MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i3.10097

ANALISIS KADAR KARBOHIDRAT DAN LEMAK KEJU MOZARELLA MENGGUNAKAN METODE LUFF-SCHOORL DAN WEIBULL BERDASARKAN SNI 01-2891-1992

Analysis of Carbohydrate and Fat Content in Mozzarella Cheese Using the Luff-Schoorl and Weibull Methods Based on SNI 01-2891-1992

Reni & Alizar Ulianas
Universitas Negeri Padang
renia6466@Gmail.com; alizarulianas@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Mar 28, 2026	Apr 25, 2026	May 7, 2026	May 12, 2026

Abstract

Mozzarella cheese is a widely consumed dairy product and has distinctive characteristics, such as meltability and elasticity, which are influenced by its nutritional composition, particularly carbohydrate and fat content. Nutritional content analysis of mozzarella cheese is important to ensure product quality and its conformity with food standards. This study aims to determine the carbohydrate and fat content of mozzarella cheese based on the SNI 01-2891-1992 method. Carbohydrate content was determined using the Luff-Schoorl method, while fat content was analyzed using the Weibull hydrolysis method. The mozzarella cheese samples were prepared through dissolution and hydrolysis processes before testing. The analysis results showed that the carbohydrate content in the mozzarella cheese sample was 1.8778%, while the fat content was 24.4548%. The low carbohydrate content indicates that most of the lactose had undergone fermentation during the cheese-making process. Meanwhile, the fat content obtained met the quality requirements for mozzarella cheese based on SNI 8896:2020, namely a minimum of 18%. Thus, the Luff-Schoorl and Weibull hydrolysis methods

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

can be used to accurately determine carbohydrate and fat content in mozzarella cheese in accordance with the Indonesian National Standard (SNI).

Keywords: Mozzarella Cheese; Carbohydrate; Fat; Luff-Schoorl; Weibull Hydrolysis

Abstrak: Keju *mozzarella* merupakan produk olahan susu yang banyak dikonsumsi dan memiliki karakteristik khas, seperti daya leleh dan elastisitas, yang dipengaruhi oleh komposisi gizinya, terutama kadar karbohidrat dan lemak. Analisis kandungan gizi pada keju *mozzarella* penting dilakukan untuk menjamin mutu produk dan kesesuaiannya dengan standar pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar karbohidrat dan lemak pada keju *mozzarella* berdasarkan metode SNI 01-2891-1992. Penentuan kadar karbohidrat dilakukan menggunakan metode Luff-Schoorl, sedangkan kadar lemak dianalisis menggunakan metode hidrolisis Weibull. Sampel keju *mozzarella* dipersiapkan melalui proses pelarutan dan hidrolisis sebelum pengujian. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar karbohidrat pada sampel keju *mozzarella* sebesar 1,8778%, sedangkan kadar lemak sebesar 24,4548%. Kadar karbohidrat yang rendah menunjukkan bahwa sebagian besar laktosa telah mengalami fermentasi selama proses pembuatan keju. Sementara itu, kadar lemak yang diperoleh telah memenuhi persyaratan mutu keju *mozzarella* berdasarkan SNI 8896:2020, yaitu minimum 18%. Dengan demikian, metode Luff-Schoorl dan hidrolisis Weibull dapat digunakan untuk menentukan kadar karbohidrat dan lemak pada keju *mozzarella* secara tepat sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata Kunci: Keju *Mozzarella*; Karbohidrat; Lemak; Luff-Schoorl; Hidrolisis Weibull

PENDAHULUAN

Keju mozarella merupakan produk olahan susu yang memiliki nilai penting dalam industri pangan karena karakteristiknya yang mudah meleleh, elastis, dan mampu membentuk regangan saat dipanaskan. Karakteristik tersebut menjadikan mozarella banyak digunakan pada produk berbasis pemanasan, khususnya pizza dan makanan siap saji. Mutu keju mozarella dipengaruhi oleh bahan baku, kultur starter, komposisi kimia, serta perubahan selama penyimpanan. Perbedaan jenis susu dan kultur starter dapat memengaruhi sifat fisikokimia, tekstur, daya leleh, dan daya regang mozarella (Gokhan *et al*., 2023). Perubahan biokimia selama penyimpanan juga berperan terhadap kestabilan mutu dan performa fungsional low-moisture part-skim mozzarella (Ming *et al*., 2022).

Karbohidrat dan lemak menjadi parameter penting dalam penilaian mutu kimia keju mozarella. Karbohidrat pada keju berkaitan dengan laktosa serta senyawa turunannya yang berubah selama fermentasi dan penyimpanan. Profil karbohidrat dan asam organik pada keju dapat digunakan untuk melihat perubahan kimia produk selama proses pengolahan (Ahmed *et al*., 2023). Analisis karbohidrat pada produk susu juga berkaitan dengan ketepatan informasi gizi dan pelabelan pangan (Panseri *et al*., 2021). Sementara itu, lemak berperan dalam

membentuk cita rasa, kelembutan, struktur, dan karakteristik leleh keju. Komposisi lemak pada keju berkaitan dengan mutu gizi dan karakteristik kimia produk (Paszczyk & Polak-´Sliwiriska, 2022).

Permasalahan mendasar dalam penelitian ini terletak pada kebutuhan akan data kadar karbohidrat dan lemak pada keju mozarella yang diperoleh melalui metode pengujian terstandar. Evaluasi mutu produk tidak cukup hanya didasarkan pada karakteristik fisik maupun sensori, sebab produk dengan tampilan yang serupa dapat memiliki komposisi kimia yang berbeda. Atas dasar tersebut, analisis kadar karbohidrat dan lemak perlu dilakukan menggunakan metode yang sesuai dengan prinsip kerja laboratorium pangan serta memiliki landasan analitik yang jelas. Metode Luff-Schoorl masih relevan digunakan dalam analisis karbohidrat pangan karena bekerja berdasarkan reaksi oksidasi-reduksi gula pereduksi yang dilanjutkan dengan titrasi iodometri (Asquieri & Batista, 2019). Sementara itu, metode Weibull dapat digunakan untuk analisis lemak karena melibatkan proses hidrolisis asam sebelum ekstraksi, sehingga sesuai diterapkan pada bahan pangan dengan matriks yang kompleks, termasuk produk olahan susu seperti keju mozarella (Adamska *et al*., 2017).

Penelitian terdahulu tentang mozarella telah banyak membahas komposisi, tekstur, sifat fungsional, penyimpanan, dan pengaruh formulasi terhadap mutu produk. Komposisi dan sifat fungsional low-moisture part-skim mozzarella dapat berubah karena perbedaan bahan baku dan struktur mikro produk (Abdelmoneim *et al*., 2022). Bakteri probiotik juga dapat memengaruhi nilai kimia, profil tekstur, dan atribut sensori mozarella selama penyimpanan (Akarca & Tomar, 2016). Pada aplikasi pangan, jenis mozarella dapat memengaruhi sifat kimia dan sensori pizza margherita (Piscopo *et al*., 2024). Kajian lain menunjukkan bahwa modifikasi lemak pada mozarella rendah lemak dapat memengaruhi struktur mikro, sifat fungsional, reologi, dan penerimaan sensori produk(Nademi *et al*., 2025). Namun, penelitian yang secara khusus menganalisis kadar karbohidrat dan lemak keju mozarella menggunakan kombinasi metode Luff-Schoorl dan Weibull berdasarkan SNI 01-2891-1992 masih terbatas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan dua metode analisis konvensional berbasis standar nasional untuk menguji dua komponen kimia utama pada keju mozarella. Metode Luff-Schoorl digunakan untuk menentukan kadar karbohidrat melalui prinsip gula pereduksi, sedangkan metode Weibull digunakan untuk menentukan kadar lemak melalui hidrolisis dan ekstraksi. Penerapan Luff-Schoorl pada bahan pangan masih digunakan dalam

pengujian karbohidrat secara titrimetri (Wawryniuk *et al*., 2022). Pengujian lemak dengan hidrolisis Weibull juga masih digunakan pada analisis bahan pangan yang mengacu pada SNI 01-2891-1992 (Itsnaini Oktafira & Budi, 2022). SNI 01-2891-1992 tercatat sebagai standar berlaku untuk cara uji makanan dan minuman di Indonesia, termasuk pengujian parameter kimia pangan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis kadar karbohidrat dan lemak keju mozarella menggunakan metode Luff-Schoorl dan Weibull berdasarkan SNI 01-2891-1992. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kadar karbohidrat keju mozarella menggunakan metode Luff-Schoorl dan menentukan kadar lemak menggunakan metode Weibull. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan data kuantitatif yang mendukung evaluasi mutu kimia keju mozarella secara objektif, terukur, dan sesuai dengan standar pengujian pangan.

METODE

Penelitia ini dirancang menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memfokuskan pada analisis kadar karbohidrat dan lemak pada keju mozarella berdasarkan SNI- 01-2891-1992 menggunakan metode Luff-Schoorl Dan Weibull. Penelitian ini dilakukan pada bulan juli 2025 di laboratorium makanan dan minuman balai standarisasi dan pelayanan jasa industri (BSPJI), padang. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah keju mozarella, HCl 25%, HCl3%, NaOH 30%, larutan luff-scrhoorl, larutan KI 20%, Amilum, H_2SO_4 25%, aquades, kertas lakmus, larutan natrium thiosulfat 0,1N, $AgNO_3$, dan petrosium. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Neraca analitik, Gelas piala, Labu ukur 500 ml, Erlenmeyer 500 ml, Buret, Klem dan statif, Corong, Pendingin tegak, Pipet gondok 10ml dan 25ml, Gelas ukur, Stopwatch, Pipet tetes, Hot plate, Stirer, Desikator, alat destilasi, oven, cawan petry, microwave, kotak plastik, spatula, dan waterbath.

Cara Kerja

1. Analisis kadar karbohidrat

Analisis kadar karbohidrat dilakukan menggunakan metode Luff-Schoorl berdasarkan SNI 01-2891-1992. Sampel keju mozzarella dilelehkan terlebih dahulu menggunakan microwave, lalu ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL. Sebanyak 200 mL larutan HCl 3% ditambahkan ke dalam sampel, kemudian campuran dipanaskan dengan pendingin tegak selama 3 jam untuk proses hidrolisis. Setelah

proses pemanasan selesai, larutan didinginkan menggunakan waterbath dan dinetralkan dengan NaOH 30% hingga mencapai pH netral yang diuji menggunakan kertas lakmus. Larutan hasil hidrolisis dipindahkan ke dalam labu ukur 500 mL, ditambahkan akuades hingga tanda batas, lalu disaring. Filtrat sebanyak 25 mL diambil dan dicampurkan dengan 25 mL larutan Luff-Schoorl dalam erlenmeyer 500 mL. Campuran tersebut dipanaskan selama 10 menit lalu didinginkan sebelum ditambahkan 15 mL KI 20%, 25 mL H_2SO_4 25%, dan 2–3 tetes indikator amilum. Tahap akhir dilakukan titrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga larutan berubah menjadi warna putih susu.

2. Kadar lemak

Analisis kadar lemak dilakukan menggunakan metode Weibull berdasarkan SNI 01-2891-1992. Sampel keju mozzarella yang telah dilelehkan ditimbang sebanyak 5 g kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 mL. Sampel ditambahkan 25 mL larutan HCl 25% dan 25 mL akuades, kemudian dipanaskan dengan penutup kaca arloji hingga volume larutan menyusut. Setelah didinginkan, campuran disaring dan dicuci hingga bebas ion klorida yang diuji menggunakan larutan $AgNO_3$. Kertas saring kemudian dikeringkan, dibungkus dalam selongsong, dan dioven selama 2 jam. Selongsong didinginkan di dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. Proses ekstraksi lemak dilakukan melalui destilasi selama 3 jam, kemudian selongsong dioven kembali selama 2 jam dan didinginkan di dalam desikator selama 30 menit sebelum ditimbang hingga diperoleh massa konstan.

HASIL

Analisis ini dilakukan untuk mengukur kadar karbohidrat dan lemak yang terdapat didalam produk keju mozarella.uji karbohidrat dan lemak yang dilakukan yaitu uji kuantitaif menggunakan uji luff-schoorl dan metoda weibull.Analisis ini dilakukan berdasarkan ketentuan dari SNI 01-2891-1992.Dari hasil data pengujian diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data pengujian karbohidrat keju mozarella

Berat sampel(g)	FP	V blanko(ml)	Titrasi sampel(ml)	N thio
5,0102	500ml/25 ml= 20	16,1	14,6	0,13755

Berdasarkan Tabel 1. Data Pengujian Karbohidrat Keju Mozarella, diketahui bahwa sampel keju mozzarella yang digunakan memiliki berat 5,0102 g dengan faktor pengenceran sebesar 20. Volume titrasi blanko sebesar 16,1 mL, sedangkan volume titrasi sampel sebesar 14,6 mL dengan normalitas natrium tiosulfat sebesar 0,13755 N. Perbedaan volume antara

titrasi blanko dan titrasi sampel menunjukkan adanya gula pereduksi yang bereaksi dalam proses analisis menggunakan metode Luff-Schoorl. Data pada tabel ini menjadi dasar awal dalam menghitung kadar karbohidrat pada sampel keju mozzarella.

Tabel 1 Data metoda luff schoorl kadar karbohidrat keju mozarella

X(a,b) daftar luff	a	b	C	Y
	glukosa	Sisa glukosa	selisih	
2,06325	4,8	0,06325	2,4	4,9518

$$\%\text{Kadar Karbohidrat} = \frac{(W_1 x\ fp\ x0{,}95)}{W\ x\ 1000} x100$$

$$= \frac{(4{,}9518\ x\ 20\ x\ 0{,}95)}{(5{,}0102\ x\ 1000)} x100$$

$$= 1{,}8778$$

Selanjutnya, Tabel 2. Data Metode Luff-Schoorl Kadar Karbohidrat Keju Mozarella menunjukkan hasil konversi data titrasi ke dalam daftar Luff-Schoorl. Nilai X sebesar 2,06325 digunakan untuk menentukan kandungan glukosa berdasarkan daftar Luff-Schoorl. Nilai a sebesar 4,8, nilai b sebesar 0,06325, nilai c sebesar 2,4, dan nilai Y sebesar 4,9518 menunjukkan hasil perhitungan yang digunakan dalam penentuan kadar karbohidrat. Berdasarkan perhitungan tersebut, kadar karbohidrat keju mozzarella diperoleh sebesar 1,8778%. Nilai ini menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat pada keju mozzarella relatif rendah. Kondisi tersebut dapat terjadi karena sebagian besar laktosa dalam susu telah mengalami perubahan selama proses fermentasi dan pengolahan keju.

Tabel 3. Data Hasil pengujian kadar lemak keju mozarella

Berat sampel(g)	Massa sebelum destilasi	Massa setelah destilasi 1	Massa setelah destilasi 2	Massa setelah destilasi 3
5,0031	3,9469	2,7234	2,7246	2,7141

$$\%\ \text{Kadar Lemak} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} x100\%$$

$$= \frac{(3{,}9469 - 2{,}7234)}{5{,}0031} x100\%$$

$$= 24{,}4548$$

Kemudian, Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kadar Lemak Keju Mozarella menunjukkan hasil analisis kadar lemak menggunakan metode Weibull. Sampel yang digunakan memiliki berat 5,0031 g. Massa sebelum destilasi tercatat sebesar 3,9469 g, sedangkan massa setelah destilasi pertama, kedua, dan ketiga masing-masing sebesar 2,7234

g, 2,7246 g, dan 2,7141 g. Perubahan massa tersebut menunjukkan adanya lemak yang terekstraksi selama proses destilasi. Berdasarkan hasil perhitungan, kadar lemak keju mozzarella diperoleh sebesar 24,4548%. Nilai ini menunjukkan bahwa lemak merupakan komponen dominan dalam keju mozzarella dan berperan penting dalam membentuk tekstur, rasa, kelembutan, elastisitas, serta daya leleh produk.

Secara keseluruhan, hasil pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 menunjukkan bahwa keju mozzarella memiliki kadar karbohidrat rendah dan kadar lemak tinggi. Kadar karbohidrat sebesar 1,8778% menunjukkan rendahnya kandungan laktosa pada produk akhir, sedangkan kadar lemak sebesar 24,4548% menunjukkan bahwa keju mozzarella termasuk produk olahan susu dengan kandungan lemak yang cukup tinggi. Hasil ini mendukung karakteristik umum keju mozzarella sebagai produk pangan berbasis susu yang memiliki sifat lembut, elastis, dan mudah meleleh saat dipanaskan

PEMBAHASAN

Analisis kadar karbohidrat dan lemak pada keju mozzarella dilakukan untuk mengetahui karakteristik kimia produk sebagai salah satu parameter mutu pangan berbasis susu. Berdasarkan hasil pengujian, kadar karbohidrat pada sampel keju mozzarella sebesar 1,8778%, sedangkan kadar lemak sebesar 24,4548%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keju mozzarella memiliki kadar karbohidrat yang rendah dan kadar lemak yang lebih dominan. Rendahnya kadar karbohidrat dapat dikaitkan dengan berkurangnya kandungan laktosa selama proses pengolahan, khususnya melalui aktivitas fermentasi oleh bakteri asam laktat. Laktosa sebagai karbohidrat utama dalam susu akan mengalami degradasi menjadi senyawa asam organik selama proses pembentukan curd dan fermentasi (Moynihan *et al*., 2016). Selain itu, proses pemanasan dan stretching dalam pembuatan mozzarella juga dapat memengaruhi komposisi senyawa larut air pada produk akhir. Sebaliknya, kadar lemak yang cukup tinggi menunjukkan bahwa lemak merupakan komponen penting dalam struktur kimia dan fungsional keju mozzarella. Lemak berperan dalam membentuk tekstur, kelembutan, rasa, elastisitas, daya leleh, serta stabilitas keju selama proses pemanasan dan penyimpanan (Correia, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menjelaskan bahwa mozzarella merupakan produk olahan susu dengan kandungan karbohidrat rendah dan kadar lemak relatif tinggi. Kandungan karbohidrat yang rendah masih sesuai dengan

karakteristik mozzarella segar karena sebagian laktosa telah dimetabolisme selama proses fermentasi dan pengolahan (Moynihan *et al*., 2016) ; (Unno *et al*., 2021); (Facioni *et al*., 2021). Variasi kadar karbohidrat juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam laktat selama pembentukan curd dan penyimpanan produk (Faria *et al*., 2022). Sementara itu, kadar lemak sebesar 24,4548% masih berada dalam kisaran yang sebanding dengan penelitian (Piscopo *et al*., 2024), yang menunjukkan bahwa beberapa jenis mozzarella memiliki kandungan lipid berbeda sesuai bahan baku, kadar air, dan proses pengolahannya. Temuan ini juga mendukung penelitian (Gulzar *et al*., 2019), yang menyatakan bahwa komposisi lemak pada mozzarella memengaruhi sifat fungsional, meltability, dan struktur matriks protein keju. Selain itu, kadar lemak yang relatif tinggi berhubungan dengan mutu sensori dan fungsional mozzarella, terutama pada aspek tekstur, rasa, kelembutan, kemampuan leleh, dan stabilitas selama pemanasan (Sonwane *et al*., 2024).

Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa metode Luff-Schoorl dan Weibull berdasarkan SNI 01-2891-1992 dapat digunakan untuk memperoleh gambaran kuantitatif mengenai komposisi dasar keju mozzarella, khususnya pada parameter karbohidrat dan lemak (badan standarisasi nasional (BSN),1992). Hasil kadar karbohidrat yang rendah menunjukkan bahwa proses pengolahan mozzarella mampu menurunkan kandungan laktosa, sedangkan kadar lemak yang cukup tinggi memperlihatkan bahwa lemak menjadi salah satu komponen utama yang menentukan mutu kimia dan fungsional produk. Secara praktis, data ini dapat digunakan sebagai dasar evaluasi mutu produk mozzarella, baik dalam skala laboratorium, industri pangan, maupun pengembangan produk olahan susu. Kandungan lemak yang tinggi juga perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi nilai gizi, karakteristik sensori, dan kesesuaian produk dengan kebutuhan konsumen (Ahmed *et al*., 2023).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, analisis hanya berfokus pada dua parameter utama, yaitu kadar karbohidrat dan kadar lemak, sehingga belum memberikan gambaran komposisi gizi keju mozzarella secara menyeluruh. Parameter lain seperti kadar protein, kadar air, kadar abu, kadar garam, pH, dan nilai energi belum dianalisis. Kedua, penelitian ini belum membandingkan beberapa jenis atau merek mozzarella, sehingga variasi komposisi antarproduk belum dapat dijelaskan secara lebih luas. Ketiga, metode Luff-Schoorl dan Weibull merupakan metode analisis konvensional yang memerlukan ketelitian tinggi pada tahap preparasi, titrasi, hidrolisis, dan ekstraksi, sehingga potensi kesalahan teknis masih dapat terjadi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah sampel yang lebih beragam, menambahkan parameter mutu kimia lain, serta

membandingkan hasil metode konvensional dengan metode instrumental agar diperoleh data yang lebih komprehensif dan akurat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis kadar karbohidrat dan lemak pada keju mozzarella menggunakan metode Luff-Schoorl dan Weibull berdasarkan SNI 01-2891-1992 menunjukkan bahwa kedua metode tersebut dapat digunakan secara efektif untuk menentukan komposisi kimia produk olahan susu, khususnya pada parameter karbohidrat dan lemak. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa keju mozzarella memiliki kadar karbohidrat yang relatif rendah dan kadar lemak yang lebih dominan yaitu 1,8778% dan 24,4548% , sehingga sesuai dengan karakteristik keju sebagai produk pangan berbasis susu yang kaya lemak. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu analisis pangan, terutama dalam penerapan metode standar nasional untuk mengevaluasi mutu gizi produk keju mozzarella. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi penelitian lanjutan maupun pengujian laboratorium dalam menilai kualitas produk olahan susu. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis parameter lain, seperti protein, kadar air, kadar abu, kadar garam, dan nilai energi total, serta membandingkan beberapa jenis atau merek keju mozzarella agar diperoleh gambaran mutu gizi yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Abdalla, A., Abu-Jdayil, B., Alsereidi, H., Hamed, F., Kamal-Eldin, A., Huppertz, T., & Ayyash, M. (2022). Low-moisture part-skim mozzarella cheese made from blends of camel and bovine milk: Gross composition, proteolysis, functionality, microstructure, and rheological properties. *Journal of Dairy Science, 105*(11), 8734–8749. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22144

Adamska, A., Rasińska, E., Rutkowska, J., & Antoniewska, A. (2017). Fatty acid profile of commercial Camembert- and Brie-type cheeses available on the Polish market. *CyTA - Journal of Food, 15*(4), 639–645. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1331266

Ahmed, M. E., Hammam, A. R. A., Ali, A. E. F., Alsaleem, K. A., Elfaruk, M. S., Kamel, D. G., & Moneeb, A. H. M. (2023). Measurement of carbohydrates and organic acids in varieties of cheese using high-performance liquid chromatography. *Food Science & Nutrition, 11*(5), 2081–2085. https://doi.org/10.1002/fsn3.2438

Akarca, G., Atik, A., & Denizkara, A. J. (2023). A comparison study on functional and textural properties of mozzarella cheeses made from bovine and buffalo milks using different starter cultures. *International Dairy Journal, 141*, 105622. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105622

Akarca, G., Çağlar, A., & Tomar, O. (2016). The effects spicing on quality of mozzarella cheese. *Mljekarstvo, 66*(2), 112–121. https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2016.0203

Asquieri, E. R., Silva, A. G. de M. e, Mendes, D. de C. S., & Batista, R. D. (2019). Comparison of titulometric and spectrophotometric approaches towards the determination of total soluble and insoluble carbohydrates in foodstuff. *Carpathian Journal of Food Science and Technology, 11*(3), 69–79. https://doi.org/10.34302/crpjfst/2019.11.3.6

Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2891-1992: Cara Uji Makanan dan Minuman*. https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/3258-sni01-2891-1992

Facioni, M. S., Dominici, S., Marescotti, F., Covucci, R., Taglieri, I., Venturi, F., & Zinnai, A. (2021). Lactose residual content in PDO cheeses: Novel inclusions for consumers with lactose intolerance. *Foods, 10*(9), 2236. https://doi.org/10.3390/foods10092236

Gonçalves, M. C., & Cardarelli, H. R. (2021). Mozzarella cheese stretching: A minireview. *Food Technology and Biotechnology, 59*(1), 82–91. https://doi.org/10.17113/ftb.59.01.21.6707

Gulzar, N., Rafiq, S., Nadeem, M., Imran, M., Khalique, A., Sleem, I. M., & Saleem, T. (2019). Influence of milling pH and storage on quality characteristics, mineral and fatty acid profile of buffalo mozzarella cheese. *Lipids in Health and Disease, 18*, 33. https://doi.org/10.1186/s12944-019-0976-9

Król, J., Wawryniuk, A., & Brodziak, A. (2022). The effect of raw milk quality and starter cultures on the yield and nutritional value of Polish acid curd cheese (tvarog). *Annals of Animal Science, 22*(1), 439–458. https://doi.org/10.2478/aoas-2021-0042

Moynihan, A. C., Govindasamy-Lucey, S., Molitor, M., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., McSweeney, P. L. H., & Lucey, J. A. (2016). Effect of standardizing the lactose content of cheesemilk on the properties of low-moisture, part-skim mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science, 99*(10), 7791–7802. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11215

Nademi, S., Shahab Lavasani, A., Mirmajidi Hashtjin, A., & Berenji, S. (2025). Effect of fat replacer on physicochemical, sensorial and rheological properties of low-fat mozzarella cheese. *International Journal of Food Properties, 28*(1), 2568548. https://doi.org/10.1080/10942912.2025.2568548

Oktafira, S. I., & Setiawan, B. (2022). Formulasi Bubur Ready To Eat Berbasis Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) sebagai Pangan Darurat. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik, 1*(2), 110–118. https://doi.org/10.25182/jigd.2022.1.2.110-118

Panseri, S., Pavlovic, R., Castrica, M., Nobile, M., Di Cesare, F., & Chiesa, L. M. (2021). Determination of carbohydrates in lactose-free dairy products to support food labelling. *Foods, 10*(6), 1219. https://doi.org/10.3390/foods10061219

Paszczyk, B., Polak-Śliwińska, M., & Zielak-Steciwko, A. E. (2022). Chemical composition, fatty acid profile, and lipid quality indices in commercial ripening of cow cheeses from different seasons. *Animals, 12*(2), 198. https://doi.org/10.3390/ani12020198

Piscopo, A., Mincione, A., Summo, C., Silletti, R., Giacondino, C., Rocco, I., & Pasqualone, A. (2024). Influence of the mozzarella type on chemical and sensory properties of "Pizza Margherita." *Foods, 13*(2), 209. https://doi.org/10.3390/foods13020209

Silva, L. F., De Dea Lindner, J., Sunakozawa, T. N., Amaral, D. M. F., Casella, T., Nogueira, M. C. L., & Penna, A. L. B. (2022). Biodiversity and succession of lactic microbiota involved in Brazilian buffalo mozzarella cheese production. *Brazilian Journal of Microbiology, 53*(1), 303–316. https://doi.org/10.1007/s42770-021-00629-6

Sonwane, S. R., Thombre, B. M., & Chauhan, D. S. (2024). Physico-chemical evaluation of mozzarella cheese prepared from blends of cow and buffalo milk. *International Journal of Advanced Biochemistry Research, 8*(11), 46–49. https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i11a.2809

To, C. M., Kerkaert, B., Bossier, S., Van Gaver, D., Van der Meeren, P., & Guinee, T. P. (2022). Variations in the biochemical and functional properties of commercial low-moisture part-skim mozzarella during 3 months of storage at 4 °C. *International Dairy Journal, 128*, 105320. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105320

Unno, R., Suzuki, T., Matsutani, M., & Ishikawa, M. (2021). Evaluation of the relationships between microbiota and metabolites in soft-type ripened cheese using an integrated omics approach. *Frontiers in Microbiology, 12*, 681185. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.681185