

63.+Windyasmara,+250527_Tur nitin

by Turnitin Student

Submission date: 04-Jun-2025 12:53AM (UTC-0400)

Submission ID: 2691809366

File name: 63._Windyasmara_250527_Revisi.docx (32.95K)

Word count: 3904

Character count: 24212

Characteristics of Whey from Dangke Cow Milk Waste with Coagulant Lime Extract

3 **Dhany Bandrio¹ dan Ludfia Windyasmara¹**

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo, Indonesia.

Article History

Received :

Revised :

Accepted :

Published :

*Corresponding Author:

Ludfia Windyasmara, Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo, Indonesia;

Email:

windyasmara.ludfia@gmail.com

Abstract: Local dairy products are one of Indonesia's traditional food assets that can still be developed in terms of economy, culture, and nutritional value. This coagulation process is usually carried out by adding natural coagulants such as acetic acid or papaya latex, and in this study lime extract acts as a differentiator that will induce milk protein to coagulate into a liquid called whey and a solid mass (curd) called dangke. The materials used include 500ml of cow's milk, and 15g of coarse salt. The experimental method used using a completely randomized design (CRD) is a research methodology used with P0 treatment without the addition of lime extract, P1 0.5ml, P2 1ml, P3 1.5ml, and P4 2ml. The data of the cheese treatment was determined randomly, and each treatment had 3 replications so that there were 15 experimental units. The study found that although soluble protein had no significant effect, pH, total acid, and viscosity of dangke whey of cow's milk produced with a coagulant made from lime extract, have a very significant effect. The use of whey can reduce the possibility of environmental pollution by reducing liquid waste from the dairy processing sector, such as dangke..

Keywords: Completely randomized design (CRD); Dangke; Lime extract; Natural coagulants; Whey.

Pendahuluan

Produk olahan susu lokal salah satu aset pangan tradisional Indonesia yang masih bisa dikembangkan dari segi ekonomi, budaya, dan nilai gizi (Nur'aini & Saputra, 2018). Dangke, sajian tradisional dari Enrekang, Sulawesi Selatan, adalah salah satunya. Dangke dibuat dengan cara menggumpalkan susu sapi. Proses penggumpalan ini biasanya dilakukan dengan menambahkan zat koagulan alami seperti asam asetat atau getah pepaya, yang akan menginduksi protein susu menggumpal menjadi cairan yang disebut whey dan massa padat (dadih) yang disebut dangke (Nugraha *et al.*, 2025). Meskipun mengandung unsur-unsur penting seperti protein whey, laktosa, vitamin, dan mineral, whey ini selama ini hanya dianggap sebagai limbah dan belum dimanfaatkan secara maksimal, whey yang biasanya dibuang sebagai produk sampingan (Sa'pang *et al.*, 2023). Karena kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biochemical Oxygen Demand (BOD)-nya yang

tinggi, limbah whey dari industri pengolahan susu UMKM dan rumah tangga terkadang dibuang begitu saja ke lingkungan, yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, jika tidak ditangani dengan tepat, hal ini berubah menjadi masalah lingkungan yang serius (Poništ *et al.*, 2021). Whey dangke susu sapi memiliki sifat fisikokimia yang sangat dipengaruhi oleh jenis susu dan koagulan yang digunakan dalam proses pembuatannya, harus diselidiki terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan lebih lanjut (Kailasapathy & kasipathy 2015). Dari segi kualitas organoleptik dan gizi, sebagian besar penelitian sebelumnya terkonsentrasi pada produk utama dangke, khususnya yang menggunakan getah pepaya sebagai koagulan (Rana *et al.*, 2017).

Sementara itu, penelitian yang komprehensif tentang profil whey sebagai produk sampingan dangke yang dihasilkan dari koagulan ekstrak jeruk nipis masih kurang dalam literatur ilmiah, yang menunjukkan bahwa penelitian ini

merupakan penelitian baru karena mengevaluasi karakteristik whey limbah yang dihasilkan dengan menggunakan koagulan alami dari ekstrak jeruk nipis, yang dapat menjadi dasar untuk penggunaan whey di masa mendatang sebagai produk turunan yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan (Setiarto *et al.*, 2025). Karakterisasi whey sangat penting untuk mengetahui komposisi kimianya (pH, total asam, viskositas, dan kadar protein terlarut). Dengan memahami sifat-sifat whey berdasarkan jenis koagulan, pelaku industri rumahan dapat memaksimalkan pemanfaatan limbah dan meminimalkan pencemaran lingkungan (Delgado-Macuil *et al.*, 2025). Selain itu, temuan penelitian ini dapat menjadi panduan untuk pengembangan produk turunan berbasis whey dari proses pengolahan dangke dengan pendekatan yang lebih berkelanjutan (Fahrullah *et al.*, 2022). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik whey limbah dangke susu sapi yang menggunakan ekstrak jeruk nipis sebagai koagulan, mencakup analisis fisik dan kimia yang dapat menjadi landasan ilmiah dalam pemanfaatan whey sebagai produk bernilai tambah (Tița *et al.*, 2024).

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pengembangan pangan lokal sekaligus pengelolaan limbah pangan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Bahan dan Metode

A. Bahan

Bahan yang digunakan meliputi 500 ml susu sapi, dan 1 gram kasar. Perlakuan yang berbeda adalah jeruk nipis digunakan sebagai koagulan alami.

B. Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) merupakan metodologi penelitian yang digunakan dengan perlakuan P0 tanpa penambahan ekstrak jeruk nipis, P1 0,5 ml, P2 1ml, P3 1,5 ml, dan P4 2 ml. Perlakuan keju dangke ditetapkan secara acak, dan setiap perlakuan memiliki 3 kali ulangan sehingga terdapat 15 unit percobaan. Data variabel pengamatan di analisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) pola searah dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk melihat perbedaan signifikan antar perlakuan. Komposisi bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan pengolahan whey susu sapi dengan ekstrak jeruk nipis

No	Bahan	Komposisi Bahan (g)				
		Tingkat Penambahan				
		P0	P1	P2	P3	P4
1	Garam (15 gr)	15	15	15	15	15
2	Getah Pepaya (0,5 ml)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	Jeruk Nipis (ml)	-	0,5	1	1,5	2
	Susu Sapi			500		

Sumber : Data Primer, 2024

C. Variabel / Parameter

1. Total Asam

Metode titrasi digunakan untuk melakukan uji total asam. Kertas saring digunakan setelah sampel dilarutkan dalam 50 ml air suling. Dua tetes indikator PP ditambahkan ke 20 ml filtrat, dan campuran dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga terjadi perubahan warna.

2. Viskositas

Uji viskositas adalah proses untuk mengukur kekentalan atau resistensi cairan terhadap aliran. Pengujian kekentalan dilakukan dengan menggunakan alat viskometer Ostwald, dimana sampel dimasukkan kedalam alat kemudian menghitung berapa lama laju larutan yang didapatkan dengan menggunakan stopwatch kemudian data yang didapatkan dimasukkan dalam rumus:

$$\text{Viskositas (cP)} x = \frac{(\rho \text{ susu}) (t \text{ susu})}{(\rho \text{ air}) (t \text{ air})} x = \pi \text{ Air}$$

$$\rho = \frac{m' - m}{v}$$

Keterangan :

ρ = Berat jenis

t = Waktu

m' = Massa pikno berisi

m = Massa pikno kosong

v = volume

3. pH

Alat ukur pH meter digunakan untuk mengukur pH. Gunakan larutan penyangga pH 4 untuk menstandarisasi alat ukur pH, diikuti dengan larutan penyangga pH 7. Elektroda dimasukkan ke dalam larutan sampel setelah dibersihkan dengan air akuades. pH sampel ditunjukkan dengan angka pada alat ukur pH. Proses pengukuran alat ukur pH adalah sebagai berikut :

- Dalam gelas kimia, timbang 100 gram sampel dan larutkan dalam 50 mililiter air akuades.
- Aduk hingga tercampur rata setelah menambahkan 100 ml air akuades.
- Alat ukur pH standar digunakan untuk mengukur pH larutan. Larutan penyangga pH 4 dan penyangga pH 7 digunakan untuk menstandarisasi alat ukur pH. Setelah dibersihkan dengan air murni, elektroda direndam dalam larutan sampel.
- Angka yang tertera pada alat ukur pH dicatat.

4. Protein Terlarut

Pembuatan larutan standar konsentrasi, lalu dibuat secara berturut-turut dengan memipet. Larutan Standar Protein 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$, kemudian masing-masing diencerkan setelah ditambahkan ke dalam labu ukur 10 ml hingga garis batas. menggunakan air akuades. Kemudian dihomogenkan. Selain itu, sampel pembuatan whey yang dihomogenkan sebanyak mungkin 50 gram, kalibrasi hingga tanda batas, dan encerkan ke dalam labu ukur 10 ml.

Reagen B ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,5% dalam kalium atau natrium tartrat 1%) ditambahkan ke dalam 50 ml reagen A (Na_2CO_3 2% dan NaOH 0,1 ml) untuk membuat reagen.

Setelah itu, absorbansi diukur antara 450 dan 610 nm. Setelah itu, ambil 1 ml larutan standar yang telah disiapkan, masukkan ke dalam tabung reaksi, tambahkan 5 ml reagen C, aduk, dan biarkan pada suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya, tambahkan 3 tetes reagen E (Folin Ciocalteu), homogenkan dengan vortex, Lalu diamkan pada suhu ruangan selama setengah jam. Terakhir, sampel yang telah disiapkan, larutan standar, dan blanko yang berisi air akuades diambil dalam jumlah yang sama, masing-masing 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu, didiamkan selama 15 menit pada suhu kamar setelah menambahkan 5 ml reagen C dan diaduk.. Selanjutnya, 3 tetes reagen E (Folin Ciocalteu) ditambahkan, dihomogenkan dengan pengaduk, dan didiamkan pada suhu ruangan selama 30 menit. Terakhir, absorbansi pada panjang gelombang maksimum diukur.

D. Analisis Data

Uji Analisis Varians (ANOVA) atau *Analysis of Variance* sebuah teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis bagaimana rata-rata tiga atau lebih set data terpisah dibandingkan., akan digunakan untuk menilai data yang dikumpulkan dari temuan penelitian. Untuk mengidentifikasi variasi penting yang umumnya muncul di antara kelompok-kelompok ini adalah tujuan utama dari uji ANOVA.

D. Prosedur Penelitian

Ada beberapa langkah dalam proses penelitian ini, termasuk pengujian dan persiapan.

- Tahap persiapan: Penyiapan susu sapi.
- Tahap pelaksanaan: Panci diisi dengan susu sapi dan dipanaskan dengan suhu 60-70°C. Koagulan berupa getah pepaya (enzim papain) dan air jeruk nipis (asam sitrat) kemudian ditambahkan untuk mengentalkannya. Cairan yang telah mengental dipisahkan dengan cara disaring dan diperas. Setelah itu, cairan tersebut di pisahkan dan di masukan kedalam botol lalu di timbang untuk mngetahui berat cairan yang didapat. Terdapat lima perlakuan dengan menggunakan konsentrat (papain + air) dan sari jeruk nipis. P0 berarti tanpa

ekstrak jeruk nipis, P1 0,5 ml, P2 1 ml, P3 1,5 ml, dan P4 2 ml.

3. Melakukan pengujian pH, Total Asam, Viskositas, dan Protein Terlarut

Hasil dan Pembahasan

Kadar pH whey dangke susu sapi

Kadar pH memiliki peran penting dalam menentukan kualitas susu (Adiba *et al.*, 2024). Berdasarkan hasil penelitian Pada suhu pemanasan 75°C, pH rata-rata dangke adalah 6,0. Kemudian pH meningkat seiring dengan suhu

pemanasan, mencapai 6,71 pada suhu 100°C, yang merupakan pH yang sama dengan susu segar. Tingkat pH whey dangke sangat dipengaruhi oleh penambahan sari jeruk nipis. Menurut penelitian (Setiarto *et al.*, 2025), saat membuat keju dangke dari susu sapi, penambahan sari jeruk nipis akan mengubah sifat fisik dan kimia produk, termasuk pH. Menurut hasil penelitian (Musra *et al.*, 2021), nilai pH keju dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Tabel 2 menampilkan hasil analisis pH Whey Dangke Susu Sapi dengan Koagulan Sari Jeruk Nipis.

Tabel 2. Rerata pH Whey Dangke Susu Sapi Dengan Koagulan Ekstrak Jeruk Nipis (%)

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	5,79	5,92	5,60	5,56	5,63
2	5,79	5,84	5,55	5,52	5,59
3	5,77	5,81	5,54	5,45	5,63
1 Rerata	5,85±0,10 ^{bc}	5,85±0,19 ^c	5,56±0,05 ^a	5,51±0,11 ^a	5,62±0,06 ^{ab}

Keterangan : huruf berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada signifikan ($p<0,05$).

Berdasarkan hasil uji anova rerata pH menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada signifikan $P<0,05$. Kadar pH berkisar antara 5,51% - 5,85%. Hasil pengukuran pH pada minuman fermentasi whey dangke menunjukkan, semakin tinggi penambahan ekstrak jeruk nipis pada minuman fermentasi whey dangke maka, semakin rendah nilai pH. Hasil ini ditunjukkan pada perlakuan P1 menghasilkan nilai pH tertinggi (P2, P3, dan P4), mengalami penurunan.

Nilai Total Asam

Total asam adalah jumlah keseluruhan senyawa asam yang terdapat dalam suatu bahan cairan atau padatan, Total asam dalam whey dangke susu sapi umumnya dinyatakan dalam bentuk kadar asam laktat. Karena total asam menunjukkan derajat keasaman yang mempengaruhi rasa, stabilitas, dan potensi fermentasi whey, maka total asam merupakan metrik penting untuk mengevaluasi kualitas whey (Okot *et al.*, 2021). Hasil analisis total asam whey dangke susu sapi dengan koagulan ekstrak jeruk nipis disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata Total Asam Whey Dangke Susu Sapi Dengan Koagulan Ekstrak Jeruk Nipis (%)

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	15,1	17,9	11,1	9,10	15,3
2	11,7	23,2	8,80	14,0	18,5
3	12,4	19,9	7,65	17,0	21,2
1 Rerata	13,1±1,74 ^{ab}	20,3±6,93 ^c	9,20±1,90 ^a	13,3±4,65 ^{ab}	18,3±2,75 ^{bc}

Keterangan : huruf berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada signifikan ($p<0,05$).

Berdasarkan hasil uji anova rerata Total Asam menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada signifikan $P<0,05$. Menurut hasil, perlakuan P1 (20,3%) dan P4 (18,35%) memiliki total asam tertinggi, sedangkan P2 (9,2%)

memiliki yang terendah. Nilai untuk perlakuan P3 dan kontrol (P0) masing-masing adalah 13,1% dan 13,3%. Peningkatan total asam pada P1 dan P4 menunjukkan bahwa lebih banyak asam yang diproduksi dalam whey pada

5- peningkatan konsentrasi ekstrak jeruk nipis. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian lain yang menyatakan kandungan asam sitrat yang tinggi dari ekstrak jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) secara langsung meningkatkan keasaman sistem koloid susu (Iqbal et al., 2025). Asam organik yang disebut asam sitrat dapat membantu mengentalkan protein susu dan menurunkan pH, tetapi juga meningkatkan keasaman secara keseluruhan (Li et al., 2017). Konsentrasi ekstrak jeruk nipis yang rendah mungkin menjadi alasan rendahnya nilai total asam dalam P2, karena tidak tersedia cukup asam sitrat untuk secara efektif mengurangi pH dan menciptakan whey yang sangat asam. Fakta bahwa total asam P3 hanya

sedikit lebih besar daripada kontrol (P0) menunjukkan bahwa konsentrasi koagulan dalam perawatan ini mulai bekerja, tetapi belum mencapai potensi sepenuhnya.

VISKOSITAS

Viskositas merupakan karakteristik fisik yang penting dalam karakterisasi cairan seperti whey Karena berkorelasi dengan jumlah partikel terlarut (seperti protein, lemak, dan laktosa) dan struktur molekul dalam larutan. Hasil pengujian viskositas whey dangke susu sapi dengan koagulan ekstrak jeruk nipis disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata Viskositas Whey Dangke Susu Sapi Dengan Koagulan Ekstrak Jeruk Nipis (cP)

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	11,48	10,25	11,85	6,36	3,98
2	15,04	10,25	12,3	10,8	9,75
3	16,75	13,70	7,6	9,20	9,0
1	Rerata 14,42±4,75 ^b	11,44±2,38 ^{ab}	10,60±3,44 ^{ab}	8,78±3,32 ^{ab}	7,58±3,98 ^a

Keterangan : huruf berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada signifikan (p<0,05).

Berdasarkan hasil uji anova rerata nilai Viskositas menunjukkan pengaruh berbeda yang signifikan (P<0,05). Nilai Viskositas berkisar antara 7,58 cP – 14,42 cP.

Ketika kuantitas koagulan ekstrak jeruk nipis meningkat, ada penurunan viskositas yang stabil. Menurut (Malaka et al., 2024) penurunan viskositas ini menunjukkan bahwa semakin banyak protein yang terkoagulasi dan terbagi menjadi dadih (dangke), semakin sedikit fraksi padat terutama protein terlarut yang tersisa di dalam whey, yang menyebabkan viskositasnya menurun.

Konsentrasi protein dan laktosa dalam whey memiliki dampak yang signifikan terhadap viskositasnya. Karakteristik koloid protein, khususnya protein whey, meningkatkan hambatan aliran. Akibatnya, protein terdenaturasi dan mengendap untuk membuat dangke ketika proses koagulasi berhasil dilakukan dengan menambahkan asam dari ekstrak jeruk nipis, yang mengencerkan fraksi cair (whey) (de Castro et al., 2017).

Viskositas terbesar pada P0 (tanpa penambahan koagulan) adalah 14,42 cP, yang menunjukkan bahwa masih ada sejumlah besar

protein terlarut dan zat lain yang terkoagulasi sebagian. Sebaliknya, P4 (7,58 cP) memiliki viskositas terendah, menunjukkan efisiensi koagulasi pada konsentrasi ekstrak jeruk nipis maksimum yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil ini sejalan dengan nilai kadar protein terlarut, yang menunjukkan bahwa P4 memiliki jumlah terendah.

Penurunan pH yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi asam ekstrak jeruk nipis juga dapat dikaitkan dengan penurunan viskositas. Asam mengurangi viskositas larutan dengan melemahkan stabilitas emulsi protein dalam whey (Nooshkam & Varidi, 2021). Lebih jauh, viskositas yang berkurang menunjukkan potensi peningkatan aliran whey, yang mungkin merupakan faktor penting dalam perencanaan pengolahan air limbah atau penggunaan whey tambahan.

1 Pola ini menyiratkan bahwa penggunaan ekstrak jeruk nipis sebagai koagulan berdampak pada karakteristik fisik whey selain perannya dalam pemisahan protein. Karena cairan lebih mudah dipompa dan ditangani secara teknis, viskositas rendah whey yang dikoagulasi secara optimal dapat memberikan manfaat dalam

langkah-langkah pemrosesan berikutnya seperti ultrafiltrasi atau fermentasi *whey* (Buchanan *et al.*, 2023).

PROTEIN TERLARUT

Protein terlarut dalam *whey* adalah salah

satu metrik utama untuk menilai efektivitas proses koagulasi *whey* mutu limbah cair dari produksi dangke agar dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis. Menurut temuan penelitian, kadar protein terlarut setiap perlakuan disajikan pada tabel 5.

Table 5. Rerata Protein Terlarut *Whey* Dangke Susu Sapi Dengan Koagulan Ekstrak Jeruk Nipis (%)

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	1,65	1,12	0,84	1,05	0,56
2	1,62	1,38	1,42	1,52	0,58
3	0,56	1,01	0,78	1,42	1,30
Rerata	1,27±0,60 ^a	1,17±0,65 ^a	1,01±0,34 ^a	1,33±0,30 ^a	0,82±0,19 ^a

Keterangan : huruf berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata pada tidak signifikan ($p < 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah protein yang tertinggal dalam *whey* dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak jeruk nipis yang digunakan sebagai koagulan. P3 memiliki kadar protein terlarut tertinggi (1,33%), sedangkan P4 memiliki kadar protein terlarut terendah (0,82%).

Proses koagulasi lebih efektif ketika terjadi penurunan jumlah protein terlarut karena lebih banyak protein yang mengendap untuk menghasilkan dangke, sehingga lebih sedikit protein yang tertinggal dalam *whey* (Mukhlisah *et al.*, 2017).

Kadar pH susu dapat diturunkan oleh asam sitrat dan asam askorbat yang ditemukan dalam ekstrak jeruk nipis (Mkadem *et al.*, 2025). Protein kehilangan stabilitasnya dan menggumpal menjadi dadih sebagai akibat dari penurunan pH ini, khususnya kasein.

Pemisahan komponen cair dan padat susu dibantu oleh teknik ini. Protein menjadi terdenaturasi dan mengendap ketika pH mendekati titik isoelektrik kasein, yaitu sekitar 4,6 (Malaka *et al.*, 2024). Menarik untuk dicatat bahwa setelah menurun pada P2 (1,01%), konsentrasi protein terlarut naik sekali lagi pada P3 (1,33%). Hal ini mungkin disebabkan oleh penggunaan konsentrasi ekstrak jeruk nipis yang terlalu tinggi, yang dapat menyebabkan fraksi protein larut kembali ke dalam *whey* atau menyebabkan denaturasi protein yang kurang ideal (Finnegan *et al.*, 2024). Tidak semua fraksi dapat mengendap dengan sempurna karena terlalu banyak asam dapat merusak struktur agregat protein.

Persentase protein terlarut terendah (0,82%) pada Perlakuan P4 menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak jeruk nipis dalam perlakuan ini berada dalam kisaran ideal untuk mengoptimalkan presipitasi protein. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan keseimbangan antara konsentrasi asam dan stabilitas protein mempengaruhi efektivitas presipitasi protein (Kern *et al.*, 2020).

Dengan demikian, penggunaan ekstrak jeruk nipis sebagai koagulan membantu mengendalikan efektivitas pemisahan protein dalam proses pembuatan dangke selain berfungsi sebagai produk alami yang ramah lingkungan (Sitanggang *et al.*, 2020). Karena kandungan protein yang tinggi dalam air limbah susu dapat meningkatkan beban polutan, mengurangi jumlah protein terlarut dalam *whey* sangatlah penting dari sudut pandang lingkungan (El-Aidie & Khalifa, 2024).

Kesimpulan

Penelitian tersebut menemukan bahwa meskipun protein terlarut tidak memiliki pengaruh yang nyata, pH, total asam, dan viskositas *whey* dangke susu sapi yang diproduksi dengan koagulan yang dibuat dari ekstrak jeruk nipis, memiliki pengaruh yang sangat nyata. Pemanfaatan *whey* dapat mengurangi kemungkinan pencemaran lingkungan dengan mengurangi limbah cair dari sektor pengolahan susu, seperti dangke. *Whey* memiliki kandungan gizi yang relatif tinggi meskipun dianggap sebagai limbah. Pemanfaatan limbah *whey* dangke tidak hanya membantu lingkungan tetapi juga menambah nilai ekonomis

dan mempromosikan pendekatan keberlanjutan industri makanan.

6

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Laboratorium Teknologi Hasil Temak, Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara, atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian. Terimakasih juga kepada Dosen Pembimbing Ibu Ludfia Windyasmara, S. Pt., M. Sc. atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berarti dalam penyusunan jurnal ini. Terimakasih juga saya ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- Adiba, F., Risal, A. A. N., & Tahir, M. (2024). Implementasi Algoritma Backpropagation untuk Klasifikasi Kualitas Susu Sapi. *Jurnal MediaTIK*, 1–4. <https://doi.org/10.59562/mediatik.v6i2.1395>
- Buchanan, D., Martindale, W., Romeih, E., & Hebishy, E. (2023). Recent advances in whey processing and valorisation: Technological and environmental perspectives. *International Journal of Dairy Technology*, 76(2), 291–312. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12935>
- de Castro, R. J. S., Domingues, M. A. F., Ohara, A., Okuro, P. K., dos Santos, J. G., Brexó, R. P., & Sato, H. H. (2017). Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. *Food Structure*, 14, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.004>
- Delgado-Macuill, R. J., Perez-Armendariz, B., Cardoso-Ugarte, G. A., Tolibia, S. E. M., & Benítez-Rojas, A. C. (2025). Recent Biotechnological Applications of Whey: Review and Perspectives. *Fermentation*, 11(4), 217. <https://doi.org/10.3390/fermentation11040217>
- El-Aidie, S. A. M., & Khalifa, G. S. A. (2024). Innovative applications of whey protein for sustainable dairy industry: Environmental and technological perspectives—A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(2). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13319>
- Fahrullah, F., Noersidiq, A., & Maruddin, F. (2022). Effects of Glycerol Plasticizer on Physical Characteristic of Whey-Konjac Films Enriched with Clove Essential Oil. *Journal of Food Quality and Hazards Control*. <https://doi.org/10.18502/jfqc.9.4.11377>
- Finnegan, E. W., Goulding, D. A., O'Callaghan, T. F., & O'Mahony, J. A. (2024). From lab-based to in-line: Analytical tools for the characterization of whey protein denaturation and aggregation—A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(2). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13289>
- Iqbal, M. A., Akram, S., Khalid, S., Amin, L., Ahmad, F., Malhat, F., Muhammad, G., Ashraf, R., & Mushtaq, M. (2025). Citric Acid-Assisted Extraction of High Methoxy Pectin from Grapefruit Peel and Its Application as Milk Stabilizer. *Food and Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03813-w>
- Kailasapathy, K. (2015). Chemical Composition, Physical, and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients. In *Dairy Processing and Quality Assurance* (pp. 77–105). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118810279.ch04>
- Kern, L., Fabre, O., Scher, J., & Petit, J. (2020). Chemical fractionation of caseins by differential precipitation: influence of pH, calcium addition, protein concentration and temperature on the depletion in α - and β -caseins. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(2), 542–552. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14283>
- Li, C., Rui, X., Zhang, Y., Cai, F., Chen, X., & Jiang, M. (2017). Production of tofu by lactic acid bacteria isolated from naturally fermented soy whey and evaluation of its quality. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.054>
- Malaka, R., Maruddin, F., Arief, F. A., Hakim, W., Irwansyah, Kasmianti, Putranto, W. S., Astawan, M., & Kadir, R. W. (2024). Evaluation Dangke Cheese Processing by Edible Film Coating Made from Whey Combined with Konjac Flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2024, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2024/4676923>
- Malaka, R., Prahesti, K. I., Mahendradatta, M., Astawan, M., Putranto, W. S., Arief, F. A., Waqiah, S. N., & Kadir, R. W. (2024). Physicochemical Properties of Dangke-cheese by Different Temperature Processing and Papaya-latex as Coagulant. *Indian Journal Of Agricultural Research, Of*. <https://doi.org/10.18805/IJAr.AF-882>
- Mkadem, W., Belguith, K., Indio, V., Oussaief, O., Guluzade, G., ElHatmi, H., Serraino, A., De Cesare, A., & Boudhrioua, N. (2025). Assessment of the Anti-Listeria Effect of Citrus limon Peel Extract In Silico, In Vitro, and in

- Fermented Cow Milk During Cold Storage. *Foods*, 14(4), 661. <https://doi.org/10.3390/foods14040661>
- Mukhlisah, A. N., Arief, I. I., & Taufik, E. (2017). Physical, Microbial, and Chemical Qualities of Dangke Produced by Different Temperatures and Papain Concentrations. *Media Peternakan*, 40(1), 63–70. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.1.63>
- Nooshkam, M., & Varidi, M. (2021). Physicochemical stability and gastrointestinal fate of β -carotene-loaded oil-in-water emulsions stabilized by whey protein isolate-low acyl gellan gum conjugates. *Food Chemistry*, 347, 129079. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129079>
- Nugraha, W. T., Murti, T. W., Erwanto, Y., Nurliyani, Suranindyah, Y. Y., Muhlisin, & Fibri, D. L. N. (2025). Chemical composition of goat cheese with different types of coagulants, types and doses of calcium compounds. *BIO Web of Conferences*, 167, 04001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202516704001>
- Nur'aini, H., & Saputra, A. (2018). Karakterisasi Sumberdaya Pangan Lokal Spesifik Daerah di Kabupaten Muko-muko Provinsi Bengkulu. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 5(2), 32–48. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v5i2.777>
- Okon, A., Szymański, P., Zielińska, D., Szydłowska, A., Siekierko, U., Kolożyn-Krajewska, D., & Dolatowski, Z. J. (2021). The Influence of Acid Whey on the Lipid Composition and Oxidative Stability of Organic Uncured Fermented Bacon after Production and during Chilling Storage. *Antioxidants*, 10(11), 1711. <https://doi.org/10.3390/antiox10111711>
- Poništ, J., Dubšíková, V., Schwarz, M., & Samešová, D. (2021). Methods of processing whey waste from dairies. A review. *Environment Protection Engineering*, 47(4). <https://doi.org/10.37190/epe210405>
- Rana, M., Hoque, M., Rahman, M., Habib, R., & Siddiki, M. (2017). Papaya (*Carica papaya*) latex- an alternative to rennet for cottage cheese preparation. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 4(3), 249. <https://doi.org/10.5455/javar.2017.d218>
- Sa'pang, M., Salam, A., Harna, H., Rahmayanti R, A., Seprianto, S., Nurmalasari, M., Ruhmayanti, N. A., & Swamilaksita, P. D. (2023). An Explorative Study of Indonesian Traditional Cheese “Dangke” as High Protein Food from Enrekang, South Sulawesi. *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 17(3), 955–965. <https://doi.org/10.33860/jik.v17i3.3345>
- Setiarto, R. H. B., Nur, N., Romulo, A., & Herlina, V. T. (2025). Dangke: unveiling Indonesian traditional fermented cheese from Enrekang, South Sulawesi. *Journal of Ethnic Foods*, 12(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s42779-025-00279-1>
- Sitanggang, A. B., Alexander, R., & Budijanto, S. (2020). The utilization of bilimbi (*Averrhoa bilimbi*) and lime (*Citrus aurantifolia*) juices as natural acid coagulants for tofu production. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4660–4670. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04503-5>
- Țița, M. A., Moga, V.-M., Constantinescu, M. A., Bătușaru, C. M., & Țița, O. (2024). Harnessing the Potential of Whey in the Creation of Innovative Food Products: Contributions to the Circular Economy. *Recycling*, 9(5), 79. <https://doi.org/10.3390/recycling9050079>

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

14%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Ludfia Windyasmara, Arjun Wicaksono. "CHEMICAL QUALITY OF DANGKE CHEESE FROM COW'S MILK WITH LIME COAGULANT", Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 2025 Publication	9%
2	Submitted to Universitas Jember Student Paper	4%
3	jurnalfkip.unram.ac.id Internet Source	1%
4	text-id.123dok.com Internet Source	1%
5	core.ac.uk Internet Source	1%
6	zombiedoc.com Internet Source	1%
7	ejurnal.its.ac.id Internet Source	<1%
8	www.scribd.com Internet Source	<1%
9	pdfcookie.com Internet Source	<1%
10	qdoc.tips Internet Source	<1%

11	Costanza Uruilal, Abraham Talahaturuson, Wihelmina Rumahlewang, Jogeneis Patty. "ISOLASI Trichoderma spp. DAN DAYA ANTAGONISMENYA TERHADAP SCLEROTIUM ROLFII SACC. PENYEBAB PENYAKIT LAYU PADA TANAMAN CABAI (Capsicum annuum) SECARA IN-VITRO", JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN, 2017 Publication	<1 %
----	---	------

12	docobook.com Internet Source	<1 %
----	---------------------------------	------

13	journal.unpak.ac.id Internet Source	<1 %
----	--	------

14	jefry-bp09.blogspot.com Internet Source	<1 %
----	--	------

15	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
----	------------------------------------	------

16	repository.untad.ac.id Internet Source	<1 %
----	---	------

17	Eklesia Pogaga, Paulina V. Y. Yamlean, Julianri S. Lebang. "FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KRIM EKSTRAK ETANOL DAUN MURBEI (Morus alba L.) MENGGUNAKAN METODE DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl)", PHARMACON, 2020 Publication	<1 %
----	--	------

18	journal.polbangtanyoma.ac.id Internet Source	<1 %
----	---	------

19	journal.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
----	--------------------------------------	------

20	jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id Internet Source	<1 %
----	---	------

Nofita Nofita, Yolanda Nasution, Ade Maria Ulfa. "FORMULASI SEDIAAN MASKER GEL PEEL OFF DARI EKSTRAK DAUN ALPUKAT (*Persea americana* Mill.) DENGAN KOMBINASI BASIS PVA DAN HPMC SEBAGAI ANTIOKSIDAN", *Jurnal Analis Farmasi*, 2023

Publication

<1%

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On