Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan
Vol. 6 No. 1 Desember 2024
Beranda Jurnal: https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/jstp

Kualitas Fisikokimia Keju Mozarella dan *Soft Candy* dari Susu Sapi pada Waktu Pemerahan Berbeda

(The Physicochemical Quality of Mozarella Cheese and Soft candy at Different Milking Times)

Irma Isnafia Arief[1*], Nurul Hidayati[2], Zaenal Abidin[3], Tjut Awaliyah Zuraiyah[4], Maulita Putri Darmawati[5]

[1]Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Bogor 16680, Indonesia
[2]Departemen Menejemen, Fakultas Ekonomi dan Menejemen, IPB University, Bogor 16680, Indonesia
[3]Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Bogor 16680, Indonesia
[4]Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan, Bogor 16134, Indonesia
[5]Program Studi Ilmu Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB Univeristy, Bogor 16680, Indonesia

ARTICLE INFO

Received: 11 November 2024
Accepted: 25 December 2024
Published: 28 December 2024

*Corresponding author
isnafia@apps.ipb.ac.id

DOI: 10.31605/jstp.v6i1.4333

Keywords:
Local cow's milk
Mozarella cheese
Soft candy

ABSTRACT

This study aims to evaluate the physicochemical quality of mozzarella cheese and the physical quality of soft candy produced from cow's milk at different milking times. The analyzed physicochemical characteristics include carbohydrate content, protein content, fat content, pH, titratable acidity (TAT), water activity (aw), and texture parameters such as elasticity (mozzarella cheese) and viscosity (cow's milk). Meanwhile, for soft candy, physical quality tests were conducted, including pH, aw, and texture. Based on the analysis of the physicochemical composition of morning and evening milking cow's milk, it can be concluded that morning milk is more suitable for producing processed products such as mozzarella cheese and milk soft candy. The study results show that mozzarella cheese made from local cow's milk has characteristics comparable to commercial mozzarella cheese, while soft candy exhibits a chewy texture. Morning milk produces better product quality. Therefore, morning milk is recommended as the primary raw material for producing mozzarella cheese and soft candy to achieve optimal and high-quality results.

Kata Kunci:
Keju mozarella
Soft candy
Susu sapi
Waktu pemerahan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas fisikokimia keju mozarella dan kualitas fisik *soft candy* yang diproduksi dari susu sapi pada waktu pemerahan yang berbeda. Karakteristik fisikokimia yang dianalisis meliputi kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, pH, TAT, a_w serta parameter tekstur berupa elastisitas (keju mozarella) dan dan viskositas (susu sapi). Sementara, untuk *soft candy* dilakukan uji kualitas fisik meliputi pH, a_w, tekstur (*soft candy*). Berdasarkan hasil analisis komposisi fisikokimia susu sapi pemerahan pagi dan sore, dapat disimpulkan bahwa susu pemerahan pagi lebih baik digunakan untuk pembuatan produk olahan seperti keju mozarella dan milk *soft candy*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keju mozarella dari susu sapi lokal memiliki karakteristikyang setara dengan keju mozarella komersial, sementara *soft candy* menunjukkan profil tekstur yang kenyal. Susu hasil pemerahan pagi menghasilkan kualitas produk yang lebih baik. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan susu pemerahan pagi sebagai bahan baku utama dalam pembuatan keju mozzarella dan *soft candy* untuk mencapai hasil yang lebih optimal dan berkualitas.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

1. Pendahuluan

Kebutuhan terhadap produk susu olahan seperti keju dan *candy* berbahan dasar susu di Indonesia terus meningkat seiring dengan berkembangnya kesadaran masyarakat akan manfaat susu dan produk turunannya bagi kesehatan. Namun, sebagian besar produk susu olahan yang beredar di pasar domestik merupakan produk impor, sehingga potensi bahan baku lokal belum dimanfaatkan secara optimal. Peternak sapi perah melakukan pemerahan susu sapi sebanyak dua kali, yaitu pemerahan susu di pagi hari dan di sore hari, namun kualitas air susu yang dihasilkan dapat berbeda karena tingkah laku makan sapi. Hal itu dapat mempengaruhi kualitas produk olahan susu yang diproduksi di sisi hilir. Pada penelitian ini digunakan susu sapi yang digunakan dari peternak di daerah Ciawi, Bogor, yang juga merupakan hasil pemerahan pagi hari dan sore hari. Untuk peningkatan nilai tambah ekonomi produk olahan susu maka dikembangkan keju mozarella dan milk *soft candy* sebagai upaya mendiversifikasi produk susu lokal serta meningkatkan nilai tambah bagi peternak lokal. Kebaruan dari penelitian ini berupa inovasi dalam proses penggunaan susu sapi peternak lokal menghasilkan keju mozzarella dengan tekstur yang elastis dan rasa yang khas, sesuai dengan preferensi konsumen Indonesia. Begitu pula dengan penggunaan kultur *starter* lokal dan enzim penggumpal alami turut menciptakan keju berkualitas tinggi dengan keunikan rasa.

Keju mozarella merupakan jenis keju semi-lunak dengan tekstur elastis dan rasa yang ringan, yang banyak digunakan dalam hidangan kuliner seperti pizza dan pasta. Penggunaan mozzarella dalam berbagai olahan kuliner saat ini di Indonesia berkembang pesat. Keju ini sering digunakan pada pizza. Keju lain tidak dapat menandingi kandungan nutrisi dan rasa keju mozzarella yang meleleh, yang dapat menghasilkan serat saat dipanaskan (M. S. Murtaza et al., 2023; Zhang et al., 2023). Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Murtaza, Anees-Ur-Rehman, Hafiz, Ameer, & Celik (2022) mengenai pengoptimalan produksi keju mozzarella dengan enzim yang lebih baik, yang meningkatkan tekstur dan rasa produk akhir. Shaukat et al. (2021) mencatat bahwa variasi dalam kondisi pemrosesan, seperti suhu dan waktu pemasakan, dapat mempengaruhi kualitas keju mozzarella yang dihasilkan dari susu kerbau. Abesinghe et al. (2020) mengemukakan bahwa komposisi susu, khususnya kandungan lemak dan protein, berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan sensori dari keju mozzarella, yang semakin menunjukkan pentingnya pemilihan bahan baku yang tepat dalam proses produksi. Maharani, Sari, Wicaksono, & Nuraini (2023) juga menjelaskan bahwa pemahaman yang mendalam tentang kimia, fisik, dan mikrobiologi dalam pembuatan keju sangat penting untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten dan tinggi, termasuk pada produk keju mozzarella.

Permen lunak adalah permen/*candy* jeli bening transparan dengan sedikit tekstur elastis yang dibuat dari sari buah atau air (Saputrayadi, Marianah, & Alia, 2021). Amalia, Lestari, & Safitri (2021) menjelaskan bahwa permen lunak didefinisikan sebagai permen yang mengandung gula, glukosa, lemak, agar-agar, dan kadang-kadang rasa tambahan selain pewarna dan zat penghasil atmosfer asam. Hendrawan et al. (2016) meneliti pentingnya kandungan susu dalam permen ini, dimana susu memberikan rasa khas dan nutrisi yang tinggi, menjadikannya pilihan populer di banyak negara. Lebih lanjut, Sangadah & Triastuti, (2023) menambahkan bahwa kualitas permen/candy susu lunak sangat dipengaruhi oleh jenis susu yang digunakan, apakah susu segar, susu bubuk, atau susu evaporasi, yang masing-masing memberikan dampak berbeda pada rasa dan tekstur produk akhir. Penggunaan bahan tambahan seperti pengemulsi dan pengental dalam pembuatan *candy* susu lunak juga berperan besar dalam mencapai konsistensi yang diinginkan. Novelina, Anggraini, & Putri (2020) mengungkapkan bahwa teknik pemrosesan seperti pemanasan bertahap dan penggunaan alat pemanas bertekanan dapat mempercepat proses pembuatan *candy* susu lunak dengan meningkatkan efisiensi produksi. Sulistyowati, Ningsih, Trinata, Suharyanto, & Soetrisno (2023) juga meneliti pengaruh faktor lingkungan seperti kelembapan dan suhu dalam penyimpanan permen susu lunak, yang dapat mempengaruhi kualitas dan daya tahan permen tersebut. Di Indonesia, Adinda, Nilda, & Zakaria (2021) juga meneliti pentingnya variasi bahan baku lokal dalam pembuatan *candy* susu lunak, menunjukkan bahwa penggunaan susu sapi lokal dapat menghasilkan *candy* dengan rasa yang lebih khas dan kaya. Saputrayadi et al. (2021) menjelaskan bahwa pengendalian suhu selama proses pembuatan *candy* sangat krusial untuk mendapatkan *candy* dengan tekstur yang tepat, di mana suhu yang terlalu tinggi dapat merusak kandungan gizi susu. Sementara itu, Waqtarib, Sjah, & Sukardi (2020) membahas tantangan yang dihadapi oleh produsen *candy* susu lunak dalam mengontrol kualitas bahan baku dan

proses produksi untuk menghasilkan *candy* yang konsisten dengan kualitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kualitas fisikokimia dari dua produk, yaitu keju mozzarella dan *soft candy*, yang terbuat dari susu sapi pada waktu pemerahan yang berbeda. Tujuan penelitian ini meliputi analisis kadar air, protein, lemak, pH, dan tekstur pada kedua produk tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan uji kualitas fisik pada susu sapi yang digunakan, guna mengetahui seberapa baik kualitas susu sapi dari berbagai waktu pemerahan, serta untuk menentukan susu terbaik yang dapat digunakan sebagai bahan baku produk.

2. Materi dan Metode

2.1. Materi Penelitian

Bahan-bahan utama yang digunakan dalam pembuatan keju mozarella adalah: susu sapi segar (dari peternakan CV. Wahyu Farm Sejahtera), rennet nabati komersial (+QSO Vegetable Rennet Tablets, New England Cheesemaking Supply Co., England), asam sitrat, dan garam. Bahan untuk membuat *soft candy* adalah gelatin (Hakiki, Indonesia) sukrosa, *corn syrup* (Chung Jung One, Korea) agar-agar, mentega, perisa, dan pewarna. Alat yang digunakan adalah: panci, wajan teflon, pengaduk kayu, termometer, gelas ukur, pisau, saringan, loyang, dan kompor gas. Selain itu, peralatan untuk menganalisis kandungan lemak, protein, dan karbohidrat yaitu: Erlenmeyer, bulb, pipet ukur, bath, kertas saring corong, clamp, soxhlet, oven, tatakan aluminium, *milkotester* (Master ECO, Bulgaria), Perten *texture analyzer* (TVT 6700, Swedia), pH meter (PH5F IONIX), a_w meter (Novasina, Switzerland), dan Burret.

2.2. Prodesur Penelitian

Pembuatan Keju Mozarella

Penelitian Susu dipanaskan hingga mencapai suhu 35 – 40 °C dan ditambahkan asam sitrat dan rennet untuk menggumpalkan protein susu menjadi curd. Proses pematangan dilakukan selama 30 – 40 menit hingga whey terpisah dari curd. Curd dimasukan kembali pada whey yang sudah dipanaskan dengan suhu sekitar 80 °C dan diremas-remas hingga mencapai tekstur yang elastis dan dapat ditarik menjadi benang (*stretching*). Keju mozarella yang telah terbentuk kemudian direndam dalam larutan garam selama 1 jam sebelum disimpan pada suhu *freezer* ± 4 °C (Abubakar & Usmiati, 2016). Metode ini juga sesuai dengan yangh dilakukan oleh Pelivanoska (2022).

Pembuatan Soft Candy

Dilakukan pencampuran susu segar, gula, mentega dan sedikit air dalam panci, lalu dipanaskan pada suhu 70 – 80 °C sambil diaduk hingga gula larut. Setelah campuran homogen, tambahkan gelatin dan agar-agar yang sudah dilarutkan sebelumnya dalam air dingin. Pemanasan dilanjutkan pada suhu rendah sekitar 60 – 65 °C sambil terus diaduk untuk mencegah penggumpalan dan memastikan tekstur tetap halus. Setelah semua bahan tercampur dan suhu sudah mencapai 90 °C, adonan dituangkan ke dalam cetakan. Adonan kemudian didiamkan hingga padat pada suhu ruang atau didinginkan dalam lemari pendingin. Setelah padat, *soft candy* dipotong menjadi bagian yang lebih kecil untuk dianalisis (Suprayatmi, Amalia, & Kusuma, 2015).

2.3. Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan berupa penggunaan jenis susu hasil pemerahan pada pagi dan sore hari (menentukan penggunaan susu hasil pemerahan terbaik). Ulangan dilakukan sebanyak 4 kali setiap minggu, susu sapi dikoleksi untuk tiap kandang, sehingga tidak merupakan susu dari sapi individu. Pengujian setiap parameter dilakukan secara triplo (Adinugraha & Wijayaningrum, 2017).

2.4. Variabel yang Diamatin

Kualitas Susu

Pengujian kualitas susu menggunakan milkotester diawali dengan pengambilan sampel susu segar sebanyak 50 – 100 ml yang telah dihomogenkan pada suhu ruang. Setelah milkotester dikalibrasi dan dibersihkan, sampel susu dimasukkan ke dalam alat dan pengukuran dimulai dengan menekan tombol "*Start*" atau "*Measure*." Milkotester akan secara otomatis mengukur beberapa parameter utama susu, seperti kadar lemak, protein, laktosa, padatan total, dan titik beku untuk mendeteksi adanya campuran air. Hasil pengukuran akan tampil pada layar dan dicatat untuk setiap parameter.

Nilai pH

Pengujian nilai pH merujuk pada Mamani-Linares & Gallo (2014) menggunakan pH PH5F

IONIX. Elektroda pada ujung alat dikalibrasi menggunakan buffer pada pH 4 kemudian pH 7. Lalu, dibilas menggunakan akuades. Sampel disiapkan sebanyak 10 mL dan pH meter dicelupkan pada sampel tersebut hingga angka pada pH meter stabil.

Nilai Total Asam Tertitrasi (TAT)

Pengujian ini merujuk pada SNI 2089:2009 (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2009) yang dilakukan dengan mengencerkan sampel sebanyak 10 mL sampel dengan akuades dan perbandingan 1:1 lalu, ditambahkan tiga tetes fenolftalein (PP) sebagai indikator kemudian dilakukan titrasi dengan NaOH (0,1 N) hingga muncul warna merah muda. Selanjutnya nilai yang didapatkan akan dikonversi menjadi persentase asam laktat dengan formula 1.

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{\text{N.V1} \times \text{Eq.Wt}}{\text{V2 x 10}} \quad (1)$$

Keterangan:
N = Normalitas Titran (mol L-1)
V1 = Volume Titran (mL)
V2 = Volume Sampel (mL)
Eq.Wt = Bobot equivalen asam (asam laktat 90.8)

Nilai Water Activity (a_w)

Pengukuran nilai aktivitas air dilkuakan berdasarkan Zaid, Ikasari, Suryaningrum, Arti, & Supriyadi (2017) menggunakan alat a_w meter novasina ms 1 set-a_w. Alat dikalibrasikan terlebih dahulu menggunakan larutan NaCl jenuh. Sebanyak 5 g sampel diletakkan pada wadah sampel. Kemudian, sampel ditutup dan ditunggu hingga nilai yang terdapat pada monitor stabil.

Nilai Tekstur

Tekstur dianalisis berdasarkan Arora et al. (2023). Sampel dianalisis menggunakan instrument Perten *textur analyzer* TVT 6700. Sebuah probe digunakan dua kali untuk mendorong sampel setelah dipotong dadu secara merata. Probe yang digunakan memiliki kecepatan 2 mm / s dan dapat menekan sampel hingga 30% dari ketinggian awalnya. Parameter yang dilihat adalah nilai *springness* atau keknyalan yang muncul pada software *Textur Analyzer* Perten TVT 6700.

Kadar Protein

Penentuan kadar protein dilakuklan berasarkan AOAC (2005) dalam sampel dianalisis dengan metode Kjeldahl yang merupakan analisis kadar total N (nitrogen). Kadar protein dalam sampel dapat dihitung dengan menggunakan formula 2 dan 3.

$$\text{N (\%)} = \frac{\text{(HCL - blanko) ml} \times \text{N HCL} \times 14{,}007}{\text{Bobot Sampel (mg)}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Kadar protein (\% bb)} = 6{,}25 \times \text{N\%} \quad (3)$$

Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak dilakukan berdasarkan AOAC (2005). Setelah menimbang dan membungkus 5 g sampel dalam kertas saring, sampel tersebut diletakkan di atas alat ekstraksi soxhlet yang ditempatkan di atas kondensor dan memiliki labu gemuk di bawahnya. 150 mL heksana digunakan sebagai pelarut lemak untuk proses ekstraksi 16 jam. Setelah itu, lemak yang diekstraksi dikeringkan selama lima jam pada suhu 105 ° Formula 4 dapat digunakan untuk menentukan kandungan lemaknya.

$$\text{Kadar lemak (\% bb)} = \frac{\text{Bobot lemak terekstrak}}{\text{Bobot lemak sampel}} \times 100\% \quad (4)$$

Kadar Karbohidrat

Setiap larutan harus diambil dalam 1 ml. Kocok dalam 1 mililiter larutan fenol 5%. Tambahkan 5 ml larutan asam sulfat kuat segera, lalu rendam dalam air. kemudian berikan waktu sepuluh menit untuk berdiri. menghitung absorbansinya pada panjang gelombang 490 nm. Buat kurva standar. Dengan menambahkan larutan glukosa standar ke sampel, Anda dapat mengulangi prosedur yang sama. Lakukan ini dua kali. Untuk tepung biji mangga yang mengandung belerang, ulangi prosedur sebelumnya. Kadar karbohidrat dinyatakan dalam persen glukosa (%) = (G)/W x 100 dimana G = Konsentrasi glukosa (g) dan W = Bobot sampel (g) (Sulmiyati & Said, 2019)

2.5. Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan dan apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji Tukey untuk melihat perbedaan di antara perlakuan (Dimu, Rafael, & Nge, 2021).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Fisikokimia Susu Sapi

Analisis fisikokimia pada susu sapi segar dilakukan dengan meliputi uji fisik (pH, TAT, Viskositas, dan *Water Activity*). Sementara, untuk uji kimia dilakukan menggunakan *milkotester* meliputi analisis (Kandungan lemak, protein,

padatan, dan laktosa). Hasil analisis fisikokimia susu sapi segar dari CV. Wahyu Farm Sejahtera disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis fisikokimia susu sapi

Parameter pengujian	Sampel susu sapi	
	Pemerahan pagi	Pemerahan sore
Fisik		
pH	6,72±0,04[a]	6,80±0,03[b]
a_w	0,98±0,01[a]	0,97±0.05[b]
Viskositas (cP)	1,85±0,10[a]	1,75±0.05[b]
TAT (%)	0,15±0,02[a]	0,13±0,01[b]
Kimia		
Lemak (%)	7,01±0,30[a]	6,20±0,25[b]
Protein (%)	2,90±0,12[a]	2,80±0,10[b]
Padatan (%)	21,80±0,40[a]	21,50±0,35[b]
Laktosa (%)	3,95±0,08[a]	3,85±0,05[b]

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05); TAT = total asam tertitrasi; a_w = *water activity*..

Sifat Fisik Susu Sapi

Sampel susu pemerahan sore menunjukkan pH yang sedikit lebih tinggi (6,80) dibandingkan dengan pemerahan pagi (6,72), dengan perbedaan signifikan (P<0,05) Hal ini masih sejalan dengan standar kualitas susu segar yang baik yaitu berada pada rentang pH 6,30 – 6,80 (Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2024). Peningkatan pH pada susu pemarahan sore dapat disebabkan oleh perubahan metabolisme sapi sepanjang hari (Mahardika, Trisunuwati, & Surjowardojo, 2016). Nilai *water activity* (a_w) pada susu pemerahan pagi lebih tinggi (0,98) dibandingkan dengan susu pemerahan sore (0,97), meskipun perbedaannya kecil namun tetap signifikan. Darmawati et al. (2024) juga melakukan pembuatan dangke sejenis keju segar menggunakan susu pada pemerehan pagi hari karena lebih baik kualitasnya. Kandungan a_w yang lebih tinggi di pagi hari dapat dipengaruhi oleh kandungan air yang lebih banyak akibat sapi biasanya diberi minum lebih banyak pada malam hari untuk menjaga hidrasi (Arini & Ifalahma, 2021). Viskositas susu pemerahan pagi (1,85 cP) lebih tinggi dibandingkan dengan pemerahan sore (1,75 cP). Perbedaan viskositas ini dapat diakibatkan oleh perubahan kandungan lemak dan protein dalam susu berdasarkan pola makan dan waktu pemerahan. Pada pagi hari, sapi umumnya memiliki waktu lebih lama untuk mencerna pakan dari malam sebelumnya, yang meningkatkan kandungan padatan dalam susu (Suhendra, Nugraha, Nugraheni, & Hartati, 2020). Sampel susu pemerahan pagi menunjukkan nilai TAT lebih tinggi (0,15 %) dibandingkan pemerahan sore (0,13 %), yang menandakan adanya sedikit peningkatan kandungan asam pada susu pagi hari. Hal ini masih sejalan dengan standar kualitas susu segar yang baik yaitu berada pada rentang TAT 0,2 % - 2,0 % (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2009). Nilai TAT yang lebih tinggi bisa menunjukkan lebih banyaknya aktivitas mikroba yang terjadi pada malam hari, sehingga memungkinkan terjadinya sedikit fermentasi alami di dalam ambing sapi yang meningkatkan kadar asam.

Sifat Kimia Susu Sapi

Susu pemerahan pagi menunjukkan kandungan lemak yang lebih tinggi (6,50 %) dibandingkan dengan susu pemerahan sore (6,20 %), meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Peningkatan kandungan lemak pada susu pagi kemungkinan terkait dengan pola makan sapi dan proses metabolisme yang lebih efisien pada pagi hari setelah waktu istirahat yang lebih panjang di malam hari. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa susu yang diperah pada pagi hari cenderung memiliki kadar lemak yang lebih tinggi, yang dapat dipengaruhi oleh pencernaan yang lebih optimal dan waktu pengosongan ambing yang lebih lama (Sulistyo, Chairunnisa, & Wulandari, 2018). Kandungan protein pada susu pemerahan pagi (2,90 %) lebih tinggi dibandingkan dengan susu pemerahan sore (2,80 %). Perbedaan ini juga dapat dijelaskan oleh faktor metabolisme sapi. Setelah beristirahat sepanjang malam, sapi biasanya memiliki cadangan protein yang lebih banyak di dalam tubuhnya, yang akan tercermin pada kualitas susu yang dihasilkan saat pemerahan pagi. Susu pemerahan pagi memiliki kandungan padatan total yang sedikit lebih tinggi (21,80 %) dibandingkan dengan susu pemerahan sore (21,50 %). Padatan total dalam susu sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak, protein, dan mineral (Wulandari, Taufik, & Syarif, 2017).

Kandungan laktosa pada susu pemerahan pagi (3,95 %) sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan susu pemerahan sore (3,85 %). Kadar nutrisi (sifat kimia) susu tersebut telah memenuhi standar SNI susu segar (RSNI3-2024), yaitu SNI menyatakan kadar lemak minimum 3 %; kadar bahan kering minimum 10,8%, kadar protein minimum 2,8 %, nilai pH 6,5 – 6,8 (Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2024). Penurunan kandungan laktosa pada pemerahan sore bisa terjadi akibat akumulasi lemak yang lebih tinggi pada susu sore, yang sering mengurangi kadar laktosa. Hal ini disebabkan oleh mekanisme tubuh sapi yang memprioritaskan pengendapan energi dalam bentuk lemak ketika pakan telah dicerna dengan baik pada sore hari. Studi serupa juga menunjukkan bahwa kandungan laktosa cenderung lebih rendah pada susu yang diperah pada sore hari (Ikasari et al., 2017).

3.2. Fisikokima Keju Mozarella

Sifat Fisik Keju Mozarella

Sifat fisik keju mozarella pada penelitian ini meliputi pH, total asam tertitrasi (TAT), a_w, tekstur (*hardness)*. Data hasil analisis pengujian sifat fisik keju mozarella disajikan pada Tabel 2. Keju mozarella MP memiliki pH sedikit lebih rendah (5,25) dibandingkan dengan Keju mozarella MS (5,35) terdapat perbedaan P<0,05, yang menunjukkan perbedaan tingkat keasaman pada kedua jenis keju. Keju mozzarella memiliki standar nilai pH sebesar 5,1 - 5,4 (Nindyasari, Irfin, & Moentamaria, 2023).

Tabel 2. Hasil analisis fisik keju mozarella

Parameter pengujian	Sampel keju mozarella	
	MP	MS
pH	6,25±0,05[a]	5,35±0,04[b]
TAT (%)	0,20±0,02[a]	0,18±0,03[b]
a_w	0,95±0,01[a]	0,92±0.02[b]
Tekstur *hardness* (g/force)	8,50±0,01[a]	7,80±0,02[b]

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). MP = Keju mozarella susu pemerahan pagi; MS = Keju mozarella susu pemerahan sore.; TAT = total asam tertitrasi; a_w = *water activity*.

pH pada keju mozarella mempengaruhi rasa dan tekstur akhir keju. Keju dengan pH yang lebih rendah cenderung memiliki rasa yang lebih asam dan tekstur yang lebih kenyal. Pembuatan keju dengan nilai pH kurang dari 5,0 menyebabkan keju kehilangan kemampuan meleleh dan mulur akibat hilangnya kelarutan kasein (Nindyasari et al., 2023). TAT keju mozarella MP (0,20%) sedikit lebih tinggi dibandingkan keju mozarella MS (0,18%). Peningkatan TAT dapat berhubungan dengan proses fermentasi yang lebih aktif, di mana asam laktat dihasilkan lebih banyak selama proses pembuatan keju. TAT yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keasaman yang lebih rendah, yang berkontribusi pada rasa asam pada keju. Nilai a_w keju mozarella MP (0,95) sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan keju mozarella MS (0,92), yang menunjukkan bahwa keju mozarella MP lebih lembap. Kadar air yang lebih tinggi dalam keju mozarella mempengaruhi tekstur keju, menjadikannya lebih kenyal dan elastis. Keju dengan a_w yang lebih tinggi cenderung memiliki umur simpan yang lebih pendek karena pertumbuhan mikroorganisme lebih cepat pada kadar air yang tinggi. Selain itu, Silva et al. (2020) menambahkan bahwa inovasi dalam teknologi produksi mozzarella, seperti penggunaan bahan tambahan fungsional, dapat membantu meningkatkan keberlanjutan produksi dan mengurangi ketergantungan pada bahan pengawet kimia.

Keju mozarella MP memiliki elastisitas yang lebih tinggi (8,5) dibandingkan dengan keju mozarella MS (7,8), yang menunjukkan bahwa keju mozarella MP memiliki tekstur yang lebih kenyal dan elastis. Elastisitas pada keju mozarella sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein yang terkandung dalam susu serta proses pembuatan keju itu sendiri sebagai ikatan protein kasein yang membentuk struktur gel dan memberikan karakteristik elastis tersebut (Garcia, Alvis, & Arrazola, 2018; Mattice & Marangoni, 2020).

Sifat Kimia Keju Mozarella

Sifat kimia keju mozarella pada penelitian ini meliputi kadar lemak, kadar ptorein dan kadar karbohidrat. Data hasil analisis pengujian sifat kimia keju mozarella disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis komposisi keju mozzarella yang dibuat dari susu pemerahan pagi dan sore menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam kadar lemak, protein, atau karbohidrat. Perbedaan kandungan lemak dan protein pada susu pemerahan pagi dan sore menunjukkan adanya variasi kecil, dimana susu

pagi memiliki kadar lemak dan protein yang lebih tinggi, yaitu 5 % dan 18 %, dibandingkan susu sore dengan kadar lemak 4,46 % dan protein 15 %. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh ritme metabolisme sapi, waktu makan, dan siklus laktasi, yang sering kali menyebabkan kandungan nutrisi pada susu bervariasi antara pemerahan pagi dan sore (Sudrajat, Saleh, Rimbawanto, & Christi, 2021).

Tabel 3. Hasil analisis kimia keju mozarella

Parameter pengujian	Sampel keju mozzarella	
	MP	MS
Lemak (%)	5,00±0,15[a]	4,46±0,01[b]
Protein (%)	18±0,20[a]	15±0,18[b]
Karbohidrat (%)	0	0

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). MP = Keju mozarella susu pemerahan pagi; MS = Keju mozarella susu pemerahan sore.

Sifat Fisik Soft Candy

Sifat fisik *soft candy* pada penelitian ini meliputi pH, a_w, tekstur (*chewiness)*. Data hasil analisis pengujian sifat fisik *soft candy* disajikan pada Tabel 4. Perbedaan pH antara *candy* susu yang terbuat dari susu pemerahan pagi (6,8) dan sore (6,5) perbedaan signifikan P<0,05. Hal ini dapat mempengaruhi rasa dan tekstur *candy*.

pH yang lebih tinggi pada susu pagi dapat meningkatkan stabilitas produk, karena pH yang lebih sedikit asam dapat mendukung pembentukan struktur yang lebih kokoh dalam produk akhir. pH yang tepat diperlukan untuk mencegah kerusakan rasa dan tekstur pada produk *candy* susu. Nilai a_w yang lebih tinggi pada susu pagi (0,85) menunjukkan bahwa *candy* susu yang dihasilkan akan memiliki kelembapan yang lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi daya simpan dan kekerasan *candy*. Pada susu sore, dengan a_w yang lebih rendah (0,82), *candy* yang dihasilkan mungkin akan lebih kering dan lebih keras, yang menunjukkan perbedaan dalam kandungan air yang mempengaruhi tekstur dan kualitas produk.

Tabel 4. Hasil analisis fisik *soft candy*

Parameter pengujian	Sampel s*oft candy*	
	CP	CS
pH	6,80±0,05[a]	4,46±0,01[b]
a_w (%)	0,85±0,02[a]	15±0,18[b]
Tekstur *chewiness* (g/*force*)	12,5±0,30[a]	11,0±0,25[b]

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). CP = *Soft candy* susu pemerahan pagi; CS = *Soft candy* susu pemerahan sore; a_w = *water activity*.

Zokaityte et al. (2021) menyatakan bahwa penggunaan pengental alami seperti agar-agar atau gelatin sangat umum dalam produksi *candy* susu lunak karena dapat meningkatkan tekstur dan memperpanjang umur simpan produk. Selain itu, Kurt, Bursa, & Toker (2022) menunjukkan bahwa keberhasilan pengendalian proses kristalisasi gula dalam campuran permen sangat penting untuk menghasilkan permen dengan tekstur yang kenyal dan tidak lengket. Analisa tekstur dengan menggunakan alat Textur Analyzer dilakukan pada *soft candy*. Hasil ananlisis menunjukkan perbedaan signifikan P<0,05 pada kedua sampel. Dengan nilai tekstur *candy* susu pagi sebesar 12 g/force, sementara *candy* susu sore berada pada nilai 11 g/force. Pada analisa tekstur dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai yang ditunjukkan maka semakin baik teksturnya (Meilani, 2022). Elisanti, Suryanegara, Ardianto, & Rindiani (2024) menjelaskan bahwa tekstur kenyal pada permen susu lunak dipengaruhi oleh kombinasi pemanasan dan pengeringan, yang memungkinkan terbentuknya gel susu yang stabil.

4. Kesimpulan

Waktu pemerahan mempengaruhi kualitas fisikokimia susu sapi, yang pada gilirannya mempengaruhi kualitas keju mozzarella dan *soft candy* yang dihasilkan. Analisis terhadap kadar air, protein, lemak, pH, dan tekstur menunjukkan bahwa produk olahan yang terbuat dari susu sapi yang diperah pada waktu tertentu memiliki kualitas yang lebih baik. Oleh karena itu, pemilihan waktu pemerahan yang tepat dapat meningkatkan kualitas susu yang digunakan sebagai bahan baku untuk produk olahan, sehingga menghasilkan produk dairy dengan kualitas yang optimal. Susu pagi menghasilkan kualitas produk yang lebih baik, dengan pH yang lebih tinggi, a_w yang lebih tinggi, dan tekstur yang lebih padat. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan susu pemerahan pagi sebagai bahan baku utama dalam

pembuatan keju mozzarella dan *soft candy* untuk mencapai hasil yang lebih optimal dan berkualitas.

5. Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai melalui kegiatan Pengabdian skema Pemberdayaan Berbasis Kewirausahaan, ruang lingkup Pemberdayaan Mitra Usaha Produk Unggulan Daerah (PMUPUD). Terima kasih kami ucapkan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dengan Nomor Kontrak 027/E5/PG.002.00.PL/2024 dan Nomor Kontrak Turunan 22142/IT3.D10/PT.01.03 /P/B/2024.

References

Abesinghe, A. M. N. L., Priyashantha, H., Prasanna, P. H. P., Kurukulasuriya, M. S., Ranadheera, C. S., & Vidanarachchi, J. K. (2020). Inclusion of probiotics into fermented buffalo (*Bubalus bubalis*) milk: An overview of challenges and opportunities. *Fermentation*, *6*(4), 1–24. https://doi.org/10.3390/fermentation6040121

Abubakar, & Usmiati, S. (2016). Mutu keju putih rendah lemak diproduksi dengan bahan baku susu modifikasi. *Buletin Peternakan*, *40*(2), 144–156. https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v40i2.9085

Adinda, F., Nilda, C., & Zakaria, F. (2021). Kajian pembuatan permen susu karamel dengan penambahan peppermint oil (*Mentha piperita*) dan ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *6*(4), 467–473. https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18334

Adinugraha, B. S., & Wijayaningrum, T. N. (2017). Rancangan acak lengkap dan rancangan acak kelompok pada bibit ikan. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 47–56. Semarang: Unimus Press.

Amalia, R. R., Lestari, E., & Safitri, N. E. (2021). Pemanfaatan jagung (*Zea mays*) sebagai bahan tambahan dalam pembuatan permen jelly. *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, *12*(1), 123–130. https://doi.org/10.35891/tp.v12i1.2163

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Maryland: AOAC International.

Arini, L. D. D., & Ifalahma, D. (2021). Pemeriksaan jumlah total bakteri pada susu sapi segar dari peternakan sapi di daerah Kalijambe Sragen. *Journal of Health (JoH)*, *8*(2), 128–139. https://doi.org/10.30590/joh.v8n2.p128-139.2021

Arora, K., Tlais, A. Z. A., Augustin, G., Grano, D., Filannino, P., Gobbetti, M., & Di Cagno, R. (2023). Physicochemical, nutritional, and functional characterization of gluten-free ingredients and their impact on the bread texture. *Lwt*, *177*(Maret), 114566. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114566

Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2024). *Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI3: Susu Mentah- Sapi*. Jakarta: BSNI.

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2009). *Syarat Mutu Yogurt*. SNI No 01-2981-2009. Jakarta: BSNI.

Darmawati, M. P., Arief, I. I., Wulandari, Z., Hajrawati, Sukma, A., Budiman, C., & Abidin, Z. (2024). Characteristics, antioxidant and Antihypertensive properties of buffalo milk Dangke with the addition of *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* IIA-1A5 as probiotics during cold storage. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, *21*(155), 86–102.

Dimu, F. P., Rafael, A., & Nge, S. T. . (2021). Substitusi tepung *Cucurbita moschata* (Duch.) Poir terhadap kadar β-karoten dan daya terima cake labu kuning. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, *4*(1), 7–15. https://doi.org/10.33323/indigenous.v4i1.107

Elisanti, A. D., Suryanegara, M. A., Ardianto, E. T., & Rindiani, R. (2024). Effects of dragon fruits and moringa oleifera extracts, mineral mix variations on soft milk candy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1338*(1), 012050. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1338/1/012050

Garcia, C. A., Alvis, A., & Arrazola, G. (2018). Mechanical and viscoelastic properties of mozzarella cheese. *Advance Journal of Food Science and Technology*, *15*(SPL), 113–116. https://doi.org/10.19026/ajfst.14.5881

Hendrawan, Y., Susilo, B., Putranto, A. W.,

Riza, D. F. Al, Maharani, D. M., & Amri, M. N. (2016). Optimasi dengan algoritma RSM-CCD pada evaporator vakum waterjet dengan pengendali suhu fuzzy pada pembuatan permen susu. *Jurnal Agritech*, *36*(2), 226–232. https://doi.org/10.22146/agritech.12868

Ikasari, D., Suryaningrum, T. D., Arti, I. M., & Supriyadi. (2017). Pendugaan umur simpan kerupuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) panggang dalam kemasan plastik metalik dan polipropilen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, *12*(1), 55–70. https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.342

Kurt, A., Bursa, K., & Toker, O. S. (2022). Gummy candies production with natural sugar source: Effect of molasses types and gelatin ratios. *Food Science and Technology International*, *28*(2), 118–127. https://doi.org/10.1177/1082013221993566

Maharani, N., Sari, I. A., Wicaksono, D. A., & Nuraini, U. (2023). Kajian penggunaan jenis rennet nabati dan hewani terhadap kualitas fisik dan kimia keju mozarella susu sapi. *Journal of Student Research*, *1*(1), 423–431. https://doi.org/10.55606/jsr.v1i1.1083

Mahardika, H. A., Trisunuwati, P., & Surjowardojo, P. (2016). Pengaruh suhu air pencucian ambing dan teat dipping terhadap jumlah produksi, kualitas dan jumlah sel somatik susu pada sapi peranakan friesian holstein. *Buletin Peternakan*, *40*(1), 11–20. https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v40i1.8785

Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. B. (2014). Meat quality, proximate composition and muscle fatty acid profile of young ilamas (*Lama glama*) supplemented with hay or concentrate during the dry season. *Meat Science*, *96*(1), 394–399. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.028

Mattice, K. D., & Marangoni, A. G. (2020). Physical properties of plant-based cheese products produced with zein. *Food Hydrocolloids*, *105*, 105746. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105746

Meilani, F. (2022). Pengaruh penambahan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik permen karamel susu sapi. *Food Technology and Halal Science Journal*, *6*(2), 176–188. https://doi.org/10.22219/fths.v6i2.28346

Murtaza, M. A., Anees-Ur-Rehman, M., Hafiz, I., Ameer, K., & Celik, O. F. (2022). Effects of probiotic adjuncts on physicochemical properties, organic acids content, and proteolysis in cheese prepared from buffalo milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(3), e16385. https://doi.org/10.1111/jfpp.16385

Murtaza, M. S., Sameen, A., Rafique, S., Shahbaz, M., Gulzar, N., Murtaza, M. A., … Hafiz, I. (2023). Impact of dietary fiber (inulin and resistant starch) on the quality parameters of low fat cheddar cheese from buffalo milk. *Pakistan Journal of Zoology*, *55*(2), 855–862. https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20200630120620

Nindyasari, K. D., Irfin, Z., & Moentamaria, D. (2023). Enzim zingibain sebagai bahan koagulasi susu untuk pembuatan keju mozarella. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, *8*(1), 133–140. https://doi.org/10.33795/distilat.v8i1.309

Novelina, N., Anggraini, T., & Putri, L. N. (2020). Characteristics of jelly candy made from soybean milk and addition of eggshell powder. *AJARCDE | Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment*, *4*(1), 41–47. https://doi.org/10.29165/ajarcde.v4i1.37

Pelivanoska, D. (2022). Techniques for making cheese with low salt and fat content. *International Journal of Research and Review*, *9*(7), 564–573. https://doi.org/10.52403/ijrr.20220761

Sangadah, H. A., & Triastuti, D. (2023). Analisis uji tingkat kesukaan konsumen terhadap produk permen susu karamel (studi kasus: Mijari Milk dan TS). *Journal of Systems Engineering and Management*, *2*(1), 24–29. https://doi.org/10.36055/joseam.v2i1.19086

Saputrayadi, A., Marianah, & Alia, J. (2021). Kajian suhu dan lama pemasakan terhadap mutu permen susu kerbau. *Journal of Agritechnology and Food Processing*, *1*(1), 46–60. https://doi.org/10.31764/jafp.v1i1.5821

Shaukat, A., Nadeem, M., Qureshi, T. M., Kanwal, R., Sultan, M., Kashongwe, O. B., … Murtaza, M. A. (2021). Effect of in vitro digestion on the antioxidant and

angiotensin-converting enzyme inhibitory potential of buffalo milk processed cheddar cheese. *Foods*, *10*(7), 1661. https://doi.org/10.3390/foods10071661

Silva, L. F., Sunakozawa, T. N., Amaral, D. M. F., Casella, T., Nogueira, M. C. L., De Dea Lindner, J., … Penna, A. L. B. (2020). Safety and technological application of autochthonous *Streptococcus thermophilus* cultures in the buffalo mozzarella cheese. *Food Microbiology*, *87*(Mei), 103383. https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103383

Sudrajat, A., Saleh, D. M., Rimbawanto, E. A., & Christi, R. F. (2021). Produksi dan kualitas susu sapi friesian holstein (FH) di Kpbs Pangalengan Kabupaten Bandung. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, *22*(1), 42–51. https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2021.022.01.6

Suhendra, D., Nugraha, W. T., Nugraheni, Y. L. R. E., & Hartati, L. (2020). Korelasi kadar lemak dan laktosa dengan berat jenis susu sapi friesian holstein di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, *8*(2), 88–91. https://doi.org/10.30598/ajitt.2020.8.2.88-91

Sulistyo, B., Chairunnisa, H., & Wulandari, E. (2018). Pengaruh penggunaan kombinasi enzim papain dan jus lemon sebagai koagulan terhadap kadar air, berat rendemen, dan nilai kesukaan fresh cheese. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, *18*(1), 8–15. https://doi.org/10.24198/jit.v18i1.15299

Sulistyowati, E., Ningsih, R. P. A., Trinata, Y. P., Suharyanto, S., & Soetrisno, E. (2023). Salad dressing soft candy made of dairy goat milk with the addition of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizuz*): Nutritional content, physical and organoleptic properties. *E3S Web of Conferences*, *373*(04004), 1–8. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337304004

Sulmiyati, S., & Said, N. S. (2019). Karakteristik dangke susu kerbau dengan penambahan crude papain kering. *agriTECH*, *38*(3), 345–352. https://doi.org/10.22146/agritech.24331

Suprayatmi, M., Amalia, L., & Kusuma, W. (2015). Pemanfaatan ekstrak rosella (*Hibiscus sabdariffa* Lynn) sebagai pewarna alami pada pembuatan soft candy. *Jurnal Agroindustri Halal*, *1*(2), 148–154. https://doi.org/10.30997/jah.v1i2.369

Waqtarib, T. W., Sjah, T., & Sukardi, L. (2020). Analisis nilai tambah produk agroindustri permen susu di Kecamatan Moyo Utara Kabupaten Sumbawa. *Agroteksos*, *30*(2), 79–89. https://doi.org/10.29303/agroteksos.v30i2.560

Wulandari, Z., Taufik, E., & Syarif, M. (2017). Kajian kualitas produk susu pasteurisasi hasil penerapan rantai pendingin. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, *5*(3), 94–100. https://doi.org/10.29244/jipthp.5.3.94-100

Zhang, M., Dong, X., Huang, Z., Li, X., Zhao, Y., Wang, Y., … Giovannucci, E. L. (2023). Cheese consumption and multiple health outcomes: an umbrella review and updated meta-analysis of prospective studies. *Advances in Nutrition*, *14*(5), 1170–1186. https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.06.007

Zokaityte, E., Siriakovaite, K., Starkute, V., Zavistanaviciute, P., Lele, V., Mozuriene, E., … Bartkiene, E. (2021). Characteristics of nutraceutical chewing candy formulations based on fermented milk permeate, psyllium husk, and apple by-products. *Foods*, *10*(4), 777. https://doi.org/10.3390/foods10040777