



## Karakteristik Fisikokimia Keju *Mozzarella* dengan Penambahan Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*)

### *Physicochemical Characteristics of Mozzarella Cheese with the Addition of Secang Wood Extract (Caesalpinia Sappan L.)*

Ghaniy Aziz Zulfikar\*, Singgih Tri Saputro, Muhammad Safik Al Basthi, Triana Setyawardani, Hermawan Setyo Widodo

Faculty of Animal Science, Universitas Jenderal Soedirman. Dr. Soeparno No.60, Karangwangkal, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, 53122, Jawa Tengah, Indonesia.

\* Corresponding Author. E-mail address: [triana.setyawardani@unsoed.ac.id](mailto: triana.setyawardani@unsoed.ac.id)

#### ARTICLE HISTORY:

Submitted: 23 July 2025

Revised: 06 August 2025

Accepted: 08 August 2025

Published: 01 March 2026

#### KATA KUNCI:

Fisikokimia

Kayu secang

Keju mozzarella

Susu sapi

#### KEYWORDS:

Cow's milk

Mozzarella cheese

Physicochemical

Secang Wood

#### ABSTRAK

Kualitas fisikokimia pada keju *mozzarella* adalah salah satu karakteristik penting untuk kualitas keju *mozzarella*. Penambahan ekstrak kayu secang yang ditambahkan pada keju *mozzarella* dianggap menarik. Penelitian ini menggunakan susu sapi, ekstrak kayu secang, *rennet* hewani, asam sitrat, garam dan seperangkat alat pembuatan keju *mozzarella*. Penelitian dilakukan dengan lima perlakuan penambahan ekstrak kayu secang, yaitu (kontrol) (P<sub>0</sub>) 0%, P<sub>1</sub> 1%, P<sub>2</sub> 2%, P<sub>3</sub> 3%, dan P<sub>4</sub> 4% dari susu. Variabel yang diukur meliputi tingkat kekerasan, kelenturan, persentase produk, warna, kadar air, pH, dan total padatan. Hasil pengukuran rata-rata penambahan ekstrak kayu secang terhadap tingkat kekerasan adalah 379,07 g/mm<sup>2</sup>, Kelenturan 95,86 mm, persentase produk 6,70%, warna (WI) 75,41, kadar air 54,73%, pH 5,45 dan total padatan 45,26%. Hasil analisis regresi menunjukkan ekstrak kayu secang berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap warna dan kelenturan, berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap tingkat kekerasan, pH dan tidak berpengaruh nyata (P>0,05) terhadap kadar air, total padatan, dan persentase produk.

#### ABSTRACT

*The physicochemical quality of mozzarella cheese is one of the important characteristics for the quality of mozzarella cheese. The addition of sappanwood extract added to mozzarella cheese is interesting. This study used cow's milk, sappanwood extract, animal rennet, citric acid, salt and a set of mozzarella cheese making tools. The research was conducted with five treatments of adding sappan wood extract, namely (control) (P<sub>0</sub>) 0%, P<sub>1</sub> 1%, P<sub>2</sub> 2%, P<sub>3</sub> 3%, and P<sub>4</sub> 4% of milk. The variables measured were the level of hardness, flexibility, percentage of product, color, water content, pH, and total solids. The average measurement results of the addition of sappanwood extract to the hardness level were 379.07 g/mm<sup>2</sup>, flexibility 95.86 mm, product percentage 6.70%, color (WI) 75.41, water content 54.73%, pH 5.45 and total solids 45.26%. The results of the regression analysis showed that sappanwood extract had a very significant effect (P<0.01) on color and flexibility, a significant*

© 2026 The Author(s). Published by Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung in collaboration with Indonesian Society of Animal Science (ISAS).

This is an open access article under the CC BY 4.0 license:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

effect ( $P < 0.05$ ) on hardness level, pH and no significant effect ( $P > 0.05$ ) on water content, total solids, and product percentage.

## 1. Pendahuluan

Susu merupakan pangan dengan zat gizi lengkap dan memiliki komposisi air, protein, lemak, karbohidrat, dan vitamin (Harjanti *et al.*, 2021). Kandungan air yang tinggi pada susu dapat menyebabkan susu mudah mengalami kerusakan. Kerusakan pada susu dapat diatasi dengan dilakukan pengolahan, untuk memperpanjang masa simpan susu. Salah satu contoh pengolahan susu yaitu dibuat produk keju *mozzarella*. Keju *mozzarella* mempunyai rasa yang khas, tekstur yang lembut dan dapat meleleh apabila dipanaskan. Menurut Putranto *et al.* (2022) Keju *mozzarella* dibuat tidak dilakukan pemeraman (ripening), namun dilakukan *stretching* setelah terbentuk *curd*. Salah satu produk inovasi yaitu keju *mozzarella* dengan ditambahkan bahan herbal yaitu kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.).

Kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) merupakan jenis tanaman yang biasanya digunakan sebagai obat tradisional dan pewarna makanan. Kayu secang mempunyai komponen fitokimia seperti *flavonoid*, *lignin*, *steroid*, *triterpenoid*, dan *diterpenoid* (Riyadi *et al.*, 2021). Menurut Rina (2017) kayu secang memiliki sifat antioksidan dan antimikroba yang efektif dalam melawan radikal bebas. Penambahan kayu secang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh serta persentase terbaik terhadap fisikokimia keju *mozzarella*. Fisikokimia keju *mozzarella* yang di uji meliputi warna, kadar air, total padatan, tingkat kekerasan, kelenturan, persentase produk dan Ph. Warna merupakan aspek yang penting dan dapat memengaruhi daya tarik konsumen. Kadar air merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kekerasan, kelenturan dan total padatan. Menurut Bulkaini *et al.* (2020) keju yang mempunyai kadar air cukup tinggi akan berpengaruh langsung pada tekstur keju yang dihasilkan. Tekstur keju *mozzarella* dapat dipengaruhi oleh pH, semakin rendah pH maka semakin lunak. Persentase produk keju merupakan rasio susu sapi yang digunakan dengan *curd* yang dihasilkan. Uraian tersebut menjadi dasar untuk dilakukannya penelitian mengenai pengaruh penambahan persentase ekstrak kayu secang terhadap karakteristik fisikokimia keju *mozzarella*.

## 2. Materi dan Metode

### 2.1. Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 liter susu, kayu secang, asam sitrat, aquades, garam, rennet hewani, air dan buffer. Peralatan yang digunakan yaitu kompor gas, panci, timbangan analitik, termometer, *food texture analyzer*, *colorimeter*, pH meter, oven, desikator, cawan porselin, kain saring, dan mikropipet.

### 2.2. Metode

Penelitian pengujian penambahan ekstrak kayu secang terhadap karakteristik fisikokimia keju *mozzarella* dilaksanakan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jumlah perlakuan yaitu 5 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini yaitu P<sub>0</sub> : Keju *Mozzarella* tanpa penambahan ekstrak kayu secang (kontrol), P<sub>1</sub> : Keju *Mozzarella* dengan penambahan 1% ekstrak kayu secang, P<sub>2</sub> : Keju *Mozzarella* dengan penambahan 2% ekstrak kayu secang, P<sub>3</sub> : Keju *Mozzarella* dengan penambahan 3% ekstrak kayu secang, P<sub>4</sub> : Keju *Mozzarella* dengan penambahan 4% ekstrak kayu secang.

### 2.3. Pengukuran Variabel

Tingkat kekerasan dan kelenturan keju *mozzarella* diukur menggunakan alat *texture Analyzer* (Estiningtyas dan Rustanti, 2014). Keju dipotong berbentuk kubus dengan ukuran 1x1x1 cm, kemudian sampel diletakkan dibawah *probe* dengan jarak 0,5 cm, sampel ditekan oleh *probe* dengan kecepatan yang telah ditentukan. Pengukuran kelenturan dilakukan dengan sampel ditarik secara vertikal hingga terputus, setelah terputus akan diperoleh nilai panjang maksimal. Warna diuji dengan menggunakan alat *colorimeter* (Akmal et al., 2022). Persentase produk diukur dengan membandingkan antara *curd* yang dihasilkan dengan susu yang di hasilkan (Qonita et al., 2023). Kadar air dan total padatan diukur menggunakan metode *gravimetri* (Budiman et al., 2017a). pH keju *mozzarella* diukur menggunakan pH meter digital (Mujadin et al., 2018).

### 2.4. Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran selanjutnya dianalisis menggunakan ANOVA *Software Statistical Package for Social Science* (SPSS) V25 for windows 10.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Hasil penelitian pengaruh perlakuan penambahan ekstrak kayu secang terhadap kualitas fisikokimia keju *mozzarella* tertera pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Warna, tingkat kekerasan, dan kelenturan keju *mozzarella*

Variabel	Perlakuan				
	P0 (Kontrol)	1% (P1)	2% (P2)	3% (P3)	4% (P4)
Warna					
L*	80.19±1.08	78.49±0.36	77.67 ±0.79	75.46±0.63	73.47±0.35
a*	-6.50±0.78	-5.79±0.64	-5.64±0.29	-4.02±0.38	-2.43±0.12
b*	5±0.06	5±0.19	6±0.29	7.7±0.35	10±1.43
WI	78.51 ±1.03	77.11 ±0.32	76.11 ±0.71	73.96 ±0.54	71.35 ±0.58
Tingkat kekerasan (g/mm <sup>2</sup> )	349.23 ± 123.38	205.64 ± 80.42	243.93 ± 63.77	402.30 ± 146.17	694.28 ± 277.00
Kelenturan (mm)	159.61 ± 18.5	111.48 ± 13.58	83.65 ± 2.75	68.78 ± 2.10	55.78 ± 3.29

#### Warna

Berdasarkan Tabel 1, penambahan ekstrak kayu secang berpengaruh sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap warna *whiteness index* keju *mozzarella*. Semakin banyak penambahan ekstrak kayu secang akan menurunkan nilai (WI) keju *mozzarella*. Penurunan nilai warna (WI) diakibatkan adanya senyawa *brazilin* pada ekstrak kayu secang. Hal tersebut sesuai dengan Nomer *et al.* (2019) kandungan kimia pada kayu secang yaitu *brazilin*, *flavonoid*, *alkaloid*, *saponin*, *tanin*, dan *terpenoid*. Senyawa *brazilin* pada kayu secang dapat menghasilkan warna merah. Hal tersebut ditambahkan Fardhyanti dan Riski (2015) yang menyatakan bahwa kayu secang menghasilkan pigmen berwarna merah bernama *brazilin*.

Keju *Mozzarella* tanpa penambahan ekstrak kayu secang memiliki nilai WI sebesar 78,51. Hasil tersebut tidak jauh dengan Irfan *et al.* (2024) pada keju susu sapi tanpa penambahan (kontrol) didapat hasil nilai WI yaitu 82,47. Warna yang dihasilkan pada perlakuan kontrol (P0) tampak berwarna putih kekuningan yang disebabkan oleh kasein dalam susu. Hal tersebut ditambahkan Wiedyantara *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa warna putih kekuningan pada susu dikarenakan dispersi lemak dan protein dalam susu.

#### Tingkat Kekerasan

Hasil analisis variansi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kayu secang berpengaruh nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap tingkat kekerasan keju *mozzarella*. Hal tersebut diduga disebabkan karena adanya *tanin* pada kayu secang yang mengikat kadar air. Menurut Sriutami *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa tekstur keju

dipengaruhi oleh kadar air. Penambahan ekstrak kayu secang 1% (P1) menghasilkan tingkat kekerasan yang paling baik yaitu sebesar 205.64 g/mm<sup>2</sup>. Menurut Musra *et al.* (2021) faktor yang dapat mempengaruhi tekstur keju antara lain kadar air, kandungan lemak, kandungan protein, garam, pH, lama penyimpanan dan suhu.

Hasil menunjukkan nilai tertinggi penambahan ekstrak kayu secang P4 (4%) terhadap tingkat kekerasan keju *mozzarella* sebesar 694,28 g/mm<sup>2</sup>. Nilai tersebut berbeda dengan penelitian Soerjani (2019) nilai kekerasan yang dihasilkan pada keju *mozzarella* sebesar 745.61 g/mm<sup>2</sup>. Faktor yang mempengaruhi diduga karena kayu secang dilarutkan dalam air terlebih dahulu sehingga dapat meningkatkan kadar air. Menurut Naherastuti *et al.* (2022) dalam penelitiannya, kayu secang yang ditambahkan tidak dilarutkan sehingga tidak berpengaruh terhadap tekstur dangke.

#### *Kelenturan*

Berdasarkan hasil semakin tinggi penambahan ekstrak kayu secang akan menurunkan kelenturan keju *mozzarella*. Kelenturan menurun disebabkan oleh ikatan senyawa *flavonoid* dengan kasein membuat keju *mozzarella* lebih padat dan rapuh. Hal tersebut sesuai dengan Assegaf *et al.* (2022) yang menyatakan senyawa *flavonoid* berperan dalam menghambat sintesis protein sehingga kelenturan keju *mozzarella* menurun. Kelenturan juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain, menurut Smith *et al.* (2018) menyatakan komposisi kimia, proses pembuatan, dan kondisi penyimpanan dapat mempengaruhi kelenturan.

Berdasarkan Tabel 1 kelenturan keju *mozzarella* tanpa penambahan ekstrak kayu secang sebesar 159,61 ± 18,5 mm. Nilai tersebut sudah memenuhi standar kelenturan keju *mozzarella* menurut USDA (2005) bahwa kelenturan keju *mozzarella* dikatakan mulur apabila panjangnya >3 inch atau 76,2 mm. Sehingga dapat disimpulkan keju *mozzarella* yang ditambahkan ekstrak kayu secang 1% dan 2% memenuhi standar kelenturan. Brown *et al.* (2020) menyatakan tingkat kemuluran yang tinggi dapat disimpulkan keju *mozzarella* yang berhasil.

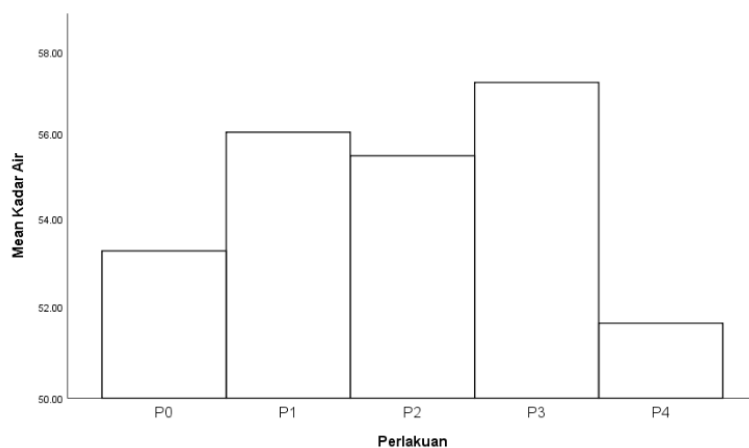
#### *Kadar Air*

Berdasarkan Tabel 2 hasil kadar air pada keju *mozzarella* tanpa penambahan ekstrak kayu secang sebesar 53,26 ± 4,92%. Hasil kadar air lebih tinggi dibandingkan Sunarya

et al. (2016) memiliki kadar air keju *mozzarella* sebesar 41,76%. Menurut Walstra et al. (1999) bahwa kadar air *mozzarella* dapat berkisar 52-56%, berdasarkan hasil kadar air keju *mozzarella* yang diperoleh pada penelitian ini sudah sesuai. Kadar air yang sesuai akan menghasilkan keju *mozzarella* yang lunak dan lentur.

**Tabel 2.** Kadar air, total padatan, persentase produk, dan ph keju *mozzarella*

Variabel	Perlakuan				
	P0 (Kontrol)	1% (P1)	2% (P2)	3% (P3)	4% (P4)
Kadar air (%)	53.26±4.92	56.04±2.84	55.48±6.63	57.25±3.02	51.23±7.38
Total padatan(%)	46.74±4.93	43.95±2.84	44.52±6.63	42.75±3.03	48.36±7.38
Persentase produk(%)	6.00±0.98	7.15±1.06	7.12±1.28	7.10±0.90	6.16±1.06
pH	5.3±0.09	5.35±0.09	5.41±0.08	5.52±0.10	5.6±0,12



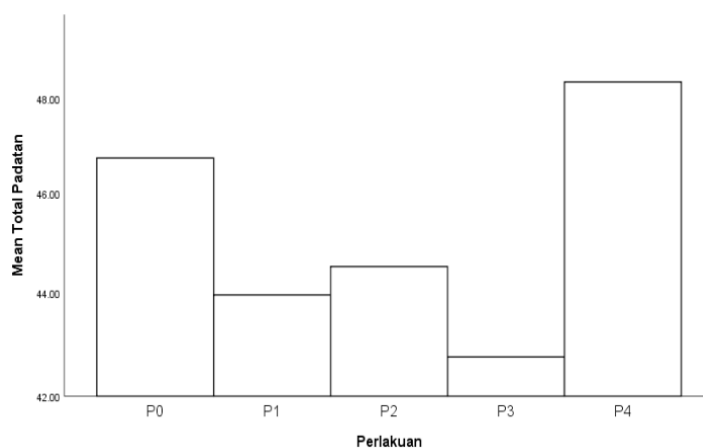
Gambar 1. Grafik histogram kadar air

Berdasarkan Gambar 1, keju *mozzarella* yang ditambahkan ekstrak kayu secang sebanyak 1% memiliki kadar air  $56,04 \pm 2,84$  % yang artinya meningkat sebanyak 2,78 % dibandingkan perlakuan kontrol. Nindyasari et al. (2022) menyatakan kemampuan keju *mozzarella* dalam mengikat air dipengaruhi oleh jumlah penambahan rennet dan waktu koagulasi. Kadar air yang meningkat membuat tekstur semakin lunak, namun pada hasil kelenturan semakin menurun karena penambahan kayu secang. Menurut Sugitha et al. (2017) bahwa semakin tinggi kadar air keju *mozzarella* akan semakin lunak keju tersebut dan sebaliknya.

#### Total Padatan

Total padatan bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara *curd* yang dihasilkan dari total bahan yang digunakan untuk membuat keju *mozzarella* (Budiman et

al., 2017). Menurut Maharani *et al.* (2023) standar kualitas keju *mozzarella* yaitu memiliki total padatan berkisar antara 40-48%. Total padatan keju *mozzarella* dengan penambahan ekstrak kayu secang diperoleh hasil rata-rata 45,26%. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kayu secang terhadap total padatan keju *mozzarella* tidak berpengaruh nyata.

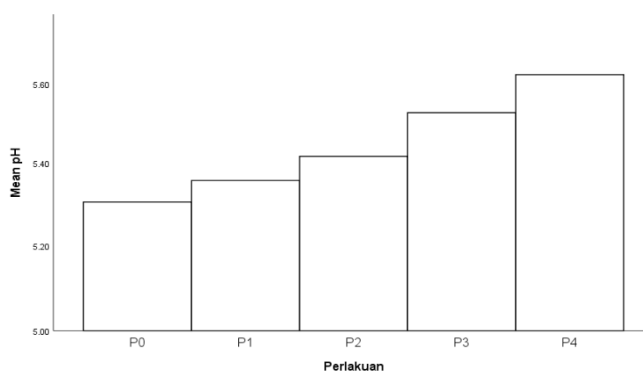


Gambar 2. Grafik histogram total padatan

Berdasarkan grafik 2, hasil tertinggi yaitu pada penambahan ekstrak kayu secang sebanyak 4% (P<sub>4</sub>) sebesar 48,36%, dan hasil terendah pada 3% (P<sub>3</sub>) sebesar 42,75%. Menurut Wahyudi (2024) salah satu faktor yang mempengaruhi total padatan pada keju yaitu bahan baku, susu yang digunakan dilakukan uji lactoscan dan dapat diketahui susu tersebut memiliki kandungan protein sebesar 2,6%, lemak 2,5%, dan terdapat penambahan air sebesar 13,6%. Menurut SNI (2011) standar kualitas susu memiliki kandungan protein minimal 2,8%, lemak minimal 3,0%.

### pH

Keju mozzarella tanpa penambahan kayu secang (kontrol) memiliki pH sebesar  $5,3 \pm 0,09$ . Nilai tersebut berbeda dengan penelitian Setiaji *et al.* (2019) yang menghasilkan pH keju *mozzarella* tanpa perlakuan sebesar  $6,15 \pm 0,15$ . Perbedaan tersebut dapat diakibatkan oleh perbedaan proses waktu fermentasi dan jenis pengasam yang digunakan. Setiaji *et al.* (2019) bahwa waktu pengasaman dan jumlah pengasaman dapat mempengaruhi pH yang akan dihasilkan oleh keju *mozzarella*.



Gambar 3. Grafik histogram pH

Hasil pengukuran pH pada keju *mozzarella* yang ditambahkan ekstrak kayu secang 1% mengalami peningkatan sebesar  $5,35 \pm 0,09$ . Menurut Nindyasari *et al.* (2022) keju *mozzarella* memiliki pH yang berkisar antara 5,1-5,4. Nilai pH yang diperoleh pada penambahan 1% adalah sebesar  $5,35 \pm 0,09$  dan terus meningkat dengan bertambahnya persentase ekstrak kayu secang, sehingga dapat disimpulkan persentase 1% dan 2% masih masuk kedalam standar pH keju *mozzarella* yaitu 5,1 - 5,4. Hal tersebut sesuai dengan Fadhlurrohman *et al.* (2023) efek buffering senyawa fenolik dan antioksidan dalam suatu tanaman dapat mengurangi keasaman, sehingga pH akan semakin meningkat.

### Persentase Produk

Hasil penelitian menunjukkan persentase produk keju *mozzarella* dengan penambahan ekstrak kayu secang diperoleh hasil rata-rata 6,70%. Hasil tersebut dibawah rata-rata nilai standar persentase produk keju *mozzarella* yaitu 10-13%. Rata – rata persentase produk pada hasil penelitian berbeda dengan penelitian Bhat *et al.* (2022) yang menyatakan persentase produk keju *mozzarella* dari susu sapi sebesar 12,68%. Persentase

produk dapat ditingkatkan dengan penambahan ekstrak alam ke dalam bahan baku pembuatan keju, seperti penggunaan *rennet* sebagai koagulan (Wardhani et al., 2018).

Hasil persentase produk tidak lepas dari faktor pengolahan pada saat pembuatan keju *mozzarella* (Nindyasari et al., 2022). *Rennet* sebagai koagulan berperan penting dalam pembentukan curd. Aktivitas enzim *rennet* berhubungan erat dengan terbentuknya curd yang dihasilkan (Wardhani et al., 2018). Persentase produk menurun pada penambahan ekstrak kayu secang sebanyak 4% (P4), hal tersebut berkaitan dengan meningkatnya pH diatas batas normal pH keju *mozzarella* yaitu sebesar 5,6, sedangkan pH normal keju *mozzarella* berkisar antara 5,1-5,4.

#### 4. Kesimpulan

Penambahan ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) 1%, 2%, 3%, 4% pada keju *mozzarella* menunjukkan adanya pengaruh terhadap warna, tingkat kekerasan, kelenturan, dan pH keju *mozzarella*. Sedangkan penambahan ekstrak kayu secang terhadap kadar air, total padatan, dan persentase produk tidak menunjukkan adanya pengaruh. Persentase terbaik penambahan ekstrak kayu secang terhadap fisikokimia keju *mozzarella* yang meliputi warna, tingkat kekerasan, kelenturan, dan pH sebesar 1%.

#### Daftar Pustaka

- Akmal, H. M., Sumarmono, J., & Setyawardani, T. (2022). Pengaruh penambahan bubuk daun salam (*Syzygium polyanthum*) dengan persentase yang berbeda terhadap persentase produk, warna, dan total asam laktat keju susu rendah lemak. *Bulletin of Applied Animal Research*, 4, 23–28. <https://www.ejournal.unper.ac.id/index.php/>
- Assegaf, S. N., Zakiah, M., & Ulfah, R. (2022). Analisis kandungan metabolit sekunder, antioksidan, dan uji aktivitas antibakteri minuman tradisional serbat khas Kalimantan Barat dengan variasi komposisi dan lama perendaman. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 11, 64–71. <https://doi.org/10.25077/jka.v11i2.1925>
- ASTM International. (1997). *Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882)*. ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bhat, A. R., Shah, A. H., Ayoob, M., Ayoob, M. F., Saleem, F., Ali, M. M., & Fayaz, M. (2022). Chemical, rheological, and organoleptic analysis of cow and buffalo milk *mozzarella* cheese. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 69, 51–60. <https://doi.org/10.33988/auvfd.813215>
- Brown, E., White, F., & Martinez, G. (2020). The influence of bacterial cultures on the texture of *mozzarella* cheese. *International Journal of Food Science*, 30(1), 56–68.

- Budiman, S., Hadju, R., Siswosubroto, S. E., & Rembet, G. D. G. (2017). Pemanfaatan enzim rennet dan *Lactobacillus plantarum* Yn 1.3 terhadap pH, curd, dan total padatan keju. *Zootec*, 37, 321. <https://doi.org/10.35792/zot.37.2.2017.16139>
- Bulkaini, B., Wulandani, B. R. D., Miwada, I. S., Dami Dato, T. O., & Dewi, L. (2020). Utilization of biduri juice (*Calotropis gigantea*) in the process of buffalo milk coagulation on quality of soft cheese. *Journal of Biological Tropics*, 20, 485–491. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i3.2247>
- Estiningtyas, D., & Rustanti, N. (2014). Kandungan gizi sosis substitusi tepung tempe dengan bahan pengisi tepung ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas*) dan bahan penstabil ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) untuk PMT ibu hamil. *Journal of Nutrition College*, 3, 285–292. <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i2.5118>
- Fadhlorrohman, I., Wulandari, C., & Al-Ryadhi, M. R. A. (2023). Diversifikasi produk susu fermentasi dengan pemanfaatan kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai inovasi pangan fungsional. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 363–374.
- Fardhyanti, D. S., & Riski, R. D. (2015). Pemungutan brazilin dari kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) dengan metode maserasi dan aplikasinya untuk pewarnaan kain. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1), 6–13. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i1.3768>
- Harjanti, D. W., Mustaqim, A., & Hartanto, R. (2021). Produksi susu dan komposisi susu sapi Friesian Holstein yang mendapat suplemen tepung temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Agripet*, 21, 1–10. <https://doi.org/10.17969/agripet.v21i1.16170>
- Irfan, M., Mukhlisah, A. N., Agustina, A., & Syah, S. P. (2024). Kualitas fisik dan organoleptik es krim dengan penambahan ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai pewarna alami. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 5, 13–28. <https://doi.org/10.24198/jthp.v5i1.49593>
- Maharani, N., Sari, I. A., Wicaksono, D. A., & Nuraini, U. (2023). Kajian penggunaan jenis rennet nabati dan hewani terhadap kualitas fisik dan kimia keju mozzarella susu sapi. *Journal of Student Research*, 1, 423–431. <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i1.1083>
- Musra, N. I., Yasni, S., & Syamsir, E. (2021). Characterization of dangke cheese made using commercial papain and physical changes during storage. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(1), 27–35. <https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.1.27>
- Nomer, N. M. G. R., Duniaji, A. S., & Nociantri, K. A. (2019). Flavonoid and anthocyanin analysis of sappan wood extract (*Caesalpinia sappan* L.) and antibacterial activity against *Vibrio cholerae*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8, 216–225.
- Purwadi. (2010). Kualitas fisik keju mozzarella dengan bahan pengasam jus jeruk nipis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 5, 33–40.
- Smith, B., Johnson, C., & Garcia, D. (2018). Chemical composition and its effects on the elasticity of mozzarella cheese. *Food Chemistry*, 72(3), 134–145.
- Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A., Jellema, A., & Van Boekel, M. A. J. S. (1999).

*Dairy technology: Principles of milk properties and processes.* Marcel Dekker.

- Wardhani, H. D., Jos, B., Abdullah, Suherman, & Cahyono, H. (2018). Komparasi jenis koagulan dan konsentrasinya terhadap karakteristik curd pada pembuatan keju lunak tanpa pemeraman. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(2), 209–216.
- Wiedyantara, A. B., Rizqati, H., & Bintoro, V. P. (2017). Aktivitas antioksidan, nilai pH, rendemen, dan tingkat kesukaan keju mozzarella dengan penambahan sari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jtp.2017.17093>