengan memilih susu segar yang akan digunakan sebagai bahan baku. Jenis susu yang digunakan (misalnya susu sapi, kambing, atau domba) akan mempengaruhi rasa dan tekstur akhir yogurt. Sebelum digunakan, susu dipanaskan hingga suhu 85°C–90°C selama 5–10 menit. Proses pemanasan ini dilakukan untuk beberapa tujuan: membunuh mikroorganisme patogen yang dapat mencemari produk akhir, menghentikan aktivitas enzim yang ada dalam susu, yang dapat memengaruhi tekstur dan rasa yogurt, mempersiapkan protein susu (terutama kasein) agar lebih mudah membentuk gumpalan saat bakteri starter ditambahkan.

- Pendinginan Susu

Setelah proses pasteurisasi selesai, susu kemudian didinginkan hingga mencapai suhu inkubasi yang optimal untuk bakteri starter, yaitu sekitar 40°C–45°C. Suhu ini sangat penting agar bakteri dapat berkembang biak dengan baik dan memulai fermentasi susu tanpa terbunuh akibat suhu yang terlalu tinggi.

- Inokulasi Bakteri Starter

Setelah susu mencapai suhu yang sesuai, bakteri starter ditambahkan ke dalam susu. Bakteri starter terdiri dari dua jenis bakteri utama: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini akan mengonsumsi laktosa dalam susu dan mengubahnya menjadi asam laktat, yang menyebabkan penurunan pH dan pembentukan tekstur kental pada yogurt. Beberapa yogurt juga mengandung bakteri probiotik tambahan seperti *Lactobacillus acidophilus* atau *Bifidobacterium* untuk meningkatkan manfaat kesehatan, terutama untuk pencernaan.

- Fermentasi

Setelah inokulasi bakteri starter, susu dibiarkan untuk fermentasi pada suhu inkubasi (40°C–45°C) selama 4–12 jam, tergantung pada jenis yogurt yang diinginkan. Selama fermentasi,

bakteri starter mulai mengubah laktosa menjadi asam laktat, yang menurunkan pH susu dan menyebabkan tekstur menjadi lebih kental. Waktu fermentasi yang lebih lama menghasilkan yogurt yang lebih kental dan lebih asam, sedangkan waktu fermentasi yang lebih singkat menghasilkan yogurt yang lebih ringan dan lebih lembut.

- Pemantauan pH dan Kadar Asam

Selama proses fermentasi, pH yogurt dipantau dengan menggunakan pH meter untuk memastikan bahwa asam laktat terbentuk dengan jumlah yang tepat. pH yang ideal untuk yogurt adalah sekitar 4,5–4,7. Pengendalian pH sangat penting untuk mencapai tekstur yang diinginkan serta rasa yang seimbang antara asam dan gurih.

- Pendinginan Setelah Fermentasi

Setelah proses fermentasi selesai dan yogurt mencapai pH yang diinginkan, yogurt segera didinginkan pada suhu 4°C–10°C untuk menghentikan aktivitas bakteri dan memperlambat proses fermentasi. Proses pendinginan ini juga membantu mempertahankan tekstur dan rasa yogurt agar tetap stabil.

- Penyimpanan dan Pengemasan

Setelah pendinginan, yogurt siap untuk dikemas. Yogurt dapat dikemas dalam wadah plastik atau kaca sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pasar. Yogurt yang diproduksi untuk konsumsi langsung biasanya dikemas dalam wadah kecil dan didistribusikan dalam keadaan dingin. Untuk yogurt yang mengandung bahan tambahan seperti buah-buahan, pemrosesan tambahan dilakukan untuk memastikan konsistensi dan stabilitas bahan tambahan.

- Modifikasi Proses Pembuatan

Yogurt Bebas Laktosa: Untuk membuat yogurt bebas laktosa, enzim laktase dapat ditambahkan ke dalam susu sebelum fermentasi. Enzim ini akan memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, sehingga orang yang intoleran terhadap laktosa tetap dapat mengonsumsi yogurt. Yogurt Tinggi

Protein: Untuk membuat yogurt dengan kandungan protein lebih tinggi, susu dengan kandungan protein lebih tinggi, seperti susu skim, dapat digunakan, atau penambahan protein susu terisolasi dapat dilakukan. Yogurt Fungsional: Beberapa jenis yogurt diperkaya dengan bahan-bahan fungsional seperti prebiotik (serat pangan) untuk mendukung pertumbuhan bakteri baik dalam pencernaan. Vitamin dan mineral tambahan juga dapat ditambahkan untuk meningkatkan kandungan gizi yogurt.



Gambar 18. Yoghurt

Sumber: <https://www.healthyfood.com/healthy-shopping/how-to-choose-natural-yoghurt/>

## 2. Standar

Pengujian kualitas yogurt sangat penting dalam memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar keamanan, konsistensi, dan kualitas yang diinginkan oleh konsumen. Seiring dengan perkembangan industri pangan dan peningkatan kesadaran konsumen terhadap kualitas produk, teknik pengujian yogurt telah berkembang menjadi lebih kompleks dan canggih. Pengujian ini melibatkan berbagai metode yang mencakup analisis kimia, mikrobiologi, sensorik, tekstur, dan teknik non-destruktif, yang masing-masing memberikan informasi penting mengenai karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi, dan sensorik yogurt.

Teknik-teknik pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas yogurt antara lain: Titrasi untuk Keasaman (Asam Laktat), Gravimetri untuk Kadar Air, Soxhlet Extraction untuk Kadar Lemak, Metode Kjeldahl

untuk Kadar Protein, Total Viable Count (TVC), Uji Patogen Spesifik dengan PCR dan Kultur, Uji Ragi dan Kapang, Uji Rasa dengan Hedonic Scale (Uji Aroma, rasa, tekstur, dan uji penampilan).



Tabel 3. SNI 2981:2009 Yogurt

No	Kriteria uji	Satuan	Yogurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yogurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak	yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1	Keadaan							
1.1	Penampakan	-	cairan kental-padat			cairan kental-padat		
1.2	Bau	-	normal/khas			normal/khas		
1.3	Rasa	-	asam/khas			asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	homogen			homogen		
2	Kadar lemak (b/b)	%	Min 3,0	0,6-2,9	Maks 0,5	Min 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	Min. 8,2			Min. 8,2		
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%	Min 2,7			Min 2,7		
5	Kadar abu (b/b)	%	Maks 1,0			Maks 1,0		
6	Keasaman (dihitung sebagai asam)	%	0,5-2,0			0,5-2,0		

	laktat) (b/b)			
7	Cemaran logam			
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3	Maks. 0,3
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20,0	Maks. 20,0
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks, 0,03	Maks, 0,03
8	Arsen	mg/kg	Maks. 0,1	Maks. 0,1
9	Cemaran mikroba			
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g atau koloni/g	Maks. 10	Maks. 10
9.2	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/25 g	Negatif/25 g
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	Negatif/25 g	Negatif/25 g
10	Jumlah bakteri starter*	Koloni/g	Min. 10 <sup>7</sup>	-

\* sesuai dengan Pasal 2 (istilah dan definisi)

### C. Mentega

Mentega adalah produk yang dihasilkan dari lemak susu, yang diperoleh melalui pemrosesan krim susu. Secara ilmiah, mentega adalah sistem emulsi, di mana lemak susu bertindak sebagai fase kontinu dan air sebagai fase terdispersi. Produk ini memiliki kandungan lemak yang sangat tinggi, sekitar 80–82%, dengan sebagian besar sisanya berupa air (16–18%) dan sejumlah kecil bahan non-lemak lainnya, seperti protein dan mineral.

Secara kimiawi, mentega termasuk dalam kategori emulsi minyak dalam air (water-in-oil emulsion). Dalam mentega, fase lemak berupa globul lemak susu terdispersi dalam fase air. Kualitas emulsi ini, yang melibatkan distribusi globul lemak yang sangat halus, berpengaruh pada tekstur, rasa, dan stabilitas produk akhir. Selain itu, sifat fisik dari mentega, seperti titik leleh dan konsistensi, dipengaruhi oleh komposisi asam lemak, yang meliputi asam lemak jenuh, monounsaturated, dan polyunsaturated.

Mentega digunakan secara luas dalam industri pangan, baik sebagai bahan dasar dalam produk bakery maupun sebagai bahan tambahan dalam masakan karena kandungan lemaknya yang memberikan kelembutan dan rasa yang kaya.

#### 1. Proses Pembuatan Mentega Secara Ilmiah

Proses pembuatan mentega dapat dijelaskan sebagai serangkaian tahapan fisik dan kimia yang menyebabkan peralihan dari bentuk cair krim menjadi bentuk padat mentega yang stabil. Berikut adalah penjelasan ilmiah yang lebih mendalam mengenai tahap-tahap dalam pembuatan mentega:

- **Pemisahan Krim**

Pemisahan krim adalah tahap awal dalam pembuatan mentega, di mana susu segar diproses dengan menggunakan alat pemisah krim (separator) yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memisahkan krim dari susu. Susu memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan krim, yang mengandung lebih banyak lemak. Krim yang terpisah mengandung sekitar 30-40% lemak susu, sedangkan susu biasa hanya mengandung sekitar 3-4% lemak.

- Pada tingkat molekuler, pemisahan krim ini melibatkan perbedaan dalam gaya tarik antar molekul lemak dan air dalam krim dan susu. Lemak

(trigliserida) yang memiliki densitas lebih rendah terpisah secara efisien, sedangkan sisa cairan (air dan protein) tetap berada dalam fase susu.

- **Pasteurisasi**

Setelah krim dipisahkan, tahap selanjutnya adalah pasteurisasi, yang bertujuan untuk membunuh patogen dan memperpanjang umur simpan produk. Pasteurisasi dilakukan pada suhu sekitar 80-85°C selama 15-30 menit. Proses ini mempengaruhi struktur protein susu, terutama kasein, dengan membuatnya lebih mudah berinteraksi dengan air dan lemak selama tahap pengadukan selanjutnya.

Secara kimiawi, pasteurisasi juga berfungsi untuk mendekomposisi sebagian asam lemak bebas yang mungkin telah terbentuk dalam krim, sehingga mengurangi bau tengik dan memperbaiki rasa produk akhir. Pasteurisasi tidak hanya menghilangkan mikroorganisme berbahaya tetapi juga mengatur proses pembentukan emulsi dengan cara mengubah sifat fisik dan kimia krim.

- **Churning (Pengadukan)**

Tahap ini adalah inti dari proses pembuatan mentega. Krim yang telah dipasteurisasi dimasukkan ke dalam mesin churn, di mana krim diputar pada kecepatan tinggi. Proses pengadukan ini menghasilkan pemisahan butiran-butiran lemak dari air dalam krim, menghasilkan emulsi air dalam minyak (water-in-oil). Setelah beberapa waktu, lemak terakumulasi menjadi massa padat yang kita kenal sebagai mentega, sementara air dan komponen lainnya terpisah sebagai buttermilk.

Secara ilmiah, pengadukan menyebabkan penggumpalan lemak (trigliserida) dan perubahan distribusi partikel lemak dalam media cair. Proses ini juga menyebabkan gangguan pada struktur protein susu, yang memfasilitasi pembentukan jaringan lemak yang lebih kohesif. Hal ini penting untuk stabilitas emulsi dan tekstur akhir mentega. Selain itu, proses ini juga membantu menghilangkan sebagian air yang terperangkap dalam massa lemak, yang meningkatkan ketahanan mentega.

- **Pencucian dan Pemurnian**

Setelah terbentuk, mentega dicuci untuk menghilangkan buttermilk yang tertinggal dan mengurangi kadar air dalam mentega. Pencucian dilakukan dengan air dingin untuk memisahkan air yang masih terperangkap dalam mentega dan mengurangi kandungan asam lemak bebas yang dapat memengaruhi rasa dan stabilitas. Pada tahap ini, mentega yang dihasilkan lebih padat dan lebih stabil dalam jangka panjang.

Dari perspektif kimia, pencucian ini juga bertujuan untuk mengurangi pengaruh reaksi hidrolisis yang dapat menghasilkan asam lemak bebas yang berpotensi merusak rasa mentega. Pencucian ini sangat penting untuk menjaga kestabilan emulsi dalam mentega yang akan disimpan dalam waktu lama.

- **Pengemasan dan Penyimpanan**

Pada akhirnya, mentega yang telah dicuci dan diproses dimasukkan ke dalam kemasan dan disimpan pada suhu dingin (sekitar 4–5°C). Penyimpanan dalam suhu dingin mencegah pemisahan lemak dan air serta memperlambat proses pembusukan mikroba.

Secara ilmiah, mentega yang disimpan pada suhu rendah tetap mempertahankan kestabilan fasa lemak dan air yang membentuk emulsi. Penurunan suhu ini juga memperlambat aktivitas enzim lipase yang dapat menyebabkan degradasi lemak dan peningkatan asam lemak bebas.



Gambar 19. Mentega

Sumber:

<https://chilli.norushcharge.com/nutrition/foods/butter>

## 2. Standar

Tabel 4. SNI 01-3744-1995. Mentega

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan:		
1.1.	Bau		Normal
1.2.	Rasa		Normal
1.3.	Penampakan pada suhu dibawah 30°C		Normal
2	Air	% b/b	Maks. 16,0
3	Lemak susu	% b/b	Min. 80,0
4	Asam lemak bebas sebagai asam butirat	% b/b	Maks. 0,5
5	Bilangan Reichert Meissel		23-32
6	Bilangan Polenske		1,6-3,5
7	Garam dapur (NaCl)	% b/b	Maks. 4
8	Bahan tambahan makanan	-	Sesuai SNI 01-0222-1995 dan Peraturan Men. Kes No. 722/Men.Kes/Per/IX/88
9	Cemaran logam	mg/kg	
9.1	Besi (Fe)	mg/kg	Maks. 1,5
9.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 0,1
9.3	Timabl (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1
9.4	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0
9.5	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
9.6	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250
10	Arsen (AS)	mg/kg	Maks. 0,1
11	Cemaran mikroba	mg/kg	Maks. 1,0 x 10 <sup>2</sup>
11.1	Saureus	Koloni/g	Negatif
11.2	Salmonella	Koloni/100g	

#### D. Susu Kental Manis

Susu Kental Manis (SKM) adalah produk olahan susu yang dihasilkan melalui proses penguapan sebagian besar kandungan air dari susu segar, diikuti dengan penambahan gula untuk memberikan rasa manis yang khas. SKM memiliki konsistensi yang lebih kental dan padat dibandingkan susu cair biasa, serta kadar air yang rendah, yang memungkinkan produk ini memiliki umur simpan yang lebih lama tanpa memerlukan pendinginan yang ketat.

Secara teknis, SKM dibuat dengan menggunakan susu sapi yang telah dipasteurisasi untuk membunuh mikroorganisme patogen dan menghentikan aktivitas enzim yang dapat merusak produk. Selama proses pembuatan, sebagian air dari susu akan diuapkan menggunakan teknik penguapan vakum pada suhu rendah untuk menghasilkan konsentrat susu. Gula sukrosa kemudian ditambahkan ke dalam konsentrat susu ini untuk memberikan rasa manis dan meningkatkan viskositas produk. Produk akhir ini biasanya memiliki kadar air sekitar 25%–40%, dan kadar gula yang sangat tinggi, yang memberikan rasa manis dan tekstur yang kental (Hess, 2003)



Gambar 20. Susu kental/ evaporasi

Sumber: <https://ar.inspiredpencil.com/pictures-2023/evaporated-milk-dry-milk>

SKM tidak hanya digunakan sebagai pemanis untuk kopi dan teh, tetapi juga menjadi bahan penting dalam pembuatan berbagai jenis makanan penutup, kue, dan makanan lainnya. Penggunaan SKM meluas di banyak negara, terutama di Asia

Tenggara, karena kemudahan penyimpanannya dan kemampuannya untuk menambah rasa pada berbagai jenis makanan (Fang et al., 2023) Dalam hal kandungan nutrisi, SKM kaya akan energi karena tingginya kadar gula dan lemak, namun juga mengandung protein, kalsium, dan fosfor yang diperoleh dari susu. Meskipun memiliki nilai gizi yang tinggi, SKM harus dikonsumsi dalam jumlah yang wajar karena kandungan gula dan lemaknya yang tinggi (Bodyfelt et al., 2008).

1. Cara Pembuatan:

Pembuatan Susu Kental Manis (SKM) melibatkan serangkaian tahapan yang sangat penting untuk menghasilkan produk dengan tekstur kental, rasa manis yang khas, serta kestabilan yang baik. Proses pembuatan ini mencakup pengolahan bahan baku susu, penguapan air, penambahan gula, serta proses pengemasan yang mengarah pada produk akhir yang berkualitas. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai cara pembuatan SKM:

- Pemilihan Bahan Baku

Proses pembuatan SKM dimulai dengan pemilihan bahan baku yang berkualitas tinggi, yaitu susu segar yang bebas dari kontaminan dan mikroorganisme patogen. Susu yang digunakan dapat berupa susu segar atau susu bubuk, tergantung pada metode pembuatan dan skala produksi. Selain susu, bahan tambahan lainnya yang digunakan adalah gula sukrosa, lemak susu (terutama lemak susu anhidrat atau AMF), dan kadang-kadang susu skim bubuk untuk meningkatkan rasa dan kualitas (Hess, 2003).

Susu Segar: Susu sapi segar yang memiliki kandungan lemak dan protein yang optimal. Gula Sukrosa: Gula ini digunakan untuk memberikan rasa manis dan meningkatkan viskositas produk. Bahan Pengemulsi: Beberapa produsen juga menambahkan bahan pengemulsi untuk meningkatkan stabilitas produk dan menghindari pemisahan lemak (Nyanzi et al., 2021).

- Proses Pasteurisasi

Setelah bahan baku dipilih, langkah berikutnya adalah pasteurisasi susu untuk menghilangkan mikroorganisme patogen dan mengurangi jumlah bakteri yang ada, sekaligus menghentikan aktivitas

enzim yang bisa merusak produk. Pasteurisasi dilakukan dengan cara memanaskan susu pada suhu tinggi, sekitar 85°C-90°C, selama beberapa menit (biasanya 5-10 menit). Tujuan pasteurisasi adalah untuk memastikan keamanan produk tanpa merusak kualitas dan rasa susu (Bodyfelt et al., 2008).

Keuntungan: Pasteurisasi membantu membunuh patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan memperpanjang umur simpan SKM. Kelemahan: Proses ini dapat sedikit mengurangi kandungan nutrisi susu, seperti vitamin yang sensitif terhadap panas.

- Penguapan untuk Menghilangkan Air

Setelah pasteurisasi, susu kemudian mengalami tahap penguapan untuk menghilangkan sebagian besar kandungan air dalam susu. Proses ini menggunakan evaporator vakum, yang memungkinkan penguapan air pada suhu rendah, sehingga susu tidak terdegradasi oleh panas yang tinggi. Penguapan dilakukan pada suhu sekitar 60°C-70°C, di bawah tekanan vakum, untuk menghindari kerusakan komponen-komponen gizi penting.

Keuntungan: Penguapan dapat mengurangi volume susu dengan efisien, menghasilkan konsentrat susu yang lebih kental dan meningkatkan stabilitas produk. Kelemahan: Proses ini harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah kehilangan nutrisi penting dan perubahan rasa yang tidak diinginkan. Pada tahap ini, kandungan air dalam susu dikurangi sekitar 50%-70%, menghasilkan produk susu dengan konsistensi yang lebih kental.

- Penambahan Gula Sukrosa

Setelah susu mencapai konsistensi yang diinginkan, gula sukrosa ditambahkan ke dalam konsentrat susu untuk memberikan rasa manis yang khas pada SKM. Penambahan gula juga berfungsi untuk meningkatkan viskositas produk dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme karena kandungan gula yang tinggi akan menghambat aktivitas mikroba (Bodyfelt et al., 2008).

Proporsi Gula: Jumlah gula yang ditambahkan

bervariasi tergantung pada jenis SKM yang ingin diproduksi. Pada umumnya, sekitar 40%–50% berat akhir SKM terdiri dari gula sukrosa. Proses Penambahan: Gula dicampurkan dengan konsentrat susu dalam proses pengadukan yang merata, memastikan bahwa gula larut sepenuhnya dan tidak ada gumpalan gula yang terbentuk dalam produk akhir.

- Homogenisasi

Setelah penambahan gula, SKM mengalami proses homogenisasi, di mana campuran susu dan gula diolah menggunakan mesin homogenizer. Homogenisasi adalah proses fisik yang bertujuan untuk mendispersikan lemak susu secara merata dalam produk dan mencegah pemisahan antara lemak dan cairan. Dengan menggunakan tekanan tinggi, homogenisasi menghasilkan tekstur yang lebih halus dan stabil (Wang et al., 2024).

Keuntungan: Homogenisasi meningkatkan stabilitas dan konsistensi produk akhir, serta membuat produk lebih halus dan lembut. Kelemahan: Proses ini memerlukan peralatan khusus yang mahal dan membutuhkan energi untuk menjalankan mesin homogenizer.

- Pendinginan

Setelah gula tercampur rata dan homogenisasi selesai, produk susu kental manis kemudian didinginkan dengan cepat. Proses pendinginan bertujuan untuk menghentikan reaksi kimia atau aktivitas mikroorganisme yang mungkin masih ada, serta memperlambat proses fermentasi.

Keuntungan: Pendinginan menjaga kualitas rasa dan mencegah pertumbuhan mikroba, yang penting untuk umur simpan produk. Kelemahan: Pendinginan harus dilakukan dengan cepat untuk menjaga tekstur dan kualitas rasa produk akhir.

- Pengemasan

Proses terakhir dalam pembuatan SKM adalah pengemasan. Setelah didinginkan, SKM dikemas dalam wadah kedap udara seperti kaleng, botol

plastik, atau karton untuk memastikan produk tetap aman, bebas dari kontaminasi, dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Keuntungan: Pengemasan kedap udara memperpanjang umur simpan SKM dan mencegah kontaminasi dari udara atau mikroorganisme eksternal. Kelemahan: Proses pengemasan harus dilakukan dengan sangat hati-hati agar tidak merusak produk dan menjaga produk tetap bersih. Pada tahap pengemasan, produk biasanya diberi label yang mencantumkan tanggal kedaluwarsa, informasi nutrisi, dan petunjuk penggunaan.

- Penyimpanan dan Distribusi

Setelah pengemasan, SKM disimpan di gudang dengan suhu yang sesuai untuk menjaga kualitasnya sebelum didistribusikan ke pasar. Proses distribusi dilakukan dengan memastikan produk tetap berada dalam kondisi yang baik dan dapat dijual ke konsumen dalam keadaan segar.

Keuntungan: Penyimpanan dan distribusi yang tepat menjaga kualitas SKM sampai tiba di tangan konsumen. Kelemahan: Produk yang tidak disimpan dengan benar dapat mengalami perubahan rasa atau penurunan kualitas.

2. Standar:  
Standar mutu SKM tertera pada tabel 5.

Tabel 5. SNI 2971:2011. Susu kental manis

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan			
			Susu kental manis	Susu skim kental manis	Susu skim Sebagian kental manis	Susu kental manis tinggi lemak
1	Keadaan					
1.1	Bau	-	Normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)
1.2	Rasa	-	Normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)	Normal (sesuai label)
2	Kadar air	% b/b	20-30	20-30	20-30	20-30
3	Lemak	% b/b	min. 8	maks. 1	1-8	min. 16
4	Protein (Nx6,38)	% b/b	min. 6,5*/ min. 6,0**	min. 7,8	min. 6,8	min. 4,8
5	Total gula dihitung sebagai sakarosa	% b/b	43-48	43-48	43-48	43-48
6	Padatan susu	% b/b	min. 28	min. 24	min. 24	min. 30
7	Cemaran logam					
7.1	Timbal (Pb)****	mg/kg	Maks. 0,02	Maks. 0,02	Maks. 0,02	Maks. 0,02
7.2	Timah (Sn)	mg/kg	maks.40,0/	maks.40,0/	maks.40,0/	maks.40,0/

			250,0***	250,0***	250,0***	250,0***
7.3	Merkuri (Hg)****	mg/kg	maks.0,03	maks.0,03	maks.0,03	maks.0,03
8	Arsen (As)****	mg/kg	maks.0,1	maks.0,1	maks.0,1	maks.0,1
9	Cemaran mikroba					
9.1	Angka lempeng total (ALT)	Koloni/g	maks.1x10 <sup>4</sup>	maks.1x10 <sup>4</sup>	maks.1x10 <sup>4</sup>	maks.1x10 <sup>4</sup>
9.2	Bakteri coliform	APM/g atau koloni/g	maks. 10	maks. 10	maks. 10	maks. 10
9.3	Salmonella	-	negatif/25 g	negatif/25 g	negatif/25 g	negatif/25 g
9.4	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	maks.1x10 <sup>2</sup>	maks.1x10 <sup>2</sup>	maks.1x10 <sup>2</sup>	maks.1x10 <sup>2</sup>
9.5	Kapang dan khamir	koloni/g	maks.2x10 <sup>2</sup>	maks.2x10 <sup>2</sup>	maks.2x10 <sup>2</sup>	maks.2x10 <sup>2</sup>
<p>* untuk produk susu kental manis tanpa penambahan perisa  ** untuk produk susu kental manis dengan penambahan perisa  *** untuk kemasan kaleng  **** dihitung terhadap produk siap konsumsi</p>						

## E. Susu Bubuk

Susu bubuk adalah produk susu yang diperoleh dari hasil pengeringan susu cair dengan cara menguapkan hampir seluruh kandungan air di dalamnya hingga kadar airnya mencapai sekitar 2–5% (Tamime, 2009). Pengurangan kadar air ini bertujuan untuk memperpanjang umur simpan susu, karena aktivitas air yang rendah menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat reaksi kimia yang dapat menyebabkan kerusakan produk (Walstra et al., 2005). Proses pengeringan susu menjadi bubuk ini pertama kali dikembangkan secara komersial pada abad ke-19, dengan metode drum drying, yang kemudian digantikan oleh spray drying karena dinilai lebih efisien dan menghasilkan kualitas produk yang lebih baik (McSweeney & Fox, 2013).

Spray drying merupakan metode yang paling umum digunakan saat ini, di mana susu cair disemprotkan ke dalam ruang pengering yang berisi udara panas, sehingga tetesan kecil susu tersebut mengalami penguapan cepat dan berubah menjadi partikel bubuk halus (Fellows, 2022). Metode ini mampu menjaga stabilitas termal dari komponen susu, terutama protein dan laktosa, serta mempertahankan sifat fungsionalitasnya meskipun beberapa vitamin, seperti vitamin C dan vitamin B kompleks, dapat terdegradasi akibat suhu tinggi (H. D. Goff & Griffiths, 2006).

Susu bubuk yang dihasilkan memiliki keunggulan dalam hal efisiensi transportasi dan penyimpanan, karena volumenya lebih kecil dan tidak memerlukan rantai pendingin seperti susu cair. Produk ini juga memiliki kegunaan yang luas, baik untuk konsumsi langsung setelah dilarutkan kembali dalam air, maupun sebagai bahan baku dalam industri makanan dan minuman seperti roti, kue, coklat, dan es krim (Tamime, 2009).

Komposisi gizi susu bubuk bervariasi tergantung jenisnya, seperti susu bubuk full cream yang mengandung kadar lemak sekitar 26–28%, sedangkan susu bubuk skim memiliki kadar lemak sangat rendah, kurang dari 1.5%, tetapi kandungan proteinnya tetap tinggi, yaitu sekitar 34% (Walstra et al., 2005). Selain itu, dalam proses produksinya, beberapa susu bubuk juga difortifikasi dengan tambahan vitamin dan mineral, seperti vitamin D dan kalsium, untuk meningkatkan nilai gizinya sesuai kebutuhan konsumen (Alimentarius, 1999).

Secara hukum, produksi dan peredaran susu bubuk diatur oleh standar mutu yang ditetapkan oleh badan pengawas pangan di berbagai negara. Di Indonesia, susu bubuk diatur oleh SNI 01-

1970-2006 tentang Susu Bubuk, yang menetapkan berbagai parameter seperti kadar air maksimum, kadar lemak, kadar protein, dan batas cemaran mikrobiologis (Indonesia, 2006). Standar internasional seperti Codex Alimentarius juga memberikan pedoman global untuk memastikan keamanan, kualitas, dan labelisasi susu bubuk yang beredar di pasaran (Standard, 1999).

1. Cara Pembuatan:

- Penerimaan Susu dan Pengujian Kualitas Awal  
Susu segar yang diperoleh dari peternakan sapi diperiksa secara fisik (warna, bau, rasa), kimia (kadar lemak, protein, laktosa), dan mikrobiologi (jumlah bakteri total, coliform, Salmonella) untuk memastikan sesuai standar industry (Tamime, 2009). Kualitas susu sangat menentukan mutu akhir susu bubuk. Bila ada kontaminasi mikroba berlebih atau residu antibiotik, susu akan ditolak karena dapat memengaruhi keamanan pangan dan stabilitas produk (Walstra et al., 2005).
- Standarisasi Susu (Penyesuaian Komposisi)  
Standarisasi lemak dan protein dilakukan untuk mendapatkan komposisi sesuai produk akhir: Susu bubuk full cream → lemak disesuaikan sekitar 26–28%. Susu bubuk skim → lemak dikurangi menjadi <1.5%. Proses ini melibatkan separator (alat pemisah krim) untuk mengurangi atau menambah kandungan lemak (McSweeney & Fox, 2013).
- Pasteurisasi (Sterilisasi Awal)  
Pasteurisasi suhu tinggi waktu singkat (HTST) diterapkan: Suhu: 72–75°C, Waktu: 15–20 detik Tujuannya adalah membunuh mikroorganisme patogen seperti *Listeria*, *E. coli*, dan *Salmonella*, serta menginaktivasi enzim perusak (misalnya, lipase yang menyebabkan ketengikan) (Fellows, 2022). Pasteurisasi ini menjaga kualitas organoleptik (rasa dan aroma) serta stabilitas protein susu.
- Evaporasi (Pengurangan Kandungan Air Awal)  
Setelah pasteurisasi, susu dialirkan ke dalam evaporator vakum untuk mengurangi kadar air dari sekitar 87% menjadi 40–50%. Mengapa vakum? Tekanan rendah (sekitar 70–90 kPa) memungkinkan

air mendidih di suhu 55–65°C, sehingga nutrisi seperti protein dan vitamin tidak rusak (H. D. Goff & Griffiths, 2006). Evaporasi ini mengurangi beban proses pengeringan selanjutnya, karena semakin rendah kadar air, semakin sedikit energi yang dibutuhkan di tahap spray drying.

- Spray Drying (Pengeringan Utama)

Spray drying adalah inti dari proses pembuatan susu bubuk. Tahapannya: 1) Konsentrat susu disemprotkan menggunakan nozzle tekanan tinggi (sekitar 150–250 bar) ke dalam ruang pengering berbentuk silinder (Tamime, 2009). 2) Udara panas dialirkan ke ruang pengering pada suhu 180–200°C di bagian atas (inlet), sedangkan suhu di bagian bawah (outlet) sekitar 80–90°C untuk mencegah pembakaran partikel susu (Walstra et al., 2005). 3) Tetesan susu halus yang disemprotkan bertemu dengan udara panas, sehingga air langsung menguap dalam hitungan detik, meninggalkan partikel kering berbentuk bubuk.

Keuntungan spray drying: Cepat (sekitar 5–30 detik per partikel), Partikel bubuk seragam, Nutrisi protein dan laktosa tetap stabil karena suhu yang diterima partikel susu relatif rendah akibat pendinginan evaporatif. Kerugian: Vitamin sensitif panas (misalnya, vitamin C, B1) dapat mengalami degradasi Sebagian (Fellows, 2022). Oleh sebab itu, fortifikasi vitamin dilakukan setelah pengeringan.

- Agglomeration (Opsional untuk Susu Bubuk Instan)

Setelah spray drying, agglomeration (penggumpalan partikel kecil menjadi butiran lebih besar) dilakukan untuk: Meningkatkan daya larut (susu bubuk instan lebih mudah larut dalam air), Memperbaiki flowability (kemudahan aliran bubuk saat dituang). Prosesnya: Bubuk halus disemprot ulang dengan uap air atau larutan air dalam ruang penggumpalan, sehingga partikel kecil melekat membentuk granul lebih besar (Tamime, 2009).

- Pendinginan dan Pengemasan

Bubuk dikirim ke fluidized bed cooler, di mana

udara dingin dialirkan untuk mendinginkan susu bubuk hingga suhu sekitar 30–40°C, mencegah kondensasi uap air dari udara lingkungan. Pengemasan kedap udara (misalnya, kaleng logam atau kantong aluminium foil) dilakukan untuk: Melindungi dari kelembapan (yang bisa menyebabkan penggumpalan), Mencegah oksidasi lemak (yang bisa menimbulkan bau tengik), Menghindari kontaminasi mikroba dan cahaya (yang merusak vitamin A, D, E, K).



Gambar 21. Susu bubuk

Sumber: <https://www.organicfacts.net/powdered-milk.html>

## 2. Standar

- Standar Nasional Indonesia  
Di Indonesia, mutu susu bubuk diatur oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) melalui SNI 01-2970-2006. Standar ini mencakup parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi, di antaranya:

Tabel 6. SNI 01-2970-2006

Parameter	Full Cream	Skim
Kadar air maksimum	5%	5%
Kadar lemak minimum	26%	≤1.5%
Kadar protein minimum	24%	34%
Kadar abu maksimum	8%	8.5%
Angka lempeng total (TPC)	Maks. 50.000 koloni/gram	Maks. 50.000 koloni/gram

Coliform	Negatif per gram	Negatif per gram
Salmonella	Negatif per 25 gram	Negatif per 25 gram
Logam berat (Pb)	Maks. 0.02 mg/kg	Maks. 0.02 mg/kg
Aflatoksin M1	Maks. 0.5 ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Maks. 0.5 ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

Catatan:

Kadar air rendah mencegah pertumbuhan mikroba.

Lemak dan protein disesuaikan dengan jenis susu bubuk (full cream vs skim).

Aflatoksin M1 adalah toksin dari kontaminasi pakan sapi, harus dikontrol karena berbahaya bagi kesehatan.

- Standar Internasional Codex Alimentarius Codex Alimentarius, yang dikelola oleh FAO/WHO, menetapkan standar global untuk keamanan dan kualitas pangan, termasuk susu bubuk. Beberapa parameter penting:

Tabel 7. CODEX STAN 207-1999

Parameter	Full Cream	Skim
Kadar airmaksimum	5%	5%
Kadar lemak minimum	26–42%	Maks. 1.5%
Kadar protein minimum	Tidak kurang dari 24% (basis bebas lemak)	Tidak kurang dari 34% (basis kering)
Aflatoksin M1	Maks. 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maks. 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Salmonella	Negatif per 25 gram	Negatif per 25 gram
Coliform	Negatif per gram	Negatif per gram
Logam berat (Pb)	Maks. 0.02 mg/kg	Maks. 0.02 mg/kg

Codex juga mengatur labelisasi, seperti: Pernyataan jenis susu (skim, full cream, fortified). Kandungan nutrisi, bahan tambahan, dan petunjuk penggunaan. Parameter Tambahan (Organoleptik dan Fungsional) Selain uji kimia dan mikrobiologi, karakteristik organoleptik dan fungsionalitas juga menjadi bagian standar mutu: Warna: Putih hingga krem kekuningan (tergantung kadar lemak). Aroma: Khas susu, bebas bau tengik atau asing. Tekstur: Bubuk halus hingga granular, bebas dari gumpalan

atau kontaminan. Kelarutan: Mudah larut dalam air hangat tanpa meninggalkan residu atau gumpalan. Stabilitas oksidatif: Diuji untuk menghindari ketengikan lemak selama penyimpanan.

Pengujian Kualitas: Metode uji kadar air: Oven pengering vakum pada suhu 102–105°C. Metode uji lemak: Ekstraksi Soxhlet atau Gerber method. Uji protein: Metode Kjeldahl untuk nitrogen total (dikalikan faktor 6.38). Uji mikroba: Total Plate Count (TPC), MPN Coliform, dan isolasi Salmonella. Aflatoksin M1: Uji ELISA atau HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

## F. Es Krim

Es krim adalah produk makanan beku yang terbuat dari campuran bahan dasar seperti susu, krim, gula, dan bahan tambahan lainnya, yang dikombinasikan melalui proses pembekuan untuk menghasilkan tekstur yang lembut, rasa yang kaya, serta stabilitas yang baik. Secara teknis, es krim adalah suspensi dari partikel lemak dalam air yang disatukan oleh bahan pengemulsi, yang dikendalikan dengan proses pengadukan selama pembekuan. Es krim memiliki kandungan lemak yang bervariasi, tetapi umumnya mengandung lebih dari 10% lemak susu dalam komposisinya, memberikan tekstur yang halus dan rasa yang lezat.

Komposisi bahan utama es krim mencakup susu dan krim sebagai sumber lemak, protein, dan karbohidrat. Gula berfungsi sebagai pemanis utama, sementara bahan tambahan seperti perisa, pewarna, dan stabilizer berperan penting dalam meningkatkan kualitas tekstur, rasa, dan daya simpan produk. Es krim juga dapat mencakup bahan tambahan seperti kacang, buah, coklat, atau bahan lain untuk menciptakan variasi rasa yang lebih beragam. Produk ini dibedakan dari produk beku lainnya, seperti sorbet atau gelato, melalui kandungan susu yang lebih tinggi serta cara pengolahan yang lebih intensif untuk mencapai tekstur yang lebih lembut dan creamy.

### 1. Proses Pembuatan Es Krim

Pembuatan es krim merupakan proses yang melibatkan beberapa tahap teknis yang kompleks, dengan tujuan untuk mendapatkan tekstur yang halus, rasa yang konsisten, dan

daya simpan yang baik. Berikut adalah penjelasan lebih mendalam mengenai tiap tahap dalam pembuatan es krim:

- **Pemilihan dan Persiapan Bahan Baku**

Bahan-bahan utama yang digunakan dalam pembuatan es krim adalah susu segar, krim, gula, dan bahan tambahan lainnya, seperti stabilizer, emulsifier, dan perisa. Pemilihan bahan yang berkualitas sangat penting karena dapat mempengaruhi rasa, tekstur, dan kualitas keseluruhan produk akhir. Susu segar dan krim memberikan lemak dan padatan susu yang diperlukan untuk mencapai tekstur yang lembut, sementara gula memberikan rasa manis sekaligus berfungsi untuk menurunkan titik beku campuran. Dalam pembuatan es krim, kualitas bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil akhir. Oleh karena itu, bahan-bahan seperti perisa alami dan bahan tambahan lainnya harus dipilih dengan hati-hati untuk memenuhi standar kualitas.

- **Pasteurisasi**

Pasteurisasi adalah tahap pemanasan campuran bahan baku pada suhu sekitar 85°C selama 30 menit (atau pada suhu yang lebih tinggi dalam waktu yang lebih singkat, sekitar 95°C selama 5 menit). Proses ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk dan berpotensi membahayakan kesehatan konsumen. Selain itu, pasteurisasi juga melarutkan gula dan bahan lainnya, serta mengubah protein dalam susu menjadi bentuk yang lebih stabil, yang penting untuk menciptakan tekstur yang baik. Pasteurisasi juga berfungsi untuk meningkatkan konsistensi rasa dan memastikan keamanan pangan.

- **Homogenisasi**

Setelah pasteurisasi, campuran bahan baku didinginkan dengan cepat, lalu diproses lebih lanjut melalui homogenisasi. Homogenisasi adalah proses untuk mengurangi ukuran partikel lemak dalam campuran, agar lemak tersebar merata dan tidak terpisah. Ini juga berfungsi untuk mencegah pembentukan lapisan krim yang terpisah dari campuran susu. Penggunaan mesin homogenizer yang

bertekanan tinggi mampu menciptakan ukuran partikel lemak yang sangat kecil, menghasilkan tekstur yang lebih halus dan stabil. Proses homogenisasi memastikan bahwa lemak susu yang ada di dalam campuran terdispersi secara merata, menghasilkan tekstur es krim yang lebih creamy.

- Pengadukan dan Pembekuan

Proses pengadukan dan pembekuan merupakan tahap kunci dalam pembuatan es krim, di mana campuran es krim didinginkan sambil terus-menerus diaduk. Mesin pembuat es krim berfungsi untuk menambahkan udara ke dalam campuran (disebut overrun) selama proses pembekuan. Proses pengadukan yang konstan mencegah pembentukan kristal es besar yang bisa merusak tekstur es krim. Overrun mengacu pada volume udara yang tercampur ke dalam es krim selama proses pembekuan, yang memberikan es krim kelembutan dan kehalusan yang diinginkan. Sebagai hasilnya, es krim dengan overrun yang tepat akan memiliki tekstur ringan, halus, dan tidak terlalu padat. Idealnya, overrun berada pada kisaran 20-50%, tergantung pada jenis dan preferensi produk.

- Pembekuan dan Penyimpanan

Setelah proses pengadukan selesai, es krim kemudian dibekukan lebih lanjut pada suhu yang sangat rendah, biasanya antara  $-18^{\circ}\text{C}$  hingga  $-25^{\circ}\text{C}$ , untuk mencapai konsistensi yang diinginkan. Pembekuan yang cepat dan merata sangat penting untuk mencegah pembentukan kristal es yang besar, yang dapat merusak kualitas tekstur es krim. Setelah pembekuan selesai, es krim disimpan pada suhu  $-18^{\circ}\text{C}$  atau lebih rendah untuk menjaga kualitas dan mencegah es krim mencair dan membeku ulang, yang dapat memengaruhi teksturnya.



Gambar 22. Es krim

Sumber:

<https://www.liputan6.com/hot/read/5307003/15-cara-membuat-es-cream-rumahan-sederhana-tak-perlu-banyak-bahan>

## 2. Standar

Tabel 8. SNI 3713:2018 tentang Es krim

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Total padatan	Fraksi massa, %	Min. 31
3	Lemak	Fraksi massa, %	Min 5,0
4	Protein	Fraksi massa, %	Min. 2,7
5	Cemaran logam berat		
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,02*)
5.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,05*)
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0*)
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,02*)
6	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,10*)
7	Cemaran mikroba		Lihat tabel 2
Catatan: *) dihitung terhadap produk siap konsumsi			

Tabel 9. Kriteria mikrobiologi es krim

No	Jenis cemaran mikroba	n	c	m	M
1	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	10 koloni/g	10 <sup>2</sup> koloni/g
2	<i>Salmonella</i>	5	0	Negatif/25 g	NA
3	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	10 <sup>2</sup> koloni/g	NA

**CATATAN**

- **n** : jumlah sampel yang diambil dan dianalisis
- **c**: jumlah maksimum sampel yang boleh melampaui batas mikroba untuk menentukan keberterimaan suatu produk pangan
- **m, M**: batas mikroba
- **NA**: *Not Applicable*

## BAB VII. PRODUSEN SUSU

### A. Produsen susu tingkat industri

Berikut adalah beberapa perusahaan susu di Indonesia dan dunia beserta produk mereka, lokasi, keunggulan, dan link website:

#### 1. PT Frisian Flag Indonesia



Frisian Flag merupakan salah satu merek susu terbesar di Indonesia yang berada di bawah naungan FrieslandCampina, perusahaan susu multinasional asal Belanda.

- Produk: Susu UHT, Susu Kental Manis, Susu Bubuk, Yogurt.
- Lokasi: Jl. Raya Bogor KM 5, Pasar Rebo, Jakarta Timur, Indonesia 13760.
- Keunggulan: Menggunakan teknologi produksi dari Belanda dan menawarkan produk susu dengan kandungan nutrisi yang terjaga untuk berbagai usia.
- Website: <https://www.frisianflag.com/>

#### 2. PT Greenfields Indonesia



<https://greenfieldsdairy.com/produk>

- Produk: Susu Segar, Keju, Yogurt.
- Lokasi: Malang, Jawa Timur, Indonesia.
- Keunggulan: Memiliki peternakan sapi perah

modern dengan standar internasional, menyediakan susu segar berkualitas tinggi dengan proses produksi yang terintegrasi dari peternakan hingga distribusi.

- Website: <https://greenfieldsdairy.com/tentang-greenfields>

### 3. PT Indolakto (Indomilk)



- Produk: Susu Segar, Susu Kental Manis, Susu Bubuk, Yogurt, Es Krim.
- Lokasi: Jakarta, Indonesia.
- Keunggulan: Indolakto merupakan bagian dari Indofood, menyediakan produk susu dengan harga terjangkau dan distribusi luas di seluruh Indonesia.
- Website: <https://www.indomilk.com/id/>

### 4. PT Ultrajaya Milk Industry



- Produk: Susu UHT, Susu Segar, Teh Kemasan, Minuman Fermentasi.
- Lokasi: Bandung, Jawa Barat, Indonesia.
- Keunggulan: Pemimpin dalam teknologi pengolahan susu UHT di Indonesia dan terkenal dengan proses pasteurisasi modern yang

menjaga kualitas susu.

- Website: <https://www.ultrajaya.co.id/>
5. Danone Indonesia



- Produk: Susu Bayi (Sarihusada), Susu UHT, Yogurt (Activia, Actimel).
- Lokasi: Jakarta, Indonesia (dengan berbagai pabrik di seluruh dunia).
- Keunggulan: Merupakan bagian dari grup Danone global, terkenal dengan komitmennya terhadap kesehatan melalui nutrisi susu yang terjangkau dan kualitas internasional.
- Website: <https://danone.co.id/danone-specialized-nutrition-indonesia/>

6. Nestlé S.A.



- Produk: Susu Bayi (Nan, Lactogen), Susu Bubuk (Dancow), Susu Kental Manis, Susu UHT.
- Lokasi: Vevey, Swiss.
- Keunggulan: Nestlé merupakan salah satu





9. Parmalat S.p.A.

- Produk: Susu UHT, Keju, Yogurt, Mentega, Susu Bayi.
- Lokasi: Collecchio, Italia.
- Keunggulan: Parmalat memiliki fokus kuat pada inovasi produk susu dengan umur simpan panjang, terutama di sektor susu UHT.
- Website: <https://www.lactalis-international.com/en/parmalat/>



10. Lactalis Group

- Produk: Susu Segar, Keju, Yogurt, Susu Kental Manis.
- Lokasi: Laval, Prancis.
- Keunggulan: Lactalis adalah salah satu produsen keju terbesar di dunia dan beroperasi di berbagai negara, menawarkan produk-produk susu premium dan berkualitas tinggi.
- Website: <https://www.lactalis.com/en/le-groupe-lactalis/>

B. Produsen susu skala UMKM

Berikut adalah beberapa contoh perusahaan susu skala UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) di Indonesia beserta

produk mereka, lokasi, keunggulan, dan link website jika tersedia:

1. Koperasi Susu SAE Pujon

- Produk: Susu Segar Pasteurisasi, Yogurt, Keju.
- Lokasi: Jl. Brigjen Abdul Manan Wijaya 15 Pujon Batu · 53 km
- Keunggulan: Koperasi ini memproduksi susu segar dan olahan susu berkualitas dari peternakan lokal, dengan proses yang menjaga kesegaran dan kandungan nutrisi. Fokus pada keberlanjutan dan pengembangan ekonomi peternak setempat.



2. Susu KPBS Pangalengan

- Produk: Susu Segar, Susu Pasteurisasi, Yogurt, Keju.
- Lokasi: Pangalengan, Bandung, Jawa Barat.
- Keunggulan: KPBS (Koperasi Peternak Bandung Selatan) adalah salah satu koperasi peternak susu terbesar di Jawa Barat yang memfokuskan pada produk susu segar dengan kualitas tinggi. Selain itu, mereka memiliki sistem koperasi yang mendukung ekonomi peternak.



4. Susu KUD Batu

- Produk: Susu Pasteurisasi, Yogurt, Keju, Susu Bubuk.
- Lokasi: Batu, Malang, Jawa Timur.
- Keunggulan: KUD Batu adalah koperasi susu yang telah berdiri sejak lama dan dikenal dengan produk susunya yang berkualitas tinggi. Produk mereka terkenal di daerah Jawa Timur, dengan pengolahan yang tetap menjaga kesegaran dan nutrisi susu.

## **BAB VIII SWASEMBADA SUSU**

Swasembada susu merupakan kondisi di mana sebuah negara mampu memenuhi kebutuhan susu dalam negeri secara mandiri, tanpa perlu mengimpor dari negara lain. Sebagai negara dengan populasi besar dan tingkat konsumsi susu yang terus meningkat, Indonesia seharusnya memiliki potensi besar untuk mencapai swasembada susu. Namun, kenyataannya, hingga saat ini Indonesia masih bergantung pada impor susu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Bahkan, sebagian besar pasokan susu di Indonesia masih berasal dari impor, terutama dari negara-negara seperti Australia, Selandia Baru, dan Amerika Serikat.

Pertanyaan besar yang muncul adalah, mengapa swasembada susu belum bisa terlaksana di Indonesia? Untuk menjawab pertanyaan ini, perlu ditinjau beberapa faktor utama yang memengaruhi produksi susu dalam negeri, seperti kondisi peternakan, tantangan teknologi dan infrastruktur, faktor ekonomi, hingga kebijakan pemerintah. Di samping itu, kita juga perlu meninjau bagaimana negara-negara penghasil susu seperti Selandia Baru dan Australia berhasil mencapai swasembada susu dan bagaimana pengalaman mereka bisa menjadi pelajaran bagi Indonesia. Faktor penghambat swasembada susu adalah:

### **A. Produksi Susu Nasional yang Masih Rendah**

Faktor utama yang menghambat terwujudnya swasembada susu di Indonesia adalah rendahnya produksi susu dalam negeri. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi susu segar dalam negeri (SSDN) hanya mampu memenuhi sekitar 20-30% dari total kebutuhan susu nasional. Sisanya harus dipenuhi melalui impor produk susu dan bahan baku susu dari luar negeri.

### **B. Produktivitas Peternak yang Rendah**

Salah satu alasan rendahnya produksi susu dalam negeri adalah produktivitas peternak yang masih rendah. Mayoritas peternak sapi perah di Indonesia adalah peternak skala kecil yang mengelola kurang dari 5 ekor sapi perah. Produktivitas susu per ekor sapi di Indonesia jauh lebih rendah dibandingkan dengan negara-negara penghasil susu utama seperti Selandia Baru, Australia, atau Amerika Serikat. Di Indonesia, rata-rata seekor sapi perah hanya mampu menghasilkan sekitar 10-12 liter susu

per hari, sedangkan di negara-negara tersebut seekor sapi perah bisa menghasilkan hingga 20-30 liter susu per hari.

#### C. Kualitas Pakan dan Manajemen Peternakan

Rendahnya produktivitas sapi perah di Indonesia juga disebabkan oleh kualitas pakan yang kurang baik dan manajemen peternakan yang belum optimal. Pakan yang diberikan kepada sapi perah sering kali tidak memenuhi standar nutrisi yang diperlukan untuk menghasilkan susu berkualitas tinggi. Selain itu, manajemen peternakan yang kurang baik, termasuk dalam hal kebersihan kandang dan kesehatan hewan, juga berkontribusi terhadap rendahnya produksi susu. Banyak peternak kecil di Indonesia masih menggunakan metode tradisional dalam mengelola sapi perah, yang menyebabkan tingginya angka kematian anak sapi dan rendahnya kualitas susu yang dihasilkan.

#### D. Tantangan Infrastruktur dan Teknologi

Infrastruktur dan teknologi juga menjadi kendala besar dalam mewujudkan swasembada susu di Indonesia. Negara-negara penghasil susu utama seperti Selandia Baru dan Australia telah mengadopsi teknologi modern dalam peternakan sapi perah mereka, mulai dari teknologi pemerah susu otomatis, manajemen pakan berbasis data, hingga sistem pemantauan kesehatan sapi yang terintegrasi. Sebaliknya, banyak peternak di Indonesia masih menggunakan peralatan sederhana dan teknologi yang terbatas, yang berdampak pada efisiensi produksi yang rendah.

Peternak sapi perah di Indonesia, terutama yang berada di daerah pedesaan, sering kali tidak memiliki akses ke teknologi modern yang dapat meningkatkan produktivitas. Keterbatasan akses ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kurangnya pengetahuan peternak tentang teknologi terbaru, biaya investasi yang tinggi, serta minimnya dukungan dari pemerintah atau lembaga terkait dalam menyediakan pelatihan dan peralatan bagi para peternak.

Infrastruktur yang Belum Memadai Infrastruktur yang kurang memadai, seperti akses jalan yang buruk di daerah pedesaan, juga menjadi salah satu hambatan bagi peternak dalam memasarkan susu mereka. Kondisi jalan yang buruk membuat biaya transportasi menjadi tinggi, sehingga peternak sulit untuk menjual susu segar ke kota-kota besar atau industri pengolahan susu. Selain itu, kurangnya fasilitas penyimpanan

susu, seperti unit pendingin (cold storage), menyebabkan kualitas susu sering kali menurun sebelum sampai ke tangan konsumen atau industri pengolahan.

#### E. Kendala Ekonomi dan Permodalan

Faktor ekonomi juga menjadi kendala besar dalam mewujudkan swasembada susu di Indonesia. Banyak peternak sapi perah di Indonesia menghadapi kesulitan dalam mengakses modal untuk mengembangkan usaha mereka. Keterbatasan modal ini membuat mereka sulit untuk melakukan investasi dalam meningkatkan kualitas peternakan, seperti membeli pakan berkualitas, memperbaiki kandang, atau membeli peralatan pemerah susu otomatis.

#### F. Tingginya Biaya Produksi

Salah satu masalah utama yang dihadapi peternak sapi perah di Indonesia adalah tingginya biaya produksi. Harga pakan ternak yang semakin mahal menjadi beban berat bagi peternak, terutama bagi mereka yang memiliki skala usaha kecil. Sementara itu, harga jual susu segar di tingkat peternak sering kali tidak sebanding dengan biaya produksi yang dikeluarkan, sehingga banyak peternak mengalami kerugian atau keuntungan yang sangat minim.

#### G. Kurangnya Akses ke Pembiayaan

Akses ke pembiayaan juga menjadi kendala bagi peternak sapi perah di Indonesia. Banyak peternak kecil tidak memiliki jaminan yang cukup untuk mendapatkan pinjaman dari bank atau lembaga keuangan. Selain itu, suku bunga yang tinggi dan persyaratan administrasi yang rumit membuat peternak kesulitan untuk mengakses modal yang mereka butuhkan untuk mengembangkan usaha peternakan mereka.

## H. Ketergantungan pada Impor dan Kebijakan Pemerintah

Ketergantungan Indonesia pada impor susu merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan sulitnya mewujudkan swasembada susu. Saat ini, Indonesia masih sangat bergantung pada impor bahan baku susu dan produk olahan susu dari negara-negara seperti Australia, Selandia Baru, dan Amerika Serikat. Tingginya volume impor ini bukan hanya memengaruhi produksi susu dalam negeri, tetapi juga berdampak pada harga susu lokal yang sulit bersaing dengan produk impor.

Kebijakan Perdagangan Salah satu faktor yang memengaruhi tingginya impor susu di Indonesia adalah kebijakan perdagangan yang lebih menguntungkan bagi produk impor daripada produk lokal. Beberapa kebijakan tarif dan non-tarif yang diterapkan pemerintah cenderung lebih mempermudah masuknya produk impor, sementara dukungan bagi peternak lokal masih terbatas. Selain itu, industri pengolahan susu di Indonesia juga cenderung lebih memilih bahan baku impor karena kualitasnya yang lebih konsisten dan harganya yang lebih murah.

Kurangnya Insentif bagi Peternak Lokal Meskipun pemerintah telah meluncurkan berbagai program untuk mendukung peternak sapi perah, seperti subsidi pakan dan bantuan alat, banyak dari program ini belum berjalan secara optimal. Insentif bagi peternak lokal, seperti harga beli yang wajar dan akses ke pasar, masih menjadi masalah utama. Tanpa dukungan yang memadai, peternak kecil akan terus kesulitan untuk bersaing dengan produk impor yang lebih murah.

Permasalahan Distribusi dan Pemasaran: Salah satu masalah utama yang dihadapi peternak sapi perah di Indonesia adalah masalah distribusi dan pemasaran. Banyak peternak sapi perah yang kesulitan menjual susu segar mereka ke pasar yang lebih luas, terutama di kota-kota besar. Hal ini disebabkan oleh kurangnya infrastruktur distribusi yang memadai, serta minimnya akses peternak ke rantai pasok yang lebih luas.

Minimnya Rantai Pasok yang Terintegrasi Di banyak negara yang berhasil mencapai swasembada susu, rantai pasok susu terintegrasi dengan baik dari peternakan hingga industri pengolahan dan konsumen. Di Indonesia, banyak peternak yang masih bekerja secara individu atau dalam skala kecil, sehingga sulit untuk mengakses pasar yang lebih luas. Minimnya kerjasama antara peternak, koperasi, dan industri pengolahan membuat distribusi susu segar menjadi tidak efisien.

I. Dominasi Industri Besar Industri pengolahan susu di Indonesia didominasi oleh beberapa perusahaan besar yang lebih memilih untuk menggunakan susu impor sebagai bahan baku mereka. Hal ini menyebabkan peternak kecil sulit bersaing dan sering kali hanya menjadi pemasok untuk pasar lokal yang terbatas. Kurangnya dukungan dari industri besar juga membuat peternak kesulitan untuk meningkatkan skala usaha mereka dan memperluas pasar.

J. Kualitas dan Standar Susu

Kualitas susu yang dihasilkan oleh peternak sapi perah di Indonesia masih menjadi tantangan utama dalam mewujudkan swasembada susu. Banyak peternak yang belum mampu memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh industri pengolahan susu, baik dari segi kandungan nutrisi, kebersihan, maupun masa simpan susu.

## BAB IX. LACTOSE INTOLERANCE

### A. Pengertian Lactose intolerance

Lactose intolerance adalah kondisi di mana tubuh tidak mampu mencerna atau menyerap laktosa, gula utama dalam susu dan produk olahannya, akibat kekurangan enzim laktase. Enzim ini bertugas untuk memecah laktosa menjadi dua gula sederhana, glukosa dan galaktosa, agar dapat diserap oleh tubuh di dalam usus kecil (Di Costanzo & Canani, 2019).

Laktosa adalah disakarida, yang berarti ia terdiri dari dua molekul gula, yaitu glukosa dan galaktosa, yang terikat bersama. Untuk dapat diserap oleh tubuh, laktosa harus dipisahkan menjadi dua molekul gula ini oleh enzim laktase yang diproduksi di lapisan usus halus. Setelah laktosa terpecah menjadi glukosa dan galaktosa, kedua molekul tersebut diserap ke dalam darah dan digunakan sebagai sumber energi.

Namun, pada orang yang mengalami intoleransi laktosa, tubuh mereka memproduksi enzim laktase dalam jumlah yang sangat sedikit atau bahkan tidak memproduksi sama sekali. Akibatnya, laktosa tidak dapat dicerna dengan baik dan tetap berada di dalam usus besar. Di sana, bakteri usus akan mulai memfermentasi laktosa, yang menghasilkan gas (seperti hidrogen, metana, dan karbon dioksida) dan asam. Gas-gas ini menyebabkan rasa kembung, kram perut, dan bahkan diare.

### B. Penyebab Lactose Intolerance

- **Primary Lactase Deficiency:** Kekurangan laktase yang berkembang secara bertahap sejak masa anak-anak hingga dewasa. Ini adalah penyebab paling umum dan terkait dengan penurunan produksi laktase secara genetik setelah disapih (Wiley, 2020).
- **Secondary Lactase Deficiency:** Dapat terjadi akibat gangguan pada usus kecil seperti infeksi, penyakit celiac, atau penyakit radang usus.
- **Congenital Lactase Deficiency:** Kondisi langka yang bersifat bawaan dan diwariskan secara genetik di mana bayi lahir tanpa kemampuan untuk memproduksi laktase (Pavlović et al., 2020).

### C. Gejala Lactose Intolerance

Gejala Lactose Intolerance: Gejala umum termasuk kembung, nyeri perut, diare, gas berlebih, dan mual setelah mengonsumsi susu atau produk berbasis susu. Gejala-gejala ini muncul karena laktosa yang tidak tercerna difermentasi oleh bakteri di dalam usus besar (Zahid et al., 2010)

Diagnosis dan Pengelolaan: 1) Diagnosis: Tes napas hidrogen, tes toleransi laktosa, dan uji genetik digunakan untuk memastikan adanya defisiensi laktase (Parker & Watson, 2017). 2) Pengelolaan: Mengurangi atau menghindari makanan tinggi laktosa, menggunakan susu bebas laktosa, dan/atau mengonsumsi suplemen enzim laktase untuk mencerna laktosa (Bakhsh, 2021).

### D. Cara Pengobatan Lactose Intolerance

Pengobatan lactose intolerance bertujuan untuk mengurangi gejala serta memastikan kebutuhan nutrisi, khususnya kalsium dan vitamin D, tetap terpenuhi. Berikut adalah beberapa pendekatan yang umum digunakan: 1) Penghindaran atau Pembatasan Makanan Berlaktosa: mengurangi konsumsi susu dan produk berbasis susu merupakan langkah utama. Namun, tidak perlu sepenuhnya menghindari, karena kebanyakan penderita masih bisa mentoleransi sedikit laktosa, terutama jika dikonsumsi bersama makanan (Szilagyi & Ishayek, 2018). 2) Produk Susu Bebas Laktosa: Susu bebas laktosa dan produk olahan seperti yogurt dan keju bebas laktosa tersedia di pasaran dan merupakan alternatif aman bagi penderita (Catanzaro et al., 2021). 3) Konsumsi Enzim Laktase: Suplemen enzim laktase dapat dikonsumsi sebelum mengonsumsi makanan berbasis susu untuk membantu mencerna laktosa (Cukaj et al., 1998). 4) Probiotik: Beberapa strain probiotik, seperti *Lactobacillus acidophilus*, dapat membantu meningkatkan toleransi terhadap laktosa dengan cara memfermentasi laktosa dalam usus besar (Fassio et al., 2018). 5) Diet Berbasis Non-Dairy: mengonsumsi susu nabati seperti susu almond, oat, dan kedelai yang diperkaya kalsium dapat menjadi pengganti susu biasa untuk menjaga kebutuhan kalsium terpenuhi (Ratajczak et al., 2020). 6) Makanan Fermentasi: produk susu fermentasi seperti yogurt dan kefir seringkali lebih mudah dicerna karena

kandungan laktosanya lebih rendah dan adanya bakteri probiotik yang membantu mencerna laktosa (Parker & Watson, 2017).

#### E. Diagnosis Lactose Intolerance

Diagnosis lactose intolerance melibatkan berbagai metode untuk memastikan adanya defisiensi enzim laktase dan menentukan pengobatan yang tepat. Salah satu metode non-invasif yang paling sering digunakan adalah Hydrogen Breath Test (HBT), di mana pasien diberikan larutan laktosa untuk diminum. Jika laktosa tidak tercerna dengan baik di usus kecil, bakteri di usus besar akan memfermentasinya menjadi gas hidrogen yang kemudian diukur melalui napas. Peningkatan kadar hidrogen menunjukkan adanya fermentasi laktosa yang tidak tercerna, menandakan malabsorpsi laktosa (Catanzaro et al., 2021). Metode ini sangat akurat dan mudah dilakukan, menjadikannya standar emas untuk mendiagnosis defisiensi laktase primer.

Lactose Tolerance Test merupakan metode lain yang umum digunakan, di mana kadar glukosa dalam darah pasien diukur setelah mereka mengonsumsi larutan laktosa. Normalnya, jika laktosa dicerna dengan baik, kadar glukosa darah akan meningkat. Namun, jika kadar glukosa tidak mengalami kenaikan yang signifikan, ini menandakan adanya malabsorpsi laktosa (Shafi & Husain, 2022). Meskipun akurat, tes ini dapat menyebabkan gejala seperti kram perut dan diare selama pengujian pada pasien yang mengalami intoleransi.

Dalam kasus defisiensi laktase bawaan atau genetik, Genetic Testing digunakan untuk mendeteksi mutasi pada gen *LCT* yang bertanggung jawab atas produksi enzim laktase. Polimorfisme tertentu pada gen ini dapat menyebabkan pengurangan aktivitas enzim setelah masa kanak-kanak. Tes ini sangat berguna untuk mendiagnosis defisiensi genetik atau kasus defisiensi laktase yang diturunkan secara keluarga (Ali et al., 2017). Namun, metode ini tidak dapat mendeteksi defisiensi laktase sekunder yang disebabkan oleh penyakit seperti penyakit celiac atau penyakit radang usus.

Untuk diagnosis yang lebih akurat pada kasus yang kompleks, Intestinal Biopsy dapat dilakukan. Metode ini melibatkan pengambilan sampel jaringan usus kecil melalui endoskopi dan mengukur aktivitas enzim laktase langsung di mukosa usus. Jika aktivitas enzim rendah atau tidak ada sama sekali, ini menunjukkan adanya defisiensi laktase (Rienzo et al.,

2013). Biopsi biasanya digunakan jika hasil tes non-invasif tidak konklusif atau jika dicurigai adanya kelainan mukosa yang lebih serius.

Pada bayi dan anak kecil, Stool Acidity Test sering digunakan karena tes napas dan darah sulit dilakukan pada kelompok usia ini. Tes ini mengukur tingkat keasaman dalam feses pasien. Jika laktosa yang tidak tercerna difermentasi oleh bakteri di usus besar, akan terbentuk asam laktat dan asam lemak lainnya yang meningkatkan keasaman feses. Keasaman tinggi mengindikasikan adanya malabsorpsi laktosa (Pavlović et al., 2020).

Alternatif lain yang digunakan adalah Quick Lactase Test, di mana aktivitas enzim laktase diukur langsung dari mukosa usus kecil yang diambil melalui biopsi. Tes ini cepat memberikan hasil langsung tentang aktivitas enzim tetapi bersifat invasif dan jarang digunakan kecuali dalam kasus tertentu (Catanzaro et al., 2021).

Metode terbaru seperti Gaxilose Test juga mulai diperkenalkan. Tes ini mengukur metabolit tertentu dalam urin setelah pasien mengonsumsi larutan gaxilose, yang berfungsi sebagai pengganti laktosa dalam pengujian. Jika metabolit tidak ditemukan dalam urin, ini menunjukkan adanya defisiensi laktase (Shafi & Husain, 2022). Tes ini lebih nyaman dan non-invasif, meskipun belum sepopuler HBT.

Secara keseluruhan, diagnosis lactose intolerance umumnya dimulai dari metode non-invasif seperti HBT atau tes toleransi laktosa, dan dilanjutkan ke tes invasif seperti biopsi hanya jika diperlukan. Tes genetik dapat digunakan pada pasien yang memiliki riwayat keluarga atau kondisi bawaan. Diagnosis yang tepat memungkinkan pengelolaan gejala yang efektif, seperti diet rendah laktosa, konsumsi produk bebas laktosa, suplemen enzim laktase, atau penggunaan probiotik untuk membantu pencernaan laktosa.

## F. Reaksi lactose intolerance

Lactose intolerance adalah reaksi fisiologis akibat ketidakmampuan tubuh mencerna laktosa, gula yang terdapat dalam susu dan produk olahannya, akibat kekurangan enzim laktase. Ketika laktosa tidak dicerna dengan baik, ia akan mencapai kolon tanpa dipecah menjadi glukosa dan galaktosa. Di kolon, bakteri akan memfermentasi laktosa yang tidak tercerna, menghasilkan gas seperti hidrogen, metana, dan karbon dioksida serta asam lemak rantai pendek (Bakhsh, 2021). Proses fermentasi ini menyebabkan berbagai gejala klinis yang sering dirasakan oleh penderita lactose intolerance.

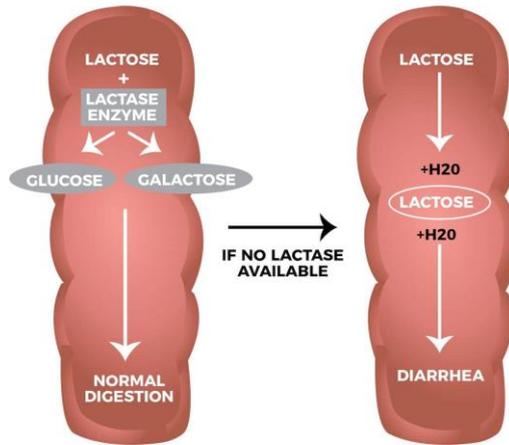
Gejala utama lactose intolerance meliputi nyeri perut, kembung, diare, flatulensi (buang angin berlebihan), dan suara peristaltik yang keras di perut (Pavlović et al., 2020). Gejala-gejala ini bervariasi dalam intensitas tergantung pada jumlah laktosa yang dikonsumsi dan tingkat defisiensi enzim laktase. Pada beberapa kasus, reaksi ini juga dapat menyebabkan dehidrasi ringan karena kehilangan cairan melalui diare (Di Costanzo et al., 2021).

Selain gejala gastrointestinal, fermentasi laktosa yang tidak tercerna di kolon juga dapat menyebabkan iritasi pada mukosa usus besar, yang meningkatkan peristaltik usus dan mempercepat transit makanan. Hal ini menyebabkan penyerapan air terganggu, sehingga memicu diare osmotik (Wiley, 2020). Penderita lactose intolerance jangka panjang, terutama yang menghindari susu dan produk berbasis susu sepenuhnya, berisiko mengalami defisiensi kalsium dan vitamin D, yang pada akhirnya dapat menyebabkan masalah tulang seperti osteoporosis (Catanzaro et al., 2021).

Selain itu, keparahan reaksi bisa bervariasi tergantung pada faktor seperti genetika, mikrobiota usus, dan kondisi kesehatan lainnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa modifikasi mikrobiota usus melalui konsumsi probiotik atau makanan fermentasi dapat mengurangi gejala lactose intolerance dengan membantu fermentasi laktosa secara lebih efisien (Leis, 2020).

Kesimpulannya, lactose intolerance menyebabkan gejala gastrointestinal seperti diare, nyeri perut, dan kembung yang timbul akibat fermentasi laktosa yang tidak tercerna oleh bakteri di kolon. Intervensi seperti pengaturan pola makan rendah laktosa, penggunaan enzim laktase tambahan, dan modifikasi mikrobiota usus dapat membantu mengurangi gejala dan mencegah komplikasi jangka panjang.

## GI TRACT



Gambar 23. Reaksi lactose intolerance

Sumber: <https://switch4good.org/lactose-intolerance-explained/>

Normal digestion melibatkan pemecahan laktosa menjadi gula sederhana oleh enzim laktase. Pada lactose intolerance, kekurangan enzim laktase mengakibatkan laktosa tidak dicerna dengan baik, menarik air ke usus besar, dan menyebabkan gejala seperti diare dan kembung.

Lactose intolerance adalah kondisi yang umum terjadi di seluruh dunia, yang disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh untuk mencerna laktosa akibat kekurangan enzim laktase. Meskipun kondisi ini tidak dapat disembuhkan, gejalanya dapat dikelola dengan baik melalui modifikasi diet, penggunaan produk bebas laktosa, suplemen laktase, dan alternatif susu nabati. Menjaga keseimbangan nutrisi, terutama kalsium dan vitamin D, sangat penting bagi penderita intoleransi laktosa yang membatasi konsumsi produk susu. Dengan penanganan yang tepat, orang dengan intoleransi laktosa dapat tetap hidup sehat tanpa terganggu oleh gejala yang tidak nyaman.

## BAB IX. SUSU NABATI

Susu adalah makanan yang kaya akan nutrisi esensial dan telah menjadi bagian penting dalam diet manusia sejak zaman dahulu. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa susu memiliki manfaat besar bagi kesehatan manusia, mulai dari memperkuat tulang hingga mengurangi risiko berbagai penyakit kronis seperti penyakit jantung, diabetes, dan kanker (McGregor & Poppitt, 2014). Susu sapi mengandung protein utama seperti kasein dan whey, kalsium, vitamin D, dan berbagai mikronutrien penting lainnya yang mendukung kesehatan tulang dan otot (Patton, 2004). Biopeptida dalam susu juga berperan dalam meningkatkan metabolisme tubuh dan menjaga sistem kekebalan tubuh (Chon et al., 2016).

Manfaat Kesehatan Susu: 1) kesehatan tulang: susu membantu mencegah osteoporosis dan memperkuat struktur tulang melalui kandungan kalsium dan vitamin D (Lambrini et al., 2020). 2) kesehatan metabolik: protein dalam susu telah terbukti membantu mengatur kadar gula darah, mencegah diabetes tipe 2, dan meningkatkan sensitivitas insulin (McGregor & Poppitt, 2014). 3) mengurangi risiko penyakit jantung: Konsumsi susu dengan kadar lemak rendah dapat menurunkan tekanan darah dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular (Zhang et al., 2021). 4) peran dalam pencernaan: produk susu yang difermentasi dengan probiotik membantu menjaga kesehatan mikrobiota usus dan meningkatkan proses pencernaan (Chon et al., 2016). 5) kontroversi konsumsi susu: beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsumsi susu yang tinggi dapat berpotensi meningkatkan risiko kanker prostat dan masalah pencernaan seperti intoleransi laktosa. Namun, efek ini umumnya terkait dengan kondisi kesehatan individu dan jumlah susu yang dikonsumsi (Zhang et al., 2021).

Susu nabati (plant-based milk) adalah cairan berbasis tumbuhan yang diproses dari ekstrak biji-bijian, kacang-kacangan, atau tanaman lainnya. Susu ini dirancang sebagai alternatif susu hewani, khususnya bagi individu yang memiliki alergi terhadap susu sapi, lactose intolerance, atau mereka yang menjalani pola makan vegetarian dan vegan (Romulo, 2022).

Susu nabati tidak hanya dirancang sebagai alternatif susu sapi, tetapi juga memiliki keunggulan tertentu seperti tidak mengandung laktosa, kolesterol, serta kaya akan serat dan lemak

sehat. Namun, kandungan nutrisi susu nabati bervariasi tergantung bahan baku yang digunakan, seperti kedelai, almond, oat, atau kacang mete (Maris & Radiansyah, 2021).

Salah satu tantangan dalam produksi susu nabati adalah menyesuaikan profil nutrisinya agar mendekati kandungan susu sapi. Fortifikasi dan teknologi pemrosesan seperti fermentasi telah digunakan untuk meningkatkan kandungan protein, kalsium, dan mikronutrien lainnya (McClements, 2020). Susu kedelai dan susu kacang polong menonjol karena memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan jenis susu nabati lainnya seperti almond dan oat (Kem, 2022).

#### A. Susu Kedelai

Susu kedelai merupakan alternatif nabati yang kaya akan protein dan mengandung asam amino esensial yang mirip dengan susu sapi. Susu ini sering diperkaya dengan kalsium dan vitamin D untuk meningkatkan nilai gizinya (Dahlan et al., 2024). Susu kedelai adalah minuman nabati yang dibuat dari kacang kedelai yang direndam, digiling, dan disaring. Sebagai alternatif susu sapi, susu kedelai telah dikonsumsi secara luas di berbagai negara, terutama bagi individu yang alergi terhadap laktosa, vegan, atau memiliki preferensi makanan tertentu. Susu kedelai mengandung protein yang cukup tinggi, lemak sehat, serta berbagai senyawa bioaktif seperti isoflavon yang memiliki manfaat kesehatan potensial (Goldberg et al., 2021).

Susu kedelai memiliki kandungan protein sekitar 7–12 g per porsi, sebanding dengan susu sapi. Selain itu, susu kedelai rendah lemak jenuh dan bebas kolesterol, menjadikannya pilihan yang lebih sehat untuk menjaga kesehatan kardiovaskular (Sohouli et al., 2021). Isoflavon dalam susu kedelai, seperti genistein dan daidzein, berperan sebagai fitoestrogen yang dapat membantu menurunkan risiko osteoporosis, mengurangi gejala menopause, serta memberikan efek protektif terhadap beberapa jenis kanker (Thakur et al., 2020). Selain itu, penelitian meta-analisis menunjukkan bahwa konsumsi susu kedelai dapat membantu menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik secara signifikan, yang berkontribusi terhadap pencegahan penyakit jantung dan hipertensi (Sohouli et al., 2021).

Meskipun susu kedelai menawarkan banyak manfaat kesehatan, terdapat beberapa perhatian mengenai kandungan anti-nutrisi seperti fitat, saponin, dan inhibitor protease yang

dapat menghambat penyerapan mineral seperti kalsium dan zat besi (Mollakhalili-Meybodi et al., 2021) (Mollakhalili-Meybodi et al., 2021). Untuk mengatasi masalah ini, metode fermentasi menggunakan bakteri probiotik atau fortifikasi dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mengurangi kandungan anti-nutrisi dalam susu kedelai (Abdelrazik & Elshagabee, 2021). Di Amerika Serikat, konsumsi susu kedelai meningkat dalam beberapa tahun terakhir, terutama di kalangan individu yang memiliki kesadaran tinggi terhadap pola makan nabati dan keberlanjutan lingkungan (Storz et al., 2023). Dalam hal inovasi, beberapa penelitian telah mengembangkan susu kedelai berbentuk bubuk untuk meningkatkan daya simpan dan kenyamanan konsumen (Orlova et al., 2021). Selain itu, penelitian juga menemukan bahwa penambahan kunyit ke dalam susu kedelai dapat meningkatkan kandungan antioksidan dan nilai gizi produk, sehingga menjadi opsi yang lebih menarik bagi konsumen (Idowu-Adebayo et al., 2022).



Gambar 24. Susu Kedelai

Sumber: <https://foodtolive.com/healthy-blog/what-are-the-healthiest-non-dairy-milk-to-drink/>

## B. Susu Almond

Susu almond memiliki kandungan lemak sehat dan antioksidan yang tinggi. Susu ini juga lebih rendah kalori dibandingkan dengan susu kedelai, namun memiliki protein yang lebih sedikit (Widodo et al., 2020). Susu almond adalah minuman nabati yang dibuat dari kacang almond dan air. Susu ini telah dikonsumsi selama berabad-abad, terutama di wilayah Mediterania, dan saat ini semakin populer sebagai alternatif susu sapi karena kandungan gizinya yang unik dan manfaat kesehatannya (Torna et al., 2020). Susu almond memiliki kandungan lemak sehat, vitamin E, magnesium, serta antioksidan

yang memberikan perlindungan terhadap berbagai penyakit kronis (Sobhy et al., 2021). Susu almond dikenal dengan kandungan lemak tak jenuh tunggal dan polyunsaturated fatty acids (PUFAs) yang berperan dalam menjaga kesehatan jantung dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular (Singar et al., 2024).

Selain itu, susu almond mengandung antioksidan seperti vitamin E, flavonoid, dan fenol yang membantu mengurangi stres oksidatif dan peradangan dalam tubuh (Barreca et al., 2020). Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi susu almond dapat membantu dalam manajemen berat badan karena rendah kalori serta memberikan rasa kenyang lebih lama dibandingkan dengan susu sapi (Dreher, 2021). Beberapa penelitian membandingkan susu almond dengan susu sapi dalam hal efeknya terhadap metabolisme glukosa dan lipid. Studi oleh Mitri et al. (2022) menemukan bahwa konsumsi susu almond tidak memiliki efek tambahan dibandingkan susu sapi 2% terhadap kadar glukosa darah, lipid, dan hormon gastrointestinal pada penderita diabetes tipe 2 (Mitri et al., 2022). Namun, almond secara umum telah dikaitkan dengan efek positif dalam menurunkan kadar LDL (kolesterol jahat), meningkatkan HDL (kolesterol baik), serta menurunkan risiko penyakit jantung dan diabetes (Singar et al., 2024).

Meskipun susu almond memiliki banyak manfaat, beberapa risiko kesehatan perlu diperhatikan. Susu almond secara alami rendah protein dibandingkan dengan susu sapi, yang dapat menjadi pertimbangan bagi individu yang membutuhkan asupan protein tinggi (Torna et al., 2020). Selain itu, kasus hiperparatiroidisme dan hiperkalsemia akibat konsumsi eksklusif susu almond telah dilaporkan pada bayi, sehingga tidak direkomendasikan sebagai satu-satunya sumber gizi bagi anak-anak kecil (Salama et al., 2024). Beberapa inovasi terbaru dalam pengolahan susu almond meliputi fortifikasi dengan probiotik untuk meningkatkan manfaat kesehatannya serta pengeringan semprot untuk memperpanjang masa simpan produk (Lipan et al., 2020). Selain itu, teknologi pengolahan baru telah dikembangkan untuk meningkatkan stabilitas protein dan lipid dalam susu almond, sehingga lebih mudah dicerna dan memberikan manfaat optimal bagi tubuh (Wang et al., 2020).



Gambar 25. Susu Almond

Sumber: <https://foodtolive.com/healthy-blog/what-are-the-healthiest-non-dairy-milk-to-drink/>

### C. Susu Oat

Susu oat mengandung serat larut, terutama beta-glukan, yang dapat membantu menurunkan kadar kolesterol dan meningkatkan kesehatan jantung (Dahlan et al., 2024). Susu oat adalah minuman nabati yang dibuat dari gandum oat (*Avena sativa*) dan telah menjadi salah satu alternatif susu yang semakin populer karena kandungan serat larutnya yang tinggi, terutama  $\beta$ -glukan. Susu oat dikenal karena manfaat kesehatannya, termasuk potensi menurunkan kadar kolesterol dan mendukung kesehatan pencernaan (Cooper et al., 2020). Susu oat memiliki komposisi unik yang mencakup karbohidrat kompleks, protein nabati, serat larut  $\beta$ -glukan, serta berbagai vitamin dan mineral seperti vitamin B dan zat besi. Kandungan  $\beta$ -glukan pada susu oat memiliki efek menguntungkan bagi kesehatan kardiovaskular dan sistem imun, dengan studi menunjukkan bahwa konsumsi rutin dapat menurunkan kadar LDL (kolesterol jahat) dan meningkatkan kesehatan metabolic (Paudel et al., 2021).



Gambar 26. Susu Oat

Sumber:

<https://www.foodandwine.com/recipes/homemade-oat-milk>

Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa susu oat dapat berkontribusi terhadap pengelolaan berat badan dan kadar glukosa darah, menjadikannya pilihan yang baik untuk penderita diabetes dan individu yang ingin menjaga berat badan (Mathews & Chu, 2024). Susu oat mengandung serat larut yang dapat membantu pencernaan dan meningkatkan kesehatan mikrobiota usus. Studi menunjukkan bahwa  $\beta$ -glukan dalam susu oat dapat berperan sebagai prebiotik yang meningkatkan pertumbuhan bakteri menguntungkan di dalam usus (Valido et al., 2021).

Selain itu, fermentasi susu oat dengan bakteri asam laktat telah terbukti meningkatkan bioavailabilitas senyawa antioksidan dan meningkatkan stabilitas protein serta lemak dalam produk susu oat fermentasi (Bocchi et al., 2021).

Seiring meningkatnya permintaan akan susu oat, berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan manfaat nutrisinya. Studi menunjukkan bahwa penambahan  $\beta$ -glukan dan protein oat dapat meningkatkan manfaat kesehatan susu oat, tetapi perubahan komposisi ini juga dapat mempengaruhi tekstur dan rasa produk (Alsado et al., 2023). Selain itu, penelitian terbaru berfokus pada fermentasi susu oat dengan probiotik untuk meningkatkan manfaat kesehatannya, yang dapat memberikan efek positif terhadap keseimbangan mikrobiota usus dan meningkatkan ketersediaan nutrisi (Alemayehu et al., 2023). Salah satu tantangan utama dalam produksi susu oat adalah stabilitas dan daya tahan produk. Studi menunjukkan bahwa ukuran partikel dalam susu oat dapat mempengaruhi warna dan tekstur, serta memainkan peran

penting dalam persepsi rasa oleh konsumen (McCarron et al., 2024).

Oat milk juga dapat digunakan dalam berbagai produk olahan seperti yogurt berbasis oat, yang menunjukkan hasil yang lebih stabil dalam hal viskositas dan tekstur dibandingkan dengan produk nabati lainnya (Zhou et al., 2023).

#### D. Susu Kelapa

Susu kelapa lebih tinggi lemak dibandingkan susu nabati lainnya dan memiliki rasa khas yang sering digunakan dalam berbagai masakan dan minuman (Widodo et al., 2020). Susu kelapa adalah cairan putih yang diekstrak dari daging kelapa (*Cocos nucifera*). Susu kelapa telah digunakan secara luas dalam berbagai masakan dan minuman, terutama di Asia Tenggara, India, dan Afrika. Selain sebagai bahan kuliner, susu kelapa juga telah menjadi alternatif susu nabati yang populer karena kandungan nutrisinya yang kaya dan berbagai manfaat kesehatannya (Singh & Dubey, 2022).

Susu kelapa mengandung lemak sehat, terutama asam lemak rantai menengah (MCFA), yang dapat membantu meningkatkan metabolisme dan memberikan energi yang cepat diserap oleh tubuh (Dayrit & Nguyen, 2020). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa konsumsi susu kelapa dapat meningkatkan ekskresi empedu dan mengatur metabolisme lipid, meskipun tidak secara signifikan mempengaruhi kadar kolesterol dalam serum darah (Wong et al., 2020). Susu kelapa juga mengandung senyawa antioksidan yang dapat membantu mengurangi stres oksidatif dan peradangan dalam tubuh (Karunasiri et al., 2020).



Gambar 27. Susu Kelapa

Sumber: <https://www.smallfootprintfamily.com/how-to-make-coconut-milk>

Beberapa penelitian mengkaji hubungan antara konsumsi susu kelapa dan risiko penyakit tertentu. Sebuah studi di Thailand menemukan bahwa konsumsi susu kelapa dalam jumlah tinggi dapat meningkatkan risiko kanker payudara pada wanita (Leechanavanicpan et al., 2024). Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa protein dalam susu kelapa dapat mengurangi akumulasi lemak tubuh dan meningkatkan relaksasi vaskular, yang berpotensi meningkatkan kesehatan kardiovaskular (Naphatthalung et al., 2022). Fermentasi susu kelapa dengan bakteri asam laktat telah terbukti meningkatkan kandungan antioksidan dan bioavailabilitas nutrisi. Studi menunjukkan bahwa fermentasi dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolat, serta mengurangi kandungan asam fitat yang dapat menghambat penyerapan mineral (Qadi et al., 2023). Selain itu, fermentasi susu kelapa juga dapat digunakan dalam produksi minyak kelapa murni (VCO) dengan kandungan asam lemak bebas yang lebih rendah dan kualitas yang lebih baik dibandingkan metode konvensional (Comfort et al., 2020).

Salah satu tantangan utama dalam produksi susu kelapa adalah stabilitasnya yang rendah karena kandungan lemak yang tinggi. Studi menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan pada suhu beku (-16°C) dapat meningkatkan kualitas dan daya simpan susu kelapa dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu ruangan (Alfian et al., 2023). Selain itu, studi sensorik di Ghana menunjukkan bahwa sebagian besar konsumen lebih memilih susu kelapa sebagai minuman penyegar dibandingkan sebagai pengganti susu sapi dalam makanan sehari-hari (Kwao-Boateng et al., 2023).

#### E. Susu Beras

Susu beras adalah pilihan yang baik bagi individu dengan alergi kacang atau kedelai. Namun, susu ini lebih tinggi karbohidrat dan lebih rendah protein dibandingkan susu kedelai atau almond (Dahlan et al., 2024). Susu beras adalah minuman nabati yang dibuat dari beras yang telah digiling dan dicampur dengan air. Susu ini merupakan alternatif susu bebas laktosa yang populer di kalangan individu dengan alergi susu sapi atau intoleransi laktosa. Susu beras juga sering digunakan oleh vegan dan individu yang mencari alternatif susu berbasis tumbuhan

(Lamothe et al., 2020).

Susu beras secara alami rendah lemak dan protein, tetapi kaya akan karbohidrat, menjadikannya sumber energi yang baik. Namun, karena kandungan proteinnya yang lebih rendah dibandingkan susu sapi atau susu kedelai, susu beras sering diperkaya dengan protein tambahan seperti protein kacang polong atau kedelai (Najman et al., 2024). Salah satu manfaat utama susu beras adalah keberadaan senyawa antioksidan yang ditemukan dalam varietas beras tertentu, seperti beras hitam dan merah. Penelitian menunjukkan bahwa susu beras hitam memiliki kandungan fenol dan flavonoid yang tinggi, yang dapat memberikan efek antioksidan dan perlindungan terhadap stres oksidatif (Romulo & Sadek, 2022).



Gambar 28. Susu Beras

Sumber: <https://www.healthbenefitstimes.com/rice-milk/>

Karena susu beras memiliki indeks glikemik yang lebih tinggi dibandingkan susu nabati lainnya, konsumsi berlebihan dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Hal ini menjadi pertimbangan bagi penderita diabetes atau mereka yang ingin menjaga kestabilan kadar gula darah (Vu et al., 2023). Namun, fermentasi susu beras dengan probiotik telah terbukti meningkatkan bioavailabilitas nutrisi dan mengurangi lonjakan glukosa darah setelah konsumsi. Proses fermentasi juga meningkatkan kandungan asam amino esensial dan senyawa bioaktif dalam susu beras (Shiriaev et al., 2024).

Proses fermentasi telah digunakan untuk meningkatkan stabilitas dan kandungan nutrisi dalam susu beras. Studi menunjukkan bahwa fermentasi dengan *Bifidobacterium bifidum* dan *Lactobacillus acidophilus* meningkatkan kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan dalam susu beras hitam dan merah

(Pratama et al., 2021). Selain itu, fortifikasi susu beras dengan minyak biji bunga matahari dan vitamin B12 telah terbukti meningkatkan profil gizinya, menjadikannya lebih mendekati susu sapi dalam hal kandungan mikronutrien (Najman et al., 2024).

Salah satu tantangan utama dalam produksi susu beras adalah stabilitas fisiknya. Studi menunjukkan bahwa penggunaan metode homogenisasi tekanan tinggi dan penambahan pengemulsi alami dapat meningkatkan stabilitas emulsi susu beras dan memperbaiki tekstur produk (Thuy et al., 2020). Selain itu, pengeringan semprot telah digunakan untuk meningkatkan umur simpan susu beras dalam bentuk bubuk, dengan hasil menunjukkan peningkatan daya larut dan stabilitas selama penyimpanan (Padma et al., 2022).

#### F. Susu Kacang Mete

Susu kacang mete memiliki tekstur yang lebih kental dan rasa yang sedikit manis. Susu ini cocok digunakan untuk memasak dan sebagai bahan tambahan dalam minuman (Widodo et al., 2020). Kacang mete (*Anacardium occidentale L.*) merupakan salah satu jenis kacang yang banyak dikonsumsi secara global. Selain menjadi camilan populer, kacang mete juga memiliki berbagai manfaat kesehatan karena kandungan nutrisinya yang kaya, seperti lemak sehat, protein, serat, vitamin, dan mineral. Berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa konsumsi kacang mete dapat memberikan manfaat bagi kesehatan kardiovaskular, metabolik, dan pencernaan (Shahrajabian & Sun, 2022).

Kacang mete mengandung lemak sehat, terutama asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda, yang berperan dalam menjaga kesehatan jantung. Selain itu, kacang mete juga kaya akan antioksidan seperti flavonoid dan karotenoid, yang membantu melindungi tubuh dari stres oksidatif. Konsumsi kacang mete dapat menurunkan peradangan serta meningkatkan kesehatan metabolik, yang bermanfaat bagi individu dengan risiko penyakit jantung dan sindrom metabolik. Beberapa penelitian menemukan bahwa konsumsi kacang mete dapat membantu mengurangi faktor risiko penyakit kardiovaskular, seperti tekanan darah tinggi dan kadar kolesterol yang tidak sehat. Studi meta-analisis menunjukkan bahwa kacang mete dapat menurunkan tekanan darah sistolik secara signifikan, meskipun efeknya terhadap

lipid darah masih beragam.



Gambar 29. Susu Kacang Mete

Sumber: <https://positivepranic.com/eversilky-beauty-cashew-milk-homemade-cashew-milk-recipe/>

Selain itu, kacang mete mengandung senyawa bioaktif yang dapat memperbaiki fungsi endotel dan mengurangi risiko inflamasi vaskular. Kacang mete juga memiliki potensi untuk meningkatkan kesehatan usus. Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak larut dari kacang mete dapat meningkatkan fungsi usus dan keseimbangan mikrobiota. Studi *in vivo* pada model hewan menemukan bahwa konsumsi kacang mete meningkatkan ekspresi gen yang berperan dalam penyerapan nutrisi serta meningkatkan ketebalan membran usus. Selain itu, kacang mete juga dapat berkontribusi dalam meningkatkan permeabilitas usus dan mengurangi penanda inflamasi usus, meskipun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami efeknya pada manusia.

Studi pada hewan menunjukkan bahwa diet yang mengandung kacang mete dapat meningkatkan kualitas sperma dan keseimbangan hormon reproduksi. Dalam studi dengan tikus jantan yang mengalami toksisitas reproduksi akibat kemoterapi, konsumsi kacang mete terbukti meningkatkan jumlah sperma dan keseimbangan hormon yang mendukung kesehatan reproduksi. Meskipun kacang mete memiliki banyak manfaat kesehatan, penting untuk mempertimbangkan potensi alergi yang dapat ditimbulkannya. Alergi kacang mete dapat menyebabkan reaksi anafilaksis pada individu yang sensitif, dan beberapa protein dalam kacang mete tetap stabil meskipun telah melalui proses pemanasan atau fermentasi. Kacang mete merupakan makanan yang kaya akan nutrisi dan senyawa bioaktif yang dapat mendukung kesehatan jantung, metabolisme, pencernaan, dan

reproduksi. Namun, konsumsi berlebihan dapat berisiko bagi individu dengan alergi atau gangguan metabolik tertentu. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami manfaat dan potensi risiko konsumsi kacang mete dalam jangka panjang.

#### G. Susu Rami (Hemp Milk)

Susu rami (hemp milk) adalah susu nabati yang dihasilkan dari biji tanaman rami (*Cannabis sativa*), yang secara botani masih satu keluarga dengan tanaman ganja. Namun, penting untuk dicatat bahwa biji rami yang digunakan untuk membuat susu tidak mengandung senyawa psikoaktif THC (tetrahydrocannabinol), sehingga susu ini aman dikonsumsi dan tidak menimbulkan efek psikoaktif. Susu rami menjadi pilihan yang semakin populer sebagai alternatif susu hewani bagi mereka yang memiliki alergi terhadap produk susu sapi, intoleransi laktosa, atau mengikuti pola makan berbasis tanaman. Proses pembuatan susu rami dimulai dengan merendam biji rami dalam air selama beberapa jam, kemudian biji yang telah melunak digiling bersama air untuk mengekstrak susu. Setelah itu, campuran tersebut disaring untuk menghilangkan ampas, menghasilkan cairan susu nabati yang lembut dan kaya gizi. Sebagai tambahan, susu rami sering diperkaya dengan bahan seperti pemanis alami, vanili, atau pengental untuk meningkatkan rasa dan tekstur, serta kalsium, vitamin D, dan vitamin B12, agar nutrisi yang terkandung lebih mirip dengan susu sapi, khususnya untuk mendukung kesehatan tulang dan sistem kekebalan tubuh.

Secara gizi, susu rami kaya akan asam lemak esensial omega-3 dan omega-6 dalam rasio yang ideal (sekitar 3:1), yang diketahui memiliki banyak manfaat bagi kesehatan jantung. Asam lemak omega-3 membantu menurunkan kadar kolesterol jahat (LDL) dan meningkatkan kolesterol baik (HDL), serta berperan dalam mengurangi peradangan tubuh. Selain itu, susu rami juga mengandung protein nabati yang cukup, meskipun lebih rendah dibandingkan dengan susu kedelai atau susu sapi. Susu ini juga mengandung vitamin E, yang berfungsi sebagai antioksidan kuat untuk melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif akibat radikal bebas, serta mineral seperti magnesium, fosfor, dan potasium yang mendukung berbagai fungsi tubuh. Dengan kandungan gizi yang kaya, susu rami sangat bermanfaat dalam menjaga kesehatan jantung, meningkatkan fungsi otak, dan mendukung kulit yang sehat. Selain itu, susu rami bebas dari laktosa, kolesterol, dan

bahan-bahan hewani lainnya, menjadikannya alternatif yang sangat baik bagi mereka yang mengikuti pola makan vegan atau yang memiliki masalah dengan pencernaan laktosa.

Meskipun susu rami menawarkan berbagai manfaat kesehatan, ada beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Salah satunya adalah rasa yang cenderung lebih kuat dan agak kacang, yang mungkin kurang disukai oleh sebagian orang. Selain itu, meskipun susu rami mengandung lemak sehat dan antioksidan, kandungan proteinnya lebih rendah jika dibandingkan dengan susu kedelai atau susu sapi, sehingga bagi individu yang memerlukan asupan protein lebih tinggi, susu rami mungkin tidak cukup memadai. Banyak produk susu rami yang diperkaya dengan pemanis tambahan untuk meningkatkan rasa manisnya, yang dapat meningkatkan kadar kalori jika dikonsumsi secara berlebihan. Oleh karena itu, penting untuk memeriksa label produk untuk memastikan tidak ada pemanis berlebihan yang dapat menambah kalori yang tidak diinginkan dalam diet. Meskipun demikian, susu rami tetap menjadi pilihan yang sangat baik untuk alternatif susu yang bergizi, ramah lingkungan, dan bebas dari produk hewani. Dengan semakin banyaknya pilihan susu nabati yang tersedia di pasaran, susu rami menawarkan manfaat yang tidak hanya untuk kesehatan tubuh, tetapi juga untuk keberlanjutan lingkungan, mengingat produksi susu nabati umumnya lebih ramah lingkungan daripada produksi susu sapi, yang memerlukan lebih banyak sumber daya alam dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih tinggi. Susu rami kaya akan asam lemak omega-3 dan omega-6, menjadikannya pilihan sehat untuk meningkatkan asupan lemak esensial.



Gambar 30. Susu Rami (Hemp Milk)

Sumber: <https://foodtolive.com/healthy-blog/what-are-the-healthiest-non-dairy-milk-to-drink/>

## H. Susu Kacang Macadamia

Susu kacang macadamia adalah produk susu nabati yang dibuat dari kacang macadamia, sejenis kacang yang dikenal dengan rasa kaya dan tekstur lembutnya. Kacang macadamia berasal dari pohon *Macadamia integrifolia*, yang tumbuh di wilayah tropis, terutama di Australia dan Hawaii. Kacang ini memiliki kandungan lemak yang tinggi, khususnya lemak tak jenuh tunggal, yang membuatnya unik di antara kacang-kacangan lainnya. Susu yang dihasilkan dari kacang macadamia bukan hanya menawarkan rasa yang halus dan creamy, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang signifikan. Proses pembuatan susu kacang macadamia dimulai dengan merendam kacang dalam air selama beberapa jam untuk melunakkannya. Setelah itu, kacang yang sudah melunak digiling dengan air untuk mengekstraksi cairan susu. Campuran tersebut kemudian disaring untuk memisahkan ampas kacang dari cairan, menghasilkan susu nabati yang bersih dan halus.

Secara nutrisi, susu kacang macadamia menawarkan banyak manfaat kesehatan, terutama berkat kandungan lemak sehatnya. Lemak yang terkandung dalam kacang macadamia sebagian besar adalah lemak tak jenuh tunggal, yang dikenal memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan jantung. Konsumsi lemak tak jenuh tunggal dapat membantu menurunkan kadar kolesterol LDL (kolesterol jahat) dalam darah, sementara meningkatkan kadar kolesterol HDL (kolesterol baik), yang pada gilirannya dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Selain itu, susu kacang macadamia juga kaya akan vitamin E, yang berfungsi sebagai antioksidan yang kuat, membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Antioksidan ini penting dalam memperlambat proses penuaan, melawan peradangan, dan mengurangi risiko berbagai penyakit degeneratif seperti kanker dan penyakit jantung.

Meskipun susu kacang macadamia menawarkan sejumlah manfaat, ada juga beberapa kekurangannya yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah kandungan protein yang relatif rendah jika dibandingkan dengan susu kedelai atau susu sapi. Susu kacang macadamia tidak dapat diandalkan sebagai sumber utama protein dalam diet, yang merupakan aspek penting bagi individu yang membutuhkan asupan protein lebih tinggi, seperti mereka yang menjalani diet pembentukan otot atau bagi anak-anak yang dalam masa pertumbuhan. Selain itu, meskipun susu ini

bebas laktosa dan kolesterol, banyak produk susu nabati, termasuk susu kacang macadamia, yang diperkaya dengan pemanis atau bahan pengental untuk meningkatkan rasa dan tekstur. Pemanis tambahan ini dapat menambah jumlah kalori, yang jika dikonsumsi dalam jumlah berlebihan, bisa berdampak pada asupan kalori yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memeriksa label produk untuk memastikan bahwa produk tersebut sesuai dengan kebutuhan diet tertentu.

Dari segi keberlanjutan, susu kacang macadamia juga memiliki keuntungan dibandingkan dengan susu hewani dalam hal dampak lingkungan. Produksi susu nabati, termasuk susu kacang macadamia, umumnya membutuhkan lebih sedikit sumber daya alam seperti air dan pakan ternak, serta menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan dengan produksi susu sapi. Ini menjadikan susu kacang macadamia sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan, sejalan dengan tren global menuju pola makan yang lebih berkelanjutan. Keuntungan lain dari susu kacang macadamia adalah bahwa susu ini sangat cocok untuk mereka yang memiliki alergi terhadap produk susu hewani atau kacang lain seperti kedelai. Bagi individu yang mengikuti pola makan vegan atau vegetarian, susu kacang macadamia adalah pilihan alternatif yang sepenuhnya berbasis tanaman dan bebas dari produk hewani, sehingga dapat mendukung gaya hidup yang lebih etis dan bebas dari eksploitasi hewan.

Di sisi lain, meskipun susu kacang macadamia memiliki rasa yang lembut dan sedikit manis alami, beberapa produsen memilih untuk menambahkan pemanis tambahan atau bahan perasa sintetis untuk meningkatkan cita rasanya. Pemanis alami seperti sirup maple atau gula kelapa sering ditambahkan untuk memberikan rasa manis yang lebih intens. Oleh karena itu, bagi mereka yang memantau asupan gula atau sedang menjalani diet rendah gula, penting untuk memilih varian susu kacang macadamia yang tidak mengandung pemanis tambahan atau memiliki kandungan gula yang rendah.

Susu kacang macadamia dapat digunakan dalam berbagai aplikasi kuliner. Selain sebagai minuman yang menyegarkan, susu ini juga sangat cocok untuk digunakan dalam berbagai resep, mulai dari smoothies, kopi, teh, hingga hidangan penutup seperti puding, es krim nabati, atau kue-kue bebas susu. Teksturnya yang creamy juga menjadikannya bahan ideal untuk pembuatan saus, sup, atau hidangan krim lainnya. Dalam pengolahan makanan,

susu kacang macadamia dapat menggantikan susu hewani, memberikan alternatif nabati yang kaya rasa untuk resep-resep yang memerlukan susu atau krim.



Gambar 31. Kacang Macadamia

Sumber: <https://idnmedis.com/kacang-macadamia>

Tabel 10. Macam-macam susu nabati

<b>Jenis Susu</b>	<b>Rasa</b>	<b>Tekstur</b>	<b>Penggunaan</b>
Almond	Aroma kacang yang lembut	Mirip dengan susu sapi	Cocok untuk merendam oats semalaman
Beras (Rice)	Rasa ringan, agak manis	Encer	Baik untuk dinikmati dengan sereal
Kedelai (Soy)	Lembut dan creamy	Halus	Alternatif pengganti susu sapi saat memasak atau membuat kue
Oat	Sedikit rasa oatmeal	Lembut dan creamy	Menambah kelembutan pada latte dan cappuccino
Rami (Hemp)	Kacang dengan sedikit rasa manis	Sangat encer	Cocok untuk hidangan gurih
Rami Linen (Flax)	Sedikit rasa kacang dengan sedikit rasa pahit	Berlendir	Bagus untuk sereal dan makanan panggang
Kelapa (Coconut)	Manis dengan sentuhan kacang dan sedikit asin	Kental dan creamy	Ideal untuk sup, semur, kari, dan es krim

Sumber: <https://foodtolive.com/healthy-blog/what-are-the-healthiest-non-dairy-milk-to-drink/>

Tabel 11. Klasifikasi Alternatif Susu Berbasis Tanaman Berdasarkan Kelompok Makanan

<b>Kelompok Makanan Alternatif Susu Nabati</b>	<b>Jenis Alternatif Susu Nabati</b>
Susu berbasis sereal dan pseudo sereal	Susu oat, susu beras, susu jagung, susu spelt, susu quinoa, susu amaranth
Susu berbasis kacang-kacangan	Susu kedelai, susu kacang tanah, susu cowpea, susu lupin
Susu berbasis kacang	Susu kelapa, susu almond, susu kenari, susu hazelnut, susu pistachio
Susu berbasis biji-bijian	Susu rami, susu bunga matahari, susu hemp

Sumber: (Velangi & Savla, 2022)

Tabel 12. . Teknologi novel, produk yang diproses, kondisi proses, dan dampak teknologi novel terhadap produk akhir.

<b>Bahan Baku</b>	<b>Kadar Air (%)</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>Padatan Total (%)</b>	<b>Lemak Total (%)</b>	<b>Abu (%)</b>	<b>Karbohidrat (%)</b>
Pengganti Susu Almond	72-44%	0,8-1,7%	3,8-18,11%	1,06-8,99%	0,09-3,04%	0,08-4,5%
Pengganti Susu Mete	87,12%	2,05%	14%	3,3-3,9%	2,65%	4,58%
Pengganti Susu Kelapa	54,14%	0,65-4,17%	5,9-9,65%	1,55-4,02%	3,02%	3,63-3,99%
Pengganti Susu Hazelnut	82,4-97,26%	0,82-1,97%	9,1-13,91%	2,64-3,86%	0,22-0,46%	32,5-50,6%
Pengganti Susu Kacang Tanah	81,2-92,37%	2,45-3,93%	10,1-13,91%	0,22-0,48%	0,14-0,31%	50,4-56%
Pengganti Susu Wijen	78,8-96%	0,2-7,77%	2,3-8,5%	0,13-0,47%	0,8-2,1%	45,5-56%
Pengganti Susu Tiger Nut	82,9-92,2%	2,46-7,77%	1,8-5,5%	2,8-5,5%	2,3-3,1%	22,7-31,1%
Pengganti Susu Oat	91,6%	0,7%	12,9%	0,48%	0,28%	2,75% maltose
Pengganti Susu Hemp	85,57%	0,2-0,6%	*	4,7-7,3%	4,1-7,2%	0,7-1,2%
Pengganti Susu Kenari	*	1,3-7,7%	*	7,3-7,8%	0,2-4,1%	4,7%

Sumber: (Aydar et al., 2020)

## BAB X. OLAHAN SUSU TRADISIONAL

### A. Lassi (India)

Lassi adalah minuman fermentasi tradisional yang berasal dari India, khususnya di wilayah Punjab. Sejarahnya dapat ditelusuri kembali hingga ribuan tahun lalu, di mana masyarakat India kuno telah menggunakan susu fermentasi sebagai bagian dari pola makan sehari-hari. Lassi pada awalnya dibuat dengan memfermentasi susu untuk menghasilkan dadih (curd), yang kemudian dikocok bersama air dan rempah-rempah.

Pada masa awal, lassi dibuat terutama sebagai minuman penyejuk tubuh di daerah beriklim panas. Literatur Ayurveda India menyebutkan lassi sebagai minuman yang tidak hanya menyehatkan tubuh, tetapi juga membantu pencernaan dan meningkatkan metabolisme. Seiring waktu, variasi lassi mulai berkembang, dari yang asin hingga manis dengan tambahan gula dan rempah seperti jahe, kapulaga, dan kunyit (Ananthakumar & Narayanan, 2021). Dalam budaya Punjab, lassi manis biasanya diminum pagi hari, sedangkan lassi asin lebih umum diminum pada siang hari sebagai penyejuk. Minuman ini kemudian berkembang menjadi salah satu simbol kuliner India yang terkenal di seluruh dunia. Di era modern, lassi telah mendapatkan banyak variasi, termasuk penambahan bahan-bahan seperti buah-buahan, rempah, dan bahan fungsional lainnya seperti probiotik dan herbal (Maji et al., 2020).

#### 1. Cara pembuatan

Bahan: 1 cangkir yoghurt, 1/2 cangkir air dingin, 2 sdm gula (untuk lassi manis) atau garam (untuk lassi asin), Sejumpt kapulaga bubuk (opsional), es batu (opsional).  
Cara Membuat: campurkan yoghurt, air, dan gula/gula aren dalam blender, tambahkan es batu dan kapulaga, lalu blender hingga berbusa. sajikan dalam gelas tinggi dan hiasi dengan irisan pistachio atau daun mint.

Nilai Nutrisi (per gelas 250 ml): Kalori: 150-200 kalori, Protein: 8-10 gram, Lemak: 5 gram, Kalsium: 250-300 mg



Gambar 32. Lassi

Sumber: <https://www.indianveggiedelight.com/lassi-recipe/>

Komposisi umum lassi mencakup lemak (3-3.5%), total padatan (16-18%), protein, dan karbohidrat. Lassi juga memiliki sifat terapeutik dan bisa membantu dalam pencernaan serta memberikan efek pendinginan dan menyegarkan (S. Kumar et al., 2018). Lassi berbasis herbal yang diperkaya dengan ekstrak jahe atau rempah lainnya meningkatkan kandungan antioksidan serta kandungan protein dan total padatan, menjadikannya minuman bernilai nutrisi tinggi (Tripathi & Rani, 2022). Lassi dapat diperkaya dengan whey protein dan meningkatkan aktivitas penghambatan ACE, bermanfaat untuk kesehatan jantung serta mengandung protein (3.78%) dan lemak (2.33%) (Paul & Ghosh, 2017). Pengayaan lassi dengan bahan seperti tomat atau moringa dapat meningkatkan kandungan serat dan mineral penting seperti kalsium dan zat besi, membuatnya lebih bergizi (Kumar et al., 2023). Lassi memiliki potensi probiotik karena kandungan bakteri asam laktatnya yang tinggi, memberikan manfaat bagi kesehatan pencernaan (Gengan et al., 2024).

#### B. Ayran (Turki)

Ayran merupakan minuman fermentasi berbasis yoghurt yang berasal dari Turki dan telah dikenal sejak zaman Kekaisaran Ottoman. Minuman ini dipercaya lahir dari kebutuhan masyarakat

nomaden Turki untuk mengawetkan susu dalam perjalanan panjang melintasi dataran stepa. Dengan mencampur yoghurt dengan air dan sedikit garam, mereka menciptakan minuman yang tidak hanya tahan lama, tetapi juga menyegarkan tubuh saat musim panas (Altay, 2017). Tradisi mengonsumsi ayran berlanjut hingga era Kekaisaran Ottoman dan berkembang menjadi minuman sehari-hari di rumah tangga Turki. Ayran juga disebut dalam berbagai catatan sejarah Ottoman sebagai minuman yang disajikan dalam jamuan kerajaan maupun acara keagamaan (Baruzzi et al., 2016).

Secara tradisional, ayran dibuat dengan mencampurkan yoghurt, air, dan garam, diaduk hingga rata. Minuman ini disukai karena sifatnya yang menyejukkan dan membantu pencernaan, terutama dalam hidangan berbasis daging seperti kebab. Dalam masyarakat Turki modern, ayran tetap menjadi pilihan minuman utama yang kerap menggantikan minuman ringan komersial. Bahkan, ayran menjadi minuman khas yang disajikan di restoran cepat saji lokal seperti McDonald's di Turki (Khoury, 1996).

Cara pembuatan: bahan: 1 cangkir yoghurt tawar, 1/2 cangkir air dingin, sejumput garam. Cara membuat: campurkan yoghurt dan air dalam mangkuk atau blender, tambahkan sejumput garam dan aduk rata hingga berbuih, tuang ke gelas dan sajikan dingin. Nilai Nutrisi (per gelas 250 ml): kalori: 90-120 kalori, protein: 6-8 gram, lemak: 4-5 gram, kalsium: 200-250 mg



Gambar 33. Ayran

<https://cookingorgeous.com/blog/ayran-turkish-yogurt-drink/>

### C. Dulce de Leche (Argentina)

Dulce de leche, produk susu manis berbasis karamel, memiliki akar yang dalam di Amerika Latin, khususnya di

Argentina dan Uruguay, dan telah menjadi bagian penting dari warisan kuliner kawasan tersebut sejak abad ke-19. Awal mula produk ini dikaitkan dengan kebutuhan masyarakat untuk mengawetkan susu melalui metode pemanasan dan penambahan gula. Kisah populernya menyebutkan bahwa dulce de leche pertama kali ditemukan secara tidak sengaja ketika susu dan gula yang dimasak terlupakan di atas api, sehingga menghasilkan tekstur kental dan rasa karamel yang khas (Stephani et al., 2019).

Dulce de leche kemudian menjadi bagian dari tradisi rumah tangga dan dapur komersial di Argentina. Pada tahun 1902, produksi industri dulce de leche dimulai di Estancia La Caledonia di Buenos Aires, di mana kemudian diadakan festival tahunan "Fiesta del Dulce de Leche" untuk merayakan produk ini (Penci & Marín, 2016). Dulce de leche dibuat dengan memanaskan susu dan menambahkan sukrosa hingga terjadi reaksi Maillard, yang bertanggung jawab atas warna coklat keemasan dan rasa karamel khas. Varian regional muncul di berbagai negara Amerika Latin, dan produk ini digunakan sebagai isian, pelapis, atau bahkan dimakan langsung sebagai dessert (Antigo et al., 2017).

Cara pembuatan: Bahan: 1 liter susu cair segar, 1 cangkir gula, 1/2 sdt baking soda (untuk mencegah penggumpalan), 1 batang vanili (opsional). Cara Membuat: panaskan susu dalam panci besar, tambahkan gula, dan aduk hingga larut, masukkan baking soda dan batang vanili. rebus dengan api kecil, aduk terus hingga berubah warna menjadi coklat keemasan. Setelah mengental, matikan api dan biarkan dingin sebelum disimpan dalam wadah tertutup. Nilai Nutrisi (per 2 sdm): Kalori: 120 kalori, Karbohidrat: 20 gram, Lemak: 3-4 gram, Kalsium: 40 mg.



Gambar 34. Dulce de Leche

<https://glorifiedhobby.com/dulce-de-leche-caramel/>

D. Dadiah (Indonesia - Minangkabau)

Dadiah adalah produk susu fermentasi tradisional khas suku Minangkabau di Sumatera Barat, Indonesia. Makanan ini dibuat dari susu kerbau yang difermentasi secara alami dalam tabung bambu selama 24-48 jam pada suhu ruangan tanpa tambahan kultur starter. Sejarah dadiah sudah lama terkait erat dengan budaya masyarakat Minangkabau, yang memanfaatkan kerbau sebagai sumber utama susu dan protein. Dadiah tidak hanya menjadi makanan sehari-hari

tetapi juga bagian penting dari acara adat dan upacara tradisional (Arnold et al., 2021).

Selama berabad-abad, produksi dadiah dilakukan secara turun-temurun dan masih menggunakan metode tradisional, yaitu fermentasi spontan. Dalam proses fermentasinya, bakteri asam laktat (*Lactobacillus* spp.) memainkan peran penting dalam memberikan rasa asam khas dan manfaat kesehatan seperti menurunkan kadar kolesterol serta mendukung kesehatan pencernaan (Venema & Surono, 2019). Namun, seiring menurunnya populasi kerbau di Sumatera Barat, dadiah menghadapi tantangan produksi, dan beberapa penelitian mulai mengeksplorasi kemungkinan penggunaan susu sapi sebagai alternatif bahan baku (Wirawati et al., 2017).

Cara pembuatan: Bahan: 1 liter susu kerbau segar, bambu sebagai wadah fermentasi. Cara Membuat: tuang susu kerbau segar ke dalam potongan bambu yang bersih, biarkan

di suhu kamar selama 1-2 hari hingga susu berfermentasi dan membentuk dadiah. Setelah matang, dadiah dapat disajikan dengan gula aren, nasi ketan, atau kelapa parut. Nilai Nutrisi (per porsi 100 gram): Kalori: 80-100 kalori, Protein: 6-8 gram, Lemak: 4 gram, Probiotik: tinggi



Gambar 35. Dadiah

<https://www.goodnewsfromindonesia.id/2015/04/18/dadiah-yoghurt-from-minangkabau>

#### E. Panna Cotta (Italia)

Sejarah dan asal Panna Cotta berasal dari wilayah Piedmont di Italia, panna cotta adalah dessert berbasis susu dan krim yang disajikan dengan saus buah atau coklat. Nama "panna cotta" secara harfiah berarti "krim masak.", berasal puding lembut berbasis susu dan krim yang dimasak dengan gelatin dan gula, sering disajikan dingin sebagai hidangan penutup.

Cara pembuatan: Bahan: 500 ml krim kental (heavy cream), 100 ml susu, 100 gram gula, 2 sdt gelatin bubuk, 1 sdt ekstrak vanila, saus buah atau coklat sebagai topping. Cara Membuat: campurkan susu dan gelatin, biarkan selama 5 menit hingga gelatin mengembang. panaskan krim kental dan gula hingga larut, lalu tambahkan campuran gelatin, tambahkan vanila, aduk rata, dan tuang ke cetakan, dinginkan di kulkas selama minimal 4 jam sebelum disajikan dengan topping. Nilai Nutrisi (per porsi 150 gram): Kalori: 300-400 kalori, Lemak: 25 gram, Protein: 5 gram, Kalsium: 100 mg.



Gambar 36. Panna Cotta

<https://momsdish.com/recipe/745/easy-panna-cotta-recipe>

#### F. Horchata de Arroz (Meksiko)

Sejarah dan asal Horchata de Arroz merupakan minuman tradisional Meksiko yang dibuat dari beras, susu, dan kayu manis. Minuman ini berakar pada tradisi Spanyol dan telah beradaptasi di wilayah Amerika Latin. Horchata de Arroz adalah minuman manis berbahan dasar susu yang terbuat dari beras yang direndam dan dicampur dengan kayu manis.

Cara pembuatannya adalah 1 cangkir beras putih, 4 cangkir air, 1 cangkir susu, 1/2 cangkir gula, 1 batang kayu manis, es batu. Cara Membuat: rendam beras dan kayu manis dalam air semalaman, blender campuran hingga halus, saring cairannya, tambahkan susu dan gula, aduk rata, sajikan dingin dengan es batu. Nilai Nutrisi (per gelas 250 ml): Kalori: 180-220 kalori, Karbohidrat: 40 gram, Protein: 4 gram, Kalsium: 80 mg



Gambar 37. Horchata de Arroz

<https://dishthekitchen.com/homemade-horchata-de-arroz-mexican-rice-drink/>

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrazik, T., & Elshagabee, F. (2021). Enhancement of Selected Health Benefits in Fermented Cow and Soy Milk Supplemented with Water Soluble Curcumin. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. <https://doi.org/10.12944/crnfsj.9.3.23>
- Adam, A. (2009). Milk adulteration by adding water and starch at Khartoum state. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 439–440. <https://doi.org/10.3923/PJN.2009.439.440>
- Alang, H., Kusnadi, J., Ardyati, T., & Suharjono, S. (2020). Karakteristik nutrisi susu kerbau belang Toraja, Makassar. *Zootec*, 40(1), 308–315.
- Alemayehu, G. F., Forsido, S., Tola, Y., & Amare, E. (2023). Nutritional and Phytochemical Composition and Associated Health Benefits of Oat (*Avena sativa*) Grains and Oat-Based Fermented Food Products. *The Scientific World Journal*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/2730175>
- Alfian, R., Choirunnisa, N., Susilo, B., & Sandra. (2023). Effect of storage temperatures treatment of coconut flesh (*Cocos nucifera* L.) based on the quality of coconut milk. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1200. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1200/1/012059>
- Ali, S., Singh, G., & Hussan, S. S. (2017). Lactose Intolerance: Diagnosis, Genetics and Clinical Factors. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 3, 465–467. <https://doi.org/10.32628/IJSRST173460>
- Alimentarius, C. (1999). Codex standard for milk powders and cream powder (Codex Stan 207-1999). *Codex Alimentarius: Rome*.
- Alsado, C., Lopez-Aldana, L., Chen, L., & Wismer, W. (2023). Consumer Perception and Sensory Drivers of Liking of Fortified Oat Milks. *Foods*, 12. <https://doi.org/10.3390/foods12224097>
- Altay, F. (2017). Rheology and Functionality of Ayran—A Yogurt Drink. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, 295–305.
- Amarnath, K. A., & Leelavathi, B. (2025). AI - POWERED DAIRY FARM MANAGEMENT SYSYTEM. 04, 2773–2780.
- Ananthakumar, K., & Narayanan, R. (2021). Orange Flavedo

- Incorporated Functional Lassi. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10, 2873–2878. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2021.1001.333>
- Anis, S. (2020). Review Literatur: Nilai Nutrisi dan Khasiat Obat Susu Unta (*Camelus dromedarius*) serta Peranannya dalam Penularan Virus Mers CoV. *DIAGNOSA VETERINER*, 39.
- Antigo, J., Cestari, L., Scapim, M., Santos, S., Moritz, C. M. F., & Madrona, G. (2017). Clove and cinnamon essential oils in dulce de leche. *Nutrition & Food Science*, 47, 101–107. <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2016-0036>
- Aqeel, M., Sohaib, A., Iqbal, M., & Ullah, S. S. (2024). Milk Adulteration Identification using Hyperspectral Imaging and ML. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25635>
- Ardicli, S., Aldevir, O., Aksu, E., & Gumen, A. (2023). The variation in the beta-casein genotypes and its effect on milk yield and genomic values in Holstein-Friesian cows. *Animal Biotechnology*, 34(8), 4116–4125.
- Arnold, M., Rajagukguk, Y. V., & Gramza-Michałowska, A. (2021). Characterization of dadih: Traditional fermented buffalo milk of minangkabau. *Beverages*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/beverages7030060>
- Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975.
- Babyn, I. (2024). EXPERIMENTAL STUDIES OF THE STAND OF THE AUTOMATED MILKING UNIT WASHING SYSTEM WITH AIR INJECTORS AND A PHOTO SENSOR FOR DETERMINING THE CONTAMINATION LEVEL. *ENGINEERING, ENERGY, TRANSPORT AIC*. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2024-2-2>
- Bakhsh, J. (2021). Lactose Intolerance. *Cases on Medical Nutrition Therapy for Gastrointestinal Disorders*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3802-9.ch006>
- Barreca, D., Nabavi, S., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G., Süntar, I., & Mandalari, G. (2020). Almonds (*Prunus Dulcis* Mill. D. A. Webb): A Source of Nutrients and Health-Promoting Compounds. *Nutrients*, 12. <https://doi.org/10.3390/nu12030672>
- Baruzzi, F., Quintieri, L., Caputo, L., Cocconcelli, P., Borcakli, M.,

- Owczarek, L., Jasińska, U., Skapska, S., & Morea, M. (2016). Improvement of Ayran quality by the selection of autochthonous microbial cultures. *Food Microbiology*, *60*, 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.07.001>
- Bava, L., Zucali, M., Brasca, M., Zanini, L., & Sandrucci, A. (2009). Efficiency of cleaning procedure of milking equipment and bacterial quality of milk. *Italian Journal of Animal Science*, *8*, 387–389. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.387>
- Bittante, G., Patel, N., Cecchinato, A., & Berzaghi, P. (2022). Invited review: A comprehensive review of visible and near-infrared spectroscopy for predicting the chemical composition of cheese. *Journal of Dairy Science*, *105*(3), 1817–1836.
- Bocchi, S., Rocchetti, G., Elli, M., Lucini, L., Lim, C., & Morelli, L. (2021). The combined effect of fermentation of lactic acid bacteria and in vitro digestion on metabolomic and oligosaccharide profile of oat beverage. *Food Research International*, *142*, 110216. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110216>
- Bodyfelt, F. W., Drake, M. A., & Rankin, S. A. (2008). Developments in dairy foods sensory science and education: From student contests to impact on product quality. *International Dairy Journal*, *18*(7), 729–734.
- Catanzaro, R., Sciuto, M., & Marotta, F. (2021). Lactose intolerance: An update on its pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Nutrition Research*, *89*, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.02.003>
- Chon, J.-W., Jang, H.-S., Park, J.-H., Jeong, D., Kang, I., Kim, Y.-J., Song, K., Yim, J.-H., Kim, H., Lee, S.-K., Kim, D., Kim, H., & Seo, K. (2016). *Nutritional Functions of Milk and Dairy Products in Improving Human Health*. *34*, 145–155. <https://doi.org/10.22424/JMSB.2016.34.3.145>
- Comfort, T., Bukola, M., Gbolahan, O., & Omobayonle, A. (2020). Lactic acid bacteria fermentation of coconut milk and its effect on the nutritional, phytochemical, antibacterial and sensory properties of virgin coconut oil produced. *African Journal of Biotechnology*, *19*, 362–366. <https://doi.org/10.5897/ajb2020.17102>
- Cooper, H., Rivero-Mendoza, D., & Dahl, W. (2020). Plant-Based Milks: Oat. *EDIS*. <https://doi.org/10.32473/edis-fs419-2020>
- Cukaj, L., Medow, M., Bostwick, H., Halata, M., Newman, L., Rosioru, C., & Berezin, S. (1998). Long-Term Treatment Evaluation of

- Children with Lactose Intolerance 568. *Pediatric Research*, 43, 99. <https://doi.org/10.1203/00006450-199804001-00589>
- Dahlan, A., Wijayanti, W., Rianse, M. I. K., Baihaqi, B., & Naim, Y. (2024). Pengaruh Jenis Susu dan Konsentrasi Starter Terhadap Kadar Asam, Ph, dan Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*. <https://doi.org/10.35308/jtpp.v6i1.9494>
- Dayrit, F., & Nguyen, Q. (2020). *Improving the Value of the Coconut with Biotechnology*. 29–50. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44988-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44988-9_3)
- Di Costanzo, M., Biasucci, G., Maddalena, Y., Di Scala, C., De Caro, C., Calignano, A., & Canani, R. (2021). Lactose Intolerance in Pediatric Patients and Common Misunderstandings About Cow's Milk Allergy. *Pediatric Annals*, 50 4. <https://doi.org/10.3928/19382359-20210312-01>
- Di Costanzo, M., & Canani, B. (2019). Lactose Intolerance: Common Misunderstandings. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 73, 30–37. <https://doi.org/10.1159/000493669>
- Dreher, M. (2021). A Comprehensive Review of Almond Clinical Trials on Weight Measures, Metabolic Health Biomarkers and Outcomes, and the Gut Microbiota. *Nutrients*, 13. <https://doi.org/10.3390/nu13061968>
- Fang, R., Jiang, H., Lin, C., Xia, T., Xu, S., Chen, Q., & Xiao, G. (2023). Characterization and shelf stability of sweetened condensed milk formulated with different sucrose substitutes during storage. *Food Chemistry*, 404, 134402.
- Fassio, F., Facioni, M., & Guagnini, F. (2018). Lactose Maldigestion, Malabsorption, and Intolerance: A Comprehensive Review with a Focus on Current Management and Future Perspectives. *Nutrients*, 10. <https://doi.org/10.3390/nu10111599>
- Fellows, P. J. (2022). *Food processing technology: principles and practice*. Woodhead publishing.
- Fusco, V., Chieffi, D., Fanelli, F., Logrieco, A., Cho, G.-S., Kabisch, J., Böhnlein, C., & Franz, C. (2020). Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 4, 2013–2049. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12568>
- Gengan, G., Abdullah, A. H., Azman, E., Khalid, N. I., Mahmud, N. K. M., Rahim, M. H. A., & Sukor, R. (2024). Physicochemical

- Properties, Nutritional Composition, and Microbial Profiles of Locally Fermented Yogurt Drink (Lassi) across Three Restaurants in Malaysia. *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology*.  
<https://doi.org/10.54987/jobimb.v12isp1.939>
- Goff, H. D., & Griffiths, M. W. (2006). Major advances in fresh milk and milk products: fluid milk products and frozen desserts. *Journal of Dairy Science*, *89*(4), 1163–1173.
- Goff, J. P., & Horst, R. L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, *80*(7), 1260–1268.
- Goldberg, J., Rivero-Mendoza, D., & Dahl, W. (2021). Plant-Based Milks: Soy. *EDIS*. <https://doi.org/10.32473/EDIS-FS422-2020>
- Hassani, M. I., Saikia, D., & Walia, A. (2022). Nutritional and therapeutic value of camel milk. *IJAR*, *8*(4), 1–5.
- Hess. (2003). *SWEETENED CONDENSED MILK*.
- Hoover, S., Mucha, T., & Harvey, W. (1958). A Comparison of Detergent Tests for Butterfat in Milk with Official Methods. *Journal of Dairy Science*, *41*, 398–408.  
[https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(58\)90933-0](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(58)90933-0)
- Idowu-Adebayo, F., Fogliano, V., & Linnemann, A. (2022). Turmeric-Fortified Cow and Soya Milk: Golden Milk as a Street Food to Support Consumer Health. *Foods*, *11*.  
<https://doi.org/10.3390/foods11040558>
- Indonesia, B. S. N. (2006). *Susu Bubuk*. SNI 01-2970-2006.
- Jeon, E., Jang, S., Yeo, J.-M., Kim, D.-W., & Cho, K.-P. (2023). Impact of Climate Change and Heat Stress on Milk Production in Korean Holstein Cows: A Large-Scale Data Analysis. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *13*.  
<https://doi.org/10.3390/ani13182946>
- Karunasiri, A., Gunawardane, M., Senanayake, C., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K. (2020). Antioxidant and Nutritional Properties of Domestic and Commercial Coconut Milk Preparations. *International Journal of Food Science*, *2020*.  
<https://doi.org/10.1155/2020/3489605>
- Kem, M. (2022). *Plant Based Milk Alternatives and their Applications*. <https://consensus.app/papers/plant-based-milk-alternatives-and-their-applications-kem/ad24750c11d852408b0f92c45e6b33cd/>
- Khera, N., Kumar, A., Fajr, F., & Khajwal, T. (2019). Microcontroller

- Based Parametric Data Monitoring and Quality Analysis of Milk. *2019 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)*, 1, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ICICT46931.2019.8977704>
- Khoury, D. (1996). Halil Inalcik and Donald Quataert, ed., *An Economic and Social History of the Ottoman Empire, 1300–1914* (New York: Cambridge University Press, 1994). Pp. 1,057. *International Journal of Middle East Studies*, 28, 289–291. <https://doi.org/10.1017/S0020743800063376>
- Kim, H.-R., Jung, J., Cho, I.-Y., Yu, D., Shin, S., Son, C., Ok, K.-S., Hur, T., Jung, Y., Choi, C.-Y., & Suh, G. (2013). *Characteristics of dairy goat milk positive reaction of the alcohol precipitation test in Korea*. 36, 255–261. <https://doi.org/10.7853/KJVS.2013.36.4.255>
- Kreissl, J. (2007). Year in review. *Water Environment and Technology*, 19(12), 14–15.
- Kumar, S., Rai, D., Rai, H., & Oni, S. (2018). To Study the Microbial Changes of Herbal Lassi (Enriched with Honey and Tulsi (*Ocimum sanctum* Linn.) During Storage. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2018.708.288>
- Kumar, T., Meena, S., Rai, D. C., & Duary, R. K. (2023). Supplementation of tomato pomace in lassi (a traditional Indian dairy product) and its effects on physico-chemical, functional attributes and shelf-life of lassi. *Indian Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.33785/ijds.2023.v76i04.001>
- Kwao-Boateng, E., Agyei-Boamah, M., Nyadjor, I., Agyemang, A., & Hanson, M. (2023). Assessing coconut milk as an alternative to cow milk in Ghanaian cuisines. *Journal of the Ghana Institution of Engineering (JGhIE)*. <https://doi.org/10.56049/jghie.v23i2.11>
- Lajnaf, R. (2020). Camel milk: nutritional composition, functionality and health benefits-a mini review. *Current Trends in Biotechnology and Microbiology*, 2, 389–393.
- Lambrini, K., Aikaterini, F., Konstantinos, K., Christos, I., Ioanna, P., & Areti, T. (2020). Milk Nutritional Composition and Its Role in Human Health. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 9. <https://doi.org/10.17265/2328-2150/2021.01.002>
- Lamothe, M., Rivero-Mendoza, D., & Dahl, W. (2020). Plant-Based Milks: Rice. *EDIS*. <https://doi.org/10.32473/edis-fs412-2020>

- Leechanavanicpan, P., Phucharoenrak, P., Phansuea, P., & Trachootham, D. (2024). Coconut Milk Consumption and Breast Cancer Risk in Thai Women: A Case-Control Study. *Nutrition and Cancer*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/01635581.2024.2390202>
- Leis, R. (2020). Lactose Malabsorption and Intolerance. The Role of Microbiota and Probiotics. *Proceedings of The 1st International Electronic Conference on Nutrients - Nutritional and Microbiota Effects on Chronic Disease*. <https://doi.org/10.3390/IECN2020-07015>
- Lipan, L., Rusu, B., Sendra, E., Hernández, F., Vázquez-Araújo, L., Vodnar, D., & Carbonell-Barrachina, Á. (2020). Spray drying and storage of probiotic enriched almond milk: probiotic survival and physicochemical properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10409>
- Maji, S., Ray, P. R., & Ghatak, P. K. (2020). Fortification of lassi with herbal extracts—effects on quality and total phenolic content. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(11), 444–453.
- Mandal, D., Rai, S., Chatterjee, A., Bhakat, C., Dutta, T., & Ghosh, M. (2023). Assessment of physiological responses and milk production in Jersey crossbred cows at different stratum of THI inside the cow barn. *The Indian Journal of Animal Sciences*. <https://doi.org/10.56093/ijans.v93i9.119779>
- Maris, I., & Radiansyah, M. R. (2021). REVIEW OF PLANT-BASED MILK UTILIZATION AS A SUBSTITUTE FOR ANIMAL MILK. *Food Scientia: Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.33830/fsj.v1i2.2064.2021>
- Mathews, R., & Chu, Y. (2024). An encompassing review of meta-analyses and systematic reviews of the effect of oats on all-cause mortality, cardiovascular risk, diabetes risk, body weight/adiposity and gut health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2382352>
- McCarron, R., Methven, L., Grahl, S., Elliott, R., & Lignou, S. (2024). Oat-based milk alternatives: the influence of physical and chemical properties on the sensory profile. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1345371>
- Mcclements, D. (2020). *Plant-Based Milk Production | Encyclopedia*. <https://consensus.app/papers/plantbased->

- milk-production-encyclopedia-  
mcclements/bc07e8da2b1d54079480452767153b41/
- McGregor, R., & Poppitt, S. (2014). *Milk proteins and human health*. 541–555. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405171-3.00019-2>
- McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (2013). *Advanced dairy chemistry: volume 1A: proteins: basic aspects*. Springer Science & Business Media.
- MILK, O. F. S. M. (2014). Komposisi kimiawi dan fraksinasi protein susu kuda sumba. *Jurnal Veteriner September, 15*(4), 506–514.
- Mitri, J., Tomah, S., Dreyfuss, J., Al-Badri, M., Dhaver, S., Gardner, H., Tasabehji, M. W., & Hamdy, O. (2022). 31-OR: Almond Milk Has No Additional Benefits over 2% Milk on Postprandial Glycemia, Lipidemia, and Gastrointestinal Hormones in Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes*. <https://doi.org/10.2337/db22-31-or>
- Mollakhalili-Meybodi, N., Arab, M., & Zare, L. (2021). Harmful compounds of soy milk: characterization and reduction strategies. *Journal of Food Science and Technology, 59*, 3723–3732. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05249-4>
- Mukasafari, M. A., Mpatswenumugabo, J. P., Ndahetuye, J. B., Wredle, E., & Båge, R. (2025). Management factors affecting milk yield, composition, and quality on smallholder dairy farms. *Tropical Animal Health and Production, 57*(2), 1–12.
- Najman, K., Ponikowska, P., Sadowska, A., Hallmann, E., Wasiak-Zys, G., Świdorski, F., & Buczak, K. (2024). Physicochemical Properties and Nutritional Relevance of Rice Beverages Available on the Market. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app14199150>
- Naphatthalung, J., Chairuk, P., Yorsin, S., Kanokwiroon, K., Radenahmad, N., & Jansakul, C. (2022). Decreased body-fat accumulation and increased vasorelaxation to glyceryl trinitrate in middle-aged male rats following six-weeks consumption of coconut milk protein. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e20510>
- Nyanzi, R., Jooste, P. J., & Buys, E. M. (2021). Invited review: Probiotic yogurt quality criteria, regulatory framework, clinical evidence, and analytical aspects. *Journal of Dairy Science, 104*(1), 1–19.

- Orlova, A., Gribkova, V., Lebedeva, N., Slavyanskiy, A., & Nikolaeva, N. (2021). Development of technology for powdered soy milk with the addition of coconut powder. *BIO Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213406013>
- Padma, M., Rao, P., Edukondalu, L., Aparna, K., & Babu, G. (2022). The Effects of Spray Drying Conditions on Water Absorption Index, Water Solubility Index, Solubility and Water Activity (aw) of Rice Milk Powder. *International Journal of Environment and Climate Change*. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i1131002>
- Pakari, A., & Ghani, S. (2021). Comparison of different mechanical ventilation systems for dairy cow barns: CFD simulations and field measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 186, 106207.
- Parker, A. M., & Watson, R. R. (2017). Lactose intolerance. In *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease* (pp. 205–211). Elsevier.
- Pathot, Y. D. (2019). HYGIENIC PRACTICES AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF MILK: A REVIEW. *International Journal of Research -GRANTHAALAYAH*. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v7.i5.2019.856>
- Patton, S. (2004). *Milk: Its Remarkable Contribution to Human Health and Well-Being*. <https://doi.org/10.5860/choice.42-2213>
- Paudel, D., Dhungana, B., Caffé, M., & Krishnan, P. (2021). A Review of Health-Beneficial Properties of Oats. *Foods*, 10. <https://doi.org/10.3390/foods10112591>
- Paul, P., & Ghosh, B. (2017). Enrichment of lassi by incorporation of peptides from whey protein concentrate. *Journal of Applied and Natural Science*, 9, 2391–2399. <https://doi.org/10.31018/JANS.V9I4.1543>
- Pavlović, M., Radlović, N., Berenji, K., Arsić, B., & Rokvić, Ž. (2020). Lactose intolerance in children and adults. *Medicinski Časopis*, 54(3), 105–112.
- Penci, M. C., & Marín, M. A. (2016). Dulce de leche: Technology, quality, and consumer aspects of the traditional milk caramel of South America. *Traditional Foods: General and Consumer Aspects*, 123–136.
- Perko, B. (2011). Effect of prolonged storage on microbiological quality of raw milk. *Mljekarstvo*, 61, 114–124. <https://consensus.app/papers/effect-of-prolonged-storage->

- on-microbiological-quality-of-perko/f4482b17e7185120902dc4861d89fc66/
- Poonia, A., Jha, A., Sharma, R., Singh, H. B., Rai, A. K., & Sharma, N. (2017). Detection of adulteration in milk: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 70(1), 23–42.
- Prastyowati, A. (2021). Susu kuda liar Sumbawa: Manfaat dan potensinya sebagai probiotik. *Wartazoa*, 31(3), 147–154.
- Pratama, Y., Anggraeni, D., Rachma, Y., Surja, L. L., & Susanti, S. (2021). ANTIOXIDANT ACTIVITY, DEXTROSE EQUIVALENT, TOTAL DISSOLVED SOLID, AND VISCOSITY OF MALTED RED RICE MILK AT DIFFERENT ENZYME CONCENTRATIONS. 18. <https://doi.org/10.21082/JPASCA.V18N2.2021.%P>
- Qadi, W., Mediani, A., Benchoula, K., Wong, E., Misnan, N. M., & Sani, N. (2023). Characterization of Physicochemical, Biological, and Chemical Changes Associated with Coconut Milk Fermentation and Correlation Revealed by 1H NMR-Based Metabolomics. *Foods*, 12. <https://doi.org/10.3390/foods12101971>
- Rani, K., Amulya, G., Kumari, K., Shobana, D., Nireekshana, T., Santosh, M., & Chandra, K. (2020). Milk Adulteration and Detection. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 17, 4984–4988. <https://doi.org/10.1166/JCTN.2020.9066>
- Ratajczak, A., Rychter, A., Zawada, A., Dobrowolska, A., & Krela-Kaźmierczak, I. (2020). Lactose intolerance in patients with inflammatory bowel diseases and dietary management in prevention of osteoporosis. *Nutrition*, 82, 111043. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111043>
- Resources, N., & National Academies of Sciences and Medicine, E. (2021). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*.
- Rienzo, T., D'angelo, G., D'aversa, F., Campanale, M., Cesario, V., Montalto, M., Gasbarrini, A., & Ojetti, V. (2013). Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 17 Suppl 2, 18–25. <https://consensus.app/papers/lactose-intolerance-from-diagnosis-to-correct-management-rienzo-dangelo/3c2bfef54bb758b39c66e47bf6e955d2/>
- Romulo, A. (2022). Nutritional Contents and Processing of Plant-Based Milk: A Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012054>

- Romulo, A., & Sadek, N. (2022). Antioxidant and Nutritional Analysis of Organic Black Rice (*Oryza sativa* L.) Milk. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/998/1/012055>
- Ryoba, R., Richard, L., & Kurwijila, R. (2005). Technical Note Evaluation of extent of water adulteration of milk produced and marketed in Morogoro Municipality, Tanzania. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 6. <https://consensus.app/papers/technical-note-evaluation-of-extent-of-water-adulteration-ryoba-richard/a81ce392486254688700fea7baa46956/>
- Salama, M., Tebben, P., & Nofal, A. Al. (2024). An infant developing hypercalcemia and hypophosphatemia due to the use of exclusively almond milk. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 37, 375–379. <https://doi.org/10.1515/jpem-2023-0494>
- Saleh, A. A., Hassan, T. G. M., El-Hedainy, D. K. A., El-Barbary, A. S. A., Sharaby, M. A., Hafez, E. E., & Rashad, A. M. A. (2024). IGF-I and GH Genes polymorphism and their association with milk yields, composition and reproductive performance in Holstein–Friesian dairy cattle. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 341.
- Sargeant, J. M., Leslie, K. E., Shirley, J. E., Pulkrabek, B. J., & Lim, G. H. (2001). Sensitivity and specificity of somatic cell count and California Mastitis Test for identifying intramammary infection in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 84(9), 2018–2024.
- Shafi, A., & Husain, Q. (2022). Intolerance to Milk Lactose, Diagnostic Tests and Dietary Management: A Recent Update. *Avicenna Journal of Medical Biochemistry*. <https://doi.org/10.34172/ajmb.2022.10>
- Shahrajabian, M., & Sun, W. (2022). The important nutritional benefits and wonderful health benefits of Cashew (*Anacardium occidentale* L.). *The Natural Products Journal*. <https://doi.org/10.2174/2210315512666220427113702>
- Shiriaev, V., Lavrentev, F., Morozova, O., Ashikhmina, M., Goltsman, L., Kondrateva, S., Kazantceva, U., Utkin, R., Arseneva, T., & Iakovchenko, N. (2024). Perspective and quality aspects of fermentation in rice milk: effects of bacterial strains and rice variety. *International Journal of Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17445>

- Shwish, A. L. (2024). Heat Stress in Iraq Slashes Dairy Cow Health and Milk Production. *Academia Open*.  
<https://doi.org/10.21070/acopen.9.2024.9158>
- Singar, S., Kadyan, S., Patoine, C., Park, G., Arjmandi, B., & Nagpal, R. (2024). The Effects of Almond Consumption on Cardiovascular Health and Gut Microbiome: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 16.  
<https://doi.org/10.3390/nu16121964>
- Singh, P., & Dubey, R. (2022). Coconut Milk Benefit Human Body. *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology*.  
<https://doi.org/10.47856/ijaast.2022.v09i05.002>
- Sobhy, H., Abd, M. El, Elshabie, W., & FathyForsan, H. (2021). STUDY OF HIGH NUTRITIVE VALUE OF ALMOND MILK BEVERAGE. *Plant Archives*, 21.  
<https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.V21.S1.405>
- Sohouli, M. H., Lari, A., Fatahi, S., Shidfar, F., Găman, M., Guimarães, N. S., Sindi, G., Mandili, R., Alzahrani, G., Abdulwahab, R., Almuflihi, A., Alsobyani, F., Mahmud, A. A., Nazzal, O., Alshaibani, L., Elmokid, S., & Abu-Zaid, A. (2021). Impact of soy milk consumption on cardiometabolic risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Functional Foods*, 83, 104499.  
<https://doi.org/10.1016/J.JFF.2021.104499>
- Standard, C. (1999). 206–Codex General Standard for the Use of Dairy Terms, FAO. *WHO Food Standards, Codex Alimentarius*.
- Stephani, R., Francisquini, J., Perrone, Í. T., de Carvalho, A. F., & de Oliveira, L. F. C. (2019). Dulce de leche–chemistry and processing technology. *Milk Production, Processing and Marketing*, 1–18.
- Stone, J., Myhr, A., & Davie, I. (1983). Effect of Low-Temperature Cleaning of Milking Equipment on the Microbiological Quality of Raw Milk. *Journal of Food Protection*, 46 1, 58–60.  
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-46.1.58>
- Storz, M., Brommer, M., Lombardo, M., & Rizzo, G. (2023). Soy Milk Consumption in the United States of America: An NHANES Data Report. *Nutrients*, 15.  
<https://doi.org/10.3390/nu15112532>
- Swanson, M. S., Blaser, M. J., Bryant, D. A., Dermody, T., Fink, G., Fields, S., Gottesman, S., Hughes, J. M., Lindow, S., & McFall-

- Ngai, M. (2015). *FAQ: Microbes Make the Cheese*.
- Szilagyi, A., & Ishayek, N. (2018). Lactose Intolerance, Dairy Avoidance, and Treatment Options. *Nutrients*, 10. <https://doi.org/10.3390/nu10121994>
- Tamime, A. Y. (2009). *Dairy powders and concentrated products*.
- Taylor, R. (1962). A study of the accuracy of testing milk for butterfat using samples with and without chemical preservatives. *Journal of Milk and Food Technology*, 25, 116–118. <https://doi.org/10.4315/0022-2747-25.4.116>
- Thakur, K., Wei, Z., & Tomar, S. (2020). *Riboflavin-enriched fermented soy milk for redox-mediated gut modulation: in the search of novel prebiotics*. 91–103. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811907-5.00004-x>
- Thuy, N., Banyavongsa, A., & Tai, N. (2020). The effect of homogenization and sterilization on the stability and nutritional evaluation of Vietnamese purple rice milk supplemented with sesame, soybean and water caltrop. *Journal of Food Science*, 4, 2289–2295. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).379](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).379)
- Torna, E., Rivero-Mendoza, D., & Dahl, W. (2020). Plant-Based Milks: Almond. *EDIS*. <https://doi.org/10.32473/edis-fs410-2020>
- Tripathi, B., & Rani, R. (2022). *Development of herbal lassi using giloy stem juice ( Tinospora cordifolia )*. <https://consensus.app/papers/development-of-herbal-lassi-using-giloy-stem-juice-tripathi-rani/1ab251e010aa5d6ab30f5cb7bfa04a5f/>
- Tsioulpas, A., Lewis, M., & Grandison, A. (2007). A study of the pH of individual milk samples. *International Journal of Dairy Technology*, 60, 96–97. <https://doi.org/10.1111/J.1471-0307.2007.00308.X>
- Valido, E., Stoyanov, J., Bertolo, A., Hertig-Godeschalk, A., Zeh, R., Flueck, J., Minder, B., Stojic, S., Metzger, B., Bussler, W., Muka, T., Kern, H., & Glisic, M. (2021). Systematic Review of the Effects of Oat Intake on Gastrointestinal Health. *The Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab245>
- Velangi, M., & Savla, M. (2022). *Role of Plant Based Milk Alternatives as a Functional Beverage: A Review*.
- Venema, K., & Surono, I. S. (2019). Microbiota composition of dadih—a traditional fermented buffalo milk of West Sumatra. *Letters in Applied Microbiology*, 68(3), 234–240.

- Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2005). *Dairy science and technology*. CRC press.
- Wang, X., Wang, L., Wei, X., Xu, C., Cavender, G., Lin, W., & Sun, S. (2024). INVITED REVIEW: advances in yogurt development: microbiological safety, quality, functionality, sensory evaluation, and consumer perceptions across different dairy and plant-based alternative sources. *Journal of Dairy Science*.
- Wang, X., Ye, A., & Singh, H. (2020). Structural and physicochemical changes in almond milk during in vitro gastric digestion: impact on the delivery of protein and lipids. *Food & Function*. <https://doi.org/10.1039/c9fo02465d>
- Widodo, H. S., Astuti, T., & Soediarso, P. (2020). *PERBANDINGAN DAMPAK LAKTOSA DAN MINERAL TERHADAP BERAT JENIS SUSU SAPI DAN KAMBING DI KABUPATEN BANYUMAS*. 9. <https://consensus.app/papers/perbandingan-dampak-laktosa-dan-mineral-terhadap-berat-widodo-astuti/751832609d9155b98feec64536ffb39d/>
- Wiley, A. (2020). Lactose intolerance. *Evolution, Medicine, and Public Health*, 2020, 47–48. <https://doi.org/10.1093/emph/eoaa006>
- Wirawati, C. U., Sudarwanto, M. B., Lukman, D. W., & Wientarsih, I. (2017). Characteristic and development of cow's milk dadih as an alternate of buffalo's milk dadih. *WARTAZOA Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 27(2), 95–103.
- Wong, H.-K., Choo, Q.-C., & Chew, C.-H. (2020). Coconut milk gavage enhanced fecal bile excretion by modulating hepatic Fxr expression but failed to improve fasting serum cholesterol profile in C57BL/6 mice. *OCL*. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020037>
- Yaremchuk, V., Павлович, Я. В., Rodin, V., Ильич, Р. В., Khomenets, N., & Геннадьевич, Х. Н. (2010). *Management of safety and quality of milk on the principles of HACCP*. 17–27. <https://consensus.app/papers/management-of-safety-and-quality-of-milk-on-the-principles-yaremchuk-павлович/8ef37342fc97503896f24e6983b0da10/>
- Zahid, A., Shaukat, A., & Mahmood, K. (2010). *Lactose Intolerance*. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4377-0121-0.50116-1>
- Zajac, M., Gladys, J., Skarżyńska, M., Härnultv, G., & Björck, L. (1983). Changes in Bacteriological Quality of Raw Milk Stabilized by Activation of its Lactoperoxidase System and Stored at Different Temperatures. *Journal of Food Protection*,

46 12, 1065–1068. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-46.12.1065>

Zhang, X., Chen, X., Xu, Y., Yang, J., Du, L., Li, K., & Zhou, Y. (2021). Milk consumption and multiple health outcomes: umbrella review of systematic reviews and meta-analyses in humans. *Nutrition & Metabolism*, 18. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00527-y>

# Susu dan Produk Olahannya: Teori, Praktik, dan Standar Mutu

