Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Increasing the Protein Content of Horse Milk (*Equus caballus*) through Cheese Processing with Addition of a Mixed Starter Culture (*Lactobacillus lactis* and *Lactobacillus bulgaricus*)

Indah Zahara Sagala*, Rizki Amelia Nasution, Rasyidah
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia;

Article History
Received : February 23th, 2026
Revised : October 19th, 2026
Accepted : October 28th, 2026

*Corresponding Author: **Indah Zahara Sagala**, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Email: indah0704212062@uinsu.ac.id

Abstract: Horse milk (*Equus caballus*) is a type of milk high in vitamin C, vitamin B, and calcium. However, its protein content is relatively low, at 1.5%–2.5%. To increase the protein content of horse milk, it is processed into cheese products. The purpose of this study was to increase the protein content of horse milk through processed cheese products using *Lactobacillus lactis* and *Lactobacillus bulgaricus* starter cultures. This study was conducted experimentally with four treatments: control, 6% *Lactobacillus bulgaricus*, 6% *Lactobacillus lactis*, and 3% *Lactobacillus bulgaricus* + 3% *Lactobacillus lactis*, with three shelf lives (1, 7, and 14 days). Protein levels were analyzed using the Kjeldahl method. The results showed that protein levels increased significantly, with the highest value of 39.98% on the 14th day of storage in the *Lactobacillus bulgaricus* 3% + *Lactobacillus lactis* 3% treatment. The conclusion of this study is that the process of fermenting mare's milk into cheese with the addition of *Lactobacillus bulgaricus* 3% + *Lactobacillus lactis* 3% starter is very effective in increasing protein levels and producing high-protein cheese.

Keywords: Cheese; Horse milk; *L. bulgaricus*; *L. lactis*; Protein content.

Pendahuluan

Susu merupakan minuman yang dikonsumsi manusia karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi yaitu lemak (36,1 g/kg), protein (32,5 g/kg), dan laktosa (48,8 g/kg) (Prastyowati, 2021). Produk olahan susu terus berkembang seiring berjalannya waktu, untuk memperpanjang masa simpan susu dan menjadikan inovasi produk pangan salah satunya menjadikan produk olahan pangan adalah keju (Aeni *et al*., 2025). Salah satu jenis susu yang dapat dikembangkan menjadi pangan fungsional adalah susu kuda. Susu kuda merupakan salah satu jenis susu yang telah banyak dikonsumsi terutama di negara-negara Asia dan Eropa Timur. Susu kuda memiliki kandungan gizi yang tinggi baik dalam bentuk susu segar maupun susu olahan serta berpotensi untuk menggantikan susu sapi ditandai dengan kandungan air yang tinggi dan kalori yang rendah (Fajriani *et al*., 2024). Biasanya susu memiliki sifat mudah rusak dan cepat basi. Maka diperlukan suatu cara untuk memperkecil angka kerusakan pada susu yaitu dengan cara membuat olahan susu menjadi keju (Rati *et al*., 2017).

Menurut PUSDATIN(2015), indonesia termasuk salah satu negara di asia dengan tingkat konsumsi keju yang cukup besar dan terus meningkat setiap tahunnya sebesar 12,5 % mulai dari tahun 2011-1015 (Khalish et al., 2020) . Masyarakat Indonesia menjadikan keju sebagai pelengkap makanan seperti topping dan dipping hidangan, varian dessert, ataupun konsumsi langsung (Wulandari,2021). Keju di Asia merupakan sesuatu yang mewah, menimbulkan excitement dan modernity pada camilan dan makanan. Indonesia mengonsumsi keju sebanyak 30.000 tons/ tahun. Mengalami peningkatan sebanyak 52% dari tahun 2009 hingga 2014. Keju pun secara konsisten sebagai tiga teratas rasa paling digemari untuk semua kategori makanan ringan setelah sayur dan rempah (Rindiani *et al*., 2022). Keju didefinisikan

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

sebagai produk segar atau hasil pemeraman semi padat hingga padat, diperoleh melalui proses menggumpalkan susu, krim, atau campurannya dengan menggunakan enzim penggumpal tanpa penambahan bahan pangan lain. Keju dapat menjadi carrier probuotik yang baik karena memiliki pH, kadar oksigen, dan situasi pemyimpanan yang lebih sesuai terhadap kontinuitas hidup bakteri sehingga viabilitas bakteri probiotik mampu bertahan lebih lama (mulai dari proses pembuatan hingga produk selesai dipanen setekah masa pemeraman) (Wulandari *et al*., 2025).

Pembuatan keju berbahan dasar susu kuda menggunakan starter *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus bulgaricus*. *Lactobacillus lactis* adalah bakteri asam laktat yang memiliki peran utama dalam fermentasi laktosa pada susu menjadi asam laktat, yang mengurangi pH susu dan membantu proses penggumpalan kasein, yaitu protein utama dalam susu. Proses ini penting untuk m emisahkan curd dari whey, yang kemudian membentuk keju. Selain itu, *Lactobacillus lactis* memiliki peran pada pengembangan rasa asam pada keju, yang menjadi karakteristik dari keju segar. Selain itu, *Lactobacillus bulgaricus* dapat menghasilkan peptida dan asam yang mempengaruhi tekstur dan rasa akhir keju, serta berperan dalam proses pematangan keju. Kombinasi kedua bakteri ini memberikan kontribusi pada kualitas organoleptik keju, seperti rasa, aroma, dan tekstur (Nurgrahadi, 2020). Pembuatan kultur starter bertujuan untuk membantu proses adaptasi bakteri, sehingga ketika proses fermentasi dimulai fase adaptasi dalam media fermentasi menjadi lebih cepat (Kamara *et al*., 2016).

Hasil penelitian (Nurgrahadi, 2020) menunjukkan bahwasannya pembuatan keju dari susu kedelai dengan menambahan bakteri *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus bulgaricus* kadar protein terhadap keju susu kedelai semakin meningkat yaitu sebesar 17,14 %. Analisis menunjukkan bahwa kandungan protein memenuhi persyaratan; temuan ini diperkuat oleh spesifikasi Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) (2001) untuk keju lunak, yang menetapkan kandungan protein tidak kurang dari 12,99%. Hal ini juga sejalan dengan penelitian (Marnianti, 2021) tentang pembuatan Yoghurt dari susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus bulgaricus* dapat meningkat kan kadar protein menjadi 3,85 %. Menurut SNI 2009 batas minimum kadar protein pada yoghurt, yakni minimal 2,7% dan batas minimum kadar protein pada keju 25%. Beberapa penelitian menunjukkan bahwasannya pembuatan keju maupun yoghurt dengan penambahan bakteri *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus bulgaricus* dapat meningkatkan kadar protein diambang batas menurut SNI maupun USDA.

Pada penelitian ini dilakukan upaya untuk meningkatkan kadar protein keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus bulgaricus* dimana tingkat kadar protein pada susu kuda sangat rendah dibandingkan dengan susu sapi ataupun susu kambing, kadar protein pada susu kuda dibawah ambang batas standart SNI, yaitu 1,5-2,5% sedangkan protein susu yang baik menurut SNI berkisar antara 2,44-3,90%. Penelitian ini selain bertujuan untuk meningkatkan kadar protein juga ingin mengelola susu kuda yang mungkin banyak tidak disukai oleh orang menjadi diminati melalui produk keju.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni dan Juli 2025 di dua lokasi berbeda yaitu: Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (Jalan Lapangan Golf No. 120, Kp. Tengah, Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20535), untuk pembuatan keju susu kuda (*Equus caballus*) serta pelaksanaan analisis bakteri asam laktat (BAL), uji kadar air, dan uji organoleptic, dan Laboratorium Politeknik Teknologi Kimia Industri (Jalan Medan Tenggara, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara 20228), untuk analisis kadar protein keju susu kuda (*Equus caballus*) yang diperkaya dengan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactococcus lactis* menggunakan metode Kjeldahl..

Metode penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah perlakuan kombinasi bakteri yang dilakukan berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Nurgrahadi et al (2020). Adapun

berberapa perlakuan terdiri dari 4 perlakuan yaitu P0 sebagai control, P1 (*Lactobacillus lactis*), P2 (*Lactobacillus bulgaricus*) dan P3 (*Lactobcillus lactis+Lactobacilluas bulgaricus*). Perlakuan masing-masing penambahan konsentrasi Bakteri Asam Laktat (BAL). Sedangkan lama penyimpanan terdapat 3 perlakuan yaitu pada penyimpanan 1 hari, penyimpanan 7 hari, penyimpanan 14 hari.

Prosedur penelitian

Sterilisasi Alat

Metode sterilisasi basah dilakukan menggunkakan autoklaf yang dioperasikan dengan uap air di bawah tekanan. Metode ini digunakan terutama untuk sterilisasi media, cairan, dan peralatan laboratorium dengan suhu 121°C. Metode sterilisasi kering biasanya digunakan pada peralatan laboratorium yang tidak basah dan peralatan yang tidak meleleh, terbakar ataupun berubah bentuk jika terkena suhu tinggi (Wulandari, *et al*., 2021).

Pembuatan Media

Media de Man Rogosa and Sharpe Broth (MRSB)

Sebanyak 34,1 gram medium MRSB dilarutkan ke dalam 500 ml aquadest, kemudian dipanaskan sambil diaduk sampai homogeny. Lalu mulut masing-masing Erkenmeyer ditutup dengan menggunakan aluminium foil lalu di sterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121℃ selama 15 menit (Mansur *et al*., 2019).

Media de Man Rogosa and Sharpe Agar (MRSA)

Sebanyak 34,1 gram medium MRSA dilarutkan ke dalam 500 ml aquadest. Kemudian dipanaskan sambil diaduk sampai homogen. Lalu mulut masing-masing Erkenmeyer ditutup dengan menggunakan aluminium foil lalu di sterilkan dengan suhu 121℃ selama 15 menit (Mansur *et al*., 2019).

Pembuatan Sub Kultur

Pada tahap awal pembuatan kultur kerja dilakukan pada masing-masing kultur *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus bulgaricus* diinokulasikan satu ose ke NaCl sebanyak 9 ml. Kultur bakteri yang ada di dalam NaCl diinokulasikan ke dalam media MRSA yang sudah steril dengan menggunakan ose pekerjaan ini dilakukan di dekat api nyala, selanjutnya media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan kultur siap untuk digunakan

Pembuatan Kultur Starter

Tahap awal penyiapan kultur starter melibatkan penyiapan empat labu Erlenmeyer yang berisi medium MRSB. Medium MRSB (28 mL) disiapkan untuk setiap isolat; empat ose penuh dari masing-masing isolat diinokulasikan dari kultur stok ke dalam medium MRSB yang telah disterilkan, kemudian labu-labu tersebut ditempatkan pada alat pengocok shaker selama 24 jam.

Pembuatan Keju dari Susu Kuda Satu liter susu kuda dimasukkan ke dalam beaker glass dan dipanaskan di atas hot plate hingga suhu 80°C kemudian diturunkan menjadi 30°C. Kultur starter selanjutnya ditambahkan ke dalam susu kuda dengan konsentrasi total 6%, sesuai dengan perlakuan eksperimental. Parameter yang diamati: pH, kadar protein, kadar air, dan viabilitas BAL (bakteri asam laktat).

Analisis data

Data yang didapatkan dari total Bakteri Asam Laktat (TPC), Uji kadar air, Uji protein, dianalisis secara deskriptif kuantitatif serta data disajikan dalam bentuk gambar dan tabulasi. Sedangkan uji hedonik (kesukaan) panelis di analisis menggunakan SPSS dengan taraf sifnifikan 0,05, analisis ini dilakukan agar dapat mengetahui pengaruh tiap perlakuan yang dilakukan terhadap kesukaan panelis.

Hasil dan Pembahasan

Uji Kadar Protein

Hasil uji kadar protein berbahan dasar keju susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* baik secara individu maupun kombinasi, selama penyimpanan 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Data kadar protein (%) dari 12 sampel menunjukkan hasil pada tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian di ketahui bahwa kadar protein pada sampel sudah memenuhi standar yang ditetapkan oleh United States Dapartement of Agriculture (USDA) yaitu spesifikasi keju yang baik memiliki kadar protein tidak kurang dari 12,99%. Kadar protein tertinggi diperlihatkan pada perlakuan P4 (39,98%) dengan penambahan kombinasi bakteri *Lactibacillus*

lactis 3% dan *Lactobacillus bulgaricus* 3% dengan masa simpan 14 hari.

Tabel 1. Kadar Protein (%)

No	Perlakuan	H-1	H-7	H-14
1	P1	1,82	1,82	1,82
2	P2	29,89	30,88	33,88
3	P3	30,86	32,54	34,29
4	P4	35,42	37,69	39,98

Keterangan:
P1: Kontrol.
P2: *Lactobacillus lactis* 6%.
P3: *Lactobacillus bulgaricus* 6%.
P4: *Lactobacillus lactis* 3% + *Lactobacillus bulgaricus* 3%.
H1: Masa simpan 1 hari.
H7: Masa simpan 7 hari.
H14: Masa simpan 14 hari.

Penyebab peningkatan kadar protein diduga berasal dari degdarasi protein oleh enzim-enzim protease yang dihasilkan bakteri. Peningkatan kadar protein keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus lactis* 3% dan *Lactobacillus bulgaricus* 3% terjadi karena adanya aktivitas proteolitik dan enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi asam-asam amino yang bersifat larut dengan berat molekul yang lebih kecil sehingga berpengaruh pada kadar protein tersebut. Semakin banyak protein yang terlarut dalam bahan maka semakin tinggi kadar proteinnya (Purwantiningsih *et al*., 2022).

Total Bakteri Asam Laktat Pada Keju Susu Kuda (*Eqqus caballus*)

Berdasarkan uji total BAL yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil pada tabel 2. Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa Bakteri Asam Laktat (BAL) pada sampel P1H1 menghasilkan total BAL yang paling rendah dan yang paling tinggi pada perlakuan P4H14.

Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan peran penting dalam proses pembuatan keju yang mendukung proses fermentasi dan pematangan dalam hal pembuatan keju. Bakteri asam laktat juga bertanggung jawab dalam hal produksi asam laktat, pembentukan flavor pada keju, serta penghambatan mikroba pembusuk melalui metabolit yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Produksi asam laktat dalam jumlah yang cukup menjadi kunci utama yang menentukan kualitas keju sehingga BAL yang di gunakan untuk starter harus bisa menghasilkan asam yang cukup dalam waktu yang singkat. Bal starter akan mulai mengalami autolisis pada minggu awal *ripening.* Autolisis merupakan penghancuran spontan oleh sel bakteri karena usia atau autolisin, yaitu enzim yang mampu menghidrolisis struktur peptidoglikan dinding sel itu sendiri. Peristiwa tersebut memicu pelepasan enzim intraseluler ke dalam keju sehingga terjadi peningkatan degradasi makromolekul seperti protein dan lemak (Jessica dan Kusumawati, 2025).

Tabel 2. Total Bakteri Asam Laktat Pada Keju

Masa Simpan	Perlakuan/Total BAL (CFU/gr)			
	P1	P2	P3	P4
H-1	1,6 x 10^8	1,9 x 10^8	2,4 x 10^8	3,2 x 10^8
H-7	2,3 x 10^8	5,0 x 10^8	2,3 x 10^8	4,3 x 10^8
H-14	3,2 x 10^8	2,9 x 10^7	3,1 x 10^8	4,4 x 10^8

Uji kadar Air

Berdasarkan uji kadar air yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil pada tabel 1. Kadar air merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tekstur dalam pembuatan keju. Jika produksi keju memiliki kadar air yang semakin meningkat maka akan menyebabkan tekstur keju semakin lunak. Kadar air keju berkisar antara 46-56%. Berdasarkan tabel diatas pada perlakuan P1 memiliki kandungan air tertinggi dikarenakan tidak ada penambahan starter.

Tabel 3. Total Kadar Air Pada Keju Susu Kuda

No	Kode Sampel	H-1	H-7	H-14
1	P1	87 %	87 %	86 %
2	P2	79 %	68,6 %	64 %
3	P3	77,5 %	69 %	65 %
4	P4	76 %	63, 5 %	53,5 %

Perlakuan P2 DAN P3 dengan menggunakan starter tunggal sebanyak 6% mengalami penurunan pada setiap masa simpan. Sedangkan pada perlakuan P4 dengan masa simpan 14 hari adalah kadar air paling rendah

dikarenakan dengan adanya penambahan starter *Lactobacillus lactis* 3% dan *Lactobacillus bulgaricus* 3%. Hal ini di sebabkan karena starter BAL dapat membantu mengeluarkan whey dari dadih sehingga mengurangi kadar air yang ada pada keju. Penurunan kadar air pada keju dikarenakan pada keju berkurang dengan semakin tingginya konsentrasi starter dan semakin lamanya koagulasi (Nindyasari *et al*., 2022).

Uji Organoleptik

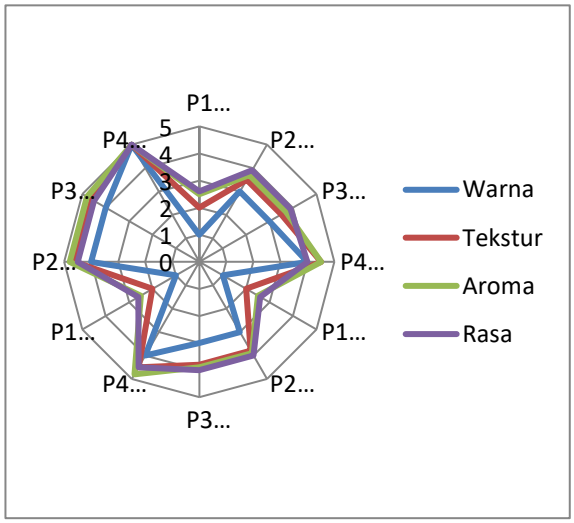
Uji organoleptik bertujuan untuk menjelaskan sediaan fisik melalui pengamatan warna, tekstur, aroma, dan rasa. Uji organoleptik ini membutuhkan mahasiswa/i sebanyak 15 panelis pada setiap produk keju dengan masa simpan 1,7, dan 14 hari. Berdasarkan uji organoleptik yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter yang Diamati Pada Uji Organoleptik

Parameter Uji	Hasil
Warna	Sangat kuning, kuning, putih kekuningan, keruh, putih.
Tekstur	Sangat keras, keras, netral, sedikit lunak, lunak.
Aroma	Sedikit aroma keju, sangat khas aroma keju, netral, khas aroma susu kuda
Rasa	Sangat tidak suka, tidak suka, netral, suka, sangat suka.

Pengujian organoleprik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Bagian organ tubuh yang berperan dalam penginderaan adalah mata, telinga, indera pencicip, indera pembau dan indera perabaan atau sentuhan. Kemampuan alat indera memberikan kesan atau tanggapan dapat dianalisis atau dibedakan berdasarkan jenis kesan. Luas daerah kesan adalah gambaran dari sebaran atau cakupan alat indera yang menerima rangsangan. Kemampuan memberikan kesan dapat dibedakan berdasarkan kemampuan alat indera memberikan reaksi atas rengsangan yang diterima. Kemampuan tersebut mendeteksi, mengenali, membedakan, membandingkan, dan kemampuan menyatakan suka atau tidak suka (Negara *et al*, 2016).

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan pada keju yang mempunyai perbedaan bentuk baik itu dilihat daei warna, tekstur, aroma dan rasa dengan skala mutu nya sangat tidak suka di beri skor (1), tidak suka diberi skor (2), netral diberi skor (3), suka diberi skor (4), dan sangat suka diberi skor (5) pada masing masing keju dengan masa simpan yang berbeda yaitu H-1,H-7,H-14.



Gambar 1. Hasil Uji Organoleptik

Warna

Warna merupakan salah satu instrument sensori yang sangat menentukan penilaian panelis. Penantuan warna bergantung pada warna yang dimiliki oleh produk apakah terlihat menarik atau tidak (Komansilan *et al*, 2019). Apabila warna yang dihasilkan kurang menarik maka orang akan mempertimbangkan untuk mengkonsumsinya karna warna sering dikatakan sebagai tanda pengenal dan daya tarik dari suatu produk (Nasution dan Marya 2021).

Respon penelis terhadap warna yang dihasilkan pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* pada proses fermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$) yang berarti bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* secara individu ataupun kombinasi memberikan perubahan warna pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda. Warna yang dihasilkan pada perlakuan P0 yaitu agak putih dikarenakan P0 tidak diberikan penambahan bakteri dan pada dasarnya susu

kuda memiliki warna agak putih(keruh). Sedangkan warna yang dihasilkan pada perlakuan P1,P2,P3 mengalami perubahan yaitu putih kekuningan atau kuning.

Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* berperan penting dalam mengubah warna susu keruh menjadi keju kuning karena aktivitas fermentasinya. Saat bakteri menghasilkan asam laktat, pH susu menurun dan protein seperti kasein menggumpal mengubah struktur susu. Selain itu, dalam susu kuda terdapat pigmen alami β koraten larut dalam lemak.

Tekstur

Respon panelis terhadap tekstur yang dihasilkan pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* pada proses fermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05) yang berarti bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* secara individu ataupun kombinasi memberikan perubahan tekstur pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda. Tekstur pada perlakuan P3 menunjukkan hasil yang sangat bagus yaitu lunak seperti yang sangat diharapkan oleh tekstur keju mozarella dikarenakan perlakuan tersebut diberikan kombinasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* 3 % dan *Lactobacillus lactis* 3%. Pada perlakuan P1 dan P2 yaitu pemberian individu setiap bakteri dengan konsentrasi 6% tidak terlalu lunak sedangkan, pada perlakuan P0 memiliki tekstur yang masih cair dikarenakan tidak ada penambahan bakteri.

Berdasarkan hasil uji sensoris, perlakuan keju menghasilkan tekstur yang disukai oleh panelis hal ini mungkin dikarenakan perlakuan level enzim rennet dan bakteri asam laktat yang digunakan berpengaruh terhadap tekstur keju yang dihasilkan. Penambahan kultur bakteri biasanya bakteri asam laktat akan membantu proses pembent ukan curd dan juga menentukan tekstur dari keju (Hutagalung *et al*., 2017).

Aroma

Aroma sebagai reaksi dari makanan yang akan mempengaruhi konsumen sebelum konsumen menikmati makanan, konsumen dapat mencium makanan tersebut. Makanan yang dihidangkan juga harus sedap aromanya sehingga lebih meningkatkan selera makan pelanggan dan dapat disimpulkan bahwa aroma yang keluar dari makanan adalah hasil dari proses pemasakan makanan yang dapat memberikan rangsangan kepada konsumen untuk menikmati makanan tersebut (Remantari, 2022).

Respon panelis terhadap aroma yang dihasilkan pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* pada proses fermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05) yang berarti bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* secara individu ataupun kombinasi memberikan perubahan aroma pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda. Pada perlakuan P0 tidak ada menghasilkan aroma keju dikarenakan P0 tidak ada penambahan bakteri dan masih berbentuk cair aroma yang dihasilkan yaitu khas aroma susu kuda. Pada perlakuan P2 aroma yang dihasilkan sedikit berbau khas keju tetapi tidak terlalu pekat, sedangkan pada perlakuan P2 dan P3 sangat menghasilkan aroma keju yang sangat pekat dan khas aroma keju pada umumnya. Pengaruh aroma pada keju berbahan dasar susu kuda sangat dipengaruhi oleh jenis bakteri asam laktat yang digunakan dalam proses fermentasinya.

Proses fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme selain dapat meningkatkan nutrisi dan nilai tambah produk, juga dapat merusak karena aktivitas mikroorganismenya, yang menghasilkan alkohol dan asam-asam organik yang menyebabkan susu menjadi berasa dan beraroma masam dan semakin lama waktu fermentasi, maka BAL akan menghasilkan asam laktat, sehingga perubahan rasa asam dan bau selama proses fermentasi menyebabkan penurunan kualitas sensorik (Dwiannisa *et al*., 2025).

Rasa

Respon panelis terhadap rasa yang dihasilkan pada produk olahan keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* pada proses fermentasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05) yang berarti bahwa penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* secara individu ataupun kombinasi memberikan perubahan rasa pada

produk olahan keju berbahan dasar susu kuda. Rasa yang dihasilkan pada perlakuan P1 sedikit lebih asam dibandingkan pada perlakuan P2, perlakuan P3 banyak panelis menyukainya dikarenakan tidak terlalu asam dan creamy sedikit lebih asin mirip dengan rasa khas keju mozarella.

Rasa pada keju diperoleh dari bahan baku produk itu sendiri, bahan tambahan pangan dan dari proses pengolahan yang digunakan. Rasa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu pematangan, senyawa kimia, suhu, konsentrasi, dan lain-lain. Semakin lama waktu pematangan keju, maka berpengaruh terhadap proses perkembangbiakan dan metabolisme mikroorganisme, sehingga dapat mendorong pelepasan zat perisa/rasa dari keju itu sendiri. Selain itu penambahan starter juga berpengaruh terhadap rasa keju yang dihasilkan, karena selain menghasilkan asam laktat, starter ini juga menghasilkan asam asetat, asam butirat, dan asam propinat (Sucitra *et al*., 2024).

Aktivitas starter *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* sebagai pengurai laktosa menjadi asam laktat memberikan diduga dapat memberikan rasa yang khas. Akan tetapi adanya bau langu membuat rasa ini kuat dibeberapa formula. Konsentrasi starter lebih tinggi cenderung meningkatkan rasa asam di bandingkan konsentrasi yang rendah. Hal ini menunjukan bahwa penggunaan bakteri asam laktat sebagai media fermentasi berpengaruh terhadap cita rasa yang dihasilkan oleh produk keju berbahan dasar susu kuda karena semakin tinggi tingkat konsentrasi bakteri maka semakin tinggi tingkat keasaman yang ditimbulkan (Barokah *et al*., 2018). Bakteri asam laktat mampu mendegradasi pati dalam menghasilkan glukosa. Kemudian glukosa akan diubah menjadi asam laktat sehingga aroma yang terbentuk mampu menggilangkan aroma dari bahan baku (Ismayani dan Malaka, 2025).

Rasa keju dengan penambahan kombinasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* menghasilkan rasa yang lebih kompleks dan seimbang. Kombinasi ini mendapatkan keasaman khas dari bakteri *Lactobacillus bulgaricus,* creamy dari *Lactobacillus lactis* serta asinnya lebih terasa seperti keju mozarella pada umumnya, dikarenakan setiap perlakuan dengan penambahan bakteri diberikan garam sebanyak 1 gram sehingga panelis lebih menyukai pada perlakuan P3.

Kesimpulan

Kadar protein keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* pada perlakuan P1 pada H-1,H-7,H-14 tidak ada perubahan yaitu 1,82. Pada perlakuan P2 mengalami peningkatan yaitu H-1 29,89, H-7 30,88. H-14 33,88. Perlakuan P3 juga mengalami peningkatan yaitu H-1 30,86, H-7 32,54, H-14 34,29. Perlakuan P4 pada H-1 35,42, H-7 37,69, H-14 39,98.

Total Bakteri Asam Laktat (BAL) pada keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* jumlah BAL pada H-1 perlakuan P1 $1{,}6\ x\ 10^8$, perlakuan P2 $1{,}9\ x\ 10^8$, perlakuan P3 $2{,}4\ x\ 10^8$, perlakuan P4 $3{,}2\ x\ 10^8$, jumlah BAL pada H-7 pada perlakuan P1 $2{,}3\ x\ 10^8$, perlakuan P2 $5{,}0\ x\ 10^8$, perlakuan P3 $2{,}3\ x\ 10^8$, perlakuan P4 $4{,}3\ x\ 10^8$, jumlah BAL pada H-14 pada perlakuan P1 $3{,}2\ x\ 10^8$, perlakuan P2 $2{,}9\ x\ 10^8$, perlakuan P3 $3{,}1\ x\ 10^8$, perlakuan P4 $4{,}4\ x\ 10^8$

Kadar air pada keju berbahan dasar susu kuda dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus lactis* jumlah kadar air perlakuan P1 pada H-1,H-7,H-14 tidak mengalami perubahan yaitu 87%, perlakuan P2 pada H-1 79%, H-7 68,6%, H-14 64%, Perlakuan P3 pada H-1 77,5%, H-7 69%, H-14 65%, Perlakuan P4 pada H-1 76%, H-7 63,5%, H-14 53,5%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan artikel ini.

Referensi

Aeni, A. Q., Sumarmono, J., Widodo, H. S., & Sodiq, A. (2025). Pengaruh penambahan persentase ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang berbeda terhadap organoleptik dan kadar air keju susu kambing. *Seminar Teknologi dan*

Agribisnis Peternakan (STAP), 326–333.

Barokah, Y., Angkasa, D., & Melani, V. (2018). Evaluasi sifat fisika kimia dan nilai gizi keju berbahan dasar kacang tunggak dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebagai keju nabati rendah lemak. *Jurnal Gizi, 7*(2), 12–21. http://jurnal.unimus.ac.id

Dwiannisa, S., Habibah, A. M., & Wulandari, A. (2025). Pengaruh penambahan starter *Lactobacillus plantarum* terhadap karakteristik organoleptik dadih susu sapi. *Jurnal Penelitian Peternakan Lahan Basah, 5*(2), 43–49.

Fajriani, L. N., Anisah, A., & Isasih, W. D. (2024). Review: Potensi susu kuda dan produk turunannya sebagai pangan fungsional serta potensi di bidang kesehatan. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan, 3*(1), 11–21. https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i1.4097

Hutagalung, T. M., Yelnetty, A., Tamasoleng, M., & Ponto, J. H. W. (2017). Penggunaan enzim rennet dan bakteri *Lactobacillus plantarum* YN 1.3 terhadap sifat sensori keju. *Jurnal Zootek, 37*(2), 286–293.

Ismayani, & Malaka, R. (2025). Pengaruh bakteri *Lactobacillus lactis* dan suhu pasteurisasi pada pembuatan mentega dari lemak whey dangke terhadap sifat organoleptik. *JITP, 13*(1), 28–35.

Jessica, S., & Kusumawati, N. (2025). Aktivitas mikroorganisme pada proses fermentasi serta keragaman senyawa flavor keju cheddar. *Zigma, 40*(1), 258–272.

Kamara, D. S., Rachman, S. D., Pasisca, R. W., Djajasoepena, S., Suprijana, O., Idar, I., & Ishmayana, S. (1982). Pembuatan dan aktivitas antibakteri yogurt hasil fermentasi tiga bakteri (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*). *Al-Kimia, 4*(2), 22–32.

Khalish, L. H., Andarwulan, N., Koswara, S., & Talitha, Z. A. (2020). Formulasi dan tingkat kesukaan terhadap es krim keju dengan menggunakan berbagai keju lunak (*cream cheese*, ricotta, dan camembert). *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality, 7*(2), 90–97. https://doi.org/10.29244/jmpi.2020.7.2.90

Komansilan, S., Rosyidi, D., Radiati, L. E., & Purwadi. (2019). Pengaruh variasi pH dengan penambahan enzim bromelin alami (*Ananas comosus*) terhadap sifat organoleptik keju cottage. *Jurnal Sains Peternakan, 7*(1), 54–61. https://doi.org/10.21067/jsp.v7i1.3613

Mansur, D. S., Hidayat, M. N., & Irmawaty. (2019). Ketahanan bakteri asam laktat asal saluran pencernaan broiler terhadap pH dan garam empedu. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan (Journal of Animal Husbandry Science and Industry), 5*(1), 27–37. https://doi.org/10.24252/jiip.v5i1.11101

Marnianti, S. S., Nazaruddin, & Cicilia, S. (2021). Mutu yoghurt susu kuda liar dengan penambahan ekstrak kayu manis pada berbagai konsentrasi, *7*(1), 773–784.

Nasution, Z., & Marya, D. T. (2021). Uji organoleptik terhadap keju lunak dari susu kambing Peranakan Etawah (PE), Saanen, dan persilangannya (PESA). *Jurnal Green Swarnadwipa, 10*(2), 337–341.

Negara, J. K., Sio, A. K., Rifkhan, Arifin, M., Oktaviana, A. Y., Wihansah, R. R. S., & Yusuf, M. (2016). Aspek mikrobiologis serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, 4*(2), 286–290. https://doi.org/10.29244/jipthp.4.2.286-290

Nindyasari, K. D., Irfin, Z., & Moentamaria, D. (2022). Enzim zingibain sebagai bahan koagulasi susu untuk pembuatan keju mozzarella. *Jurnal Teknologi Separasi, 8*(1), 133–140.

Nurgrahadi, N. N. P., & Sugitha, I. M. (2020). Pengaruh perlakuan tiga jenis bakteri asam laktat dan kombinasinya terhadap karakteristik keju kedelai. *Jurnal ITEPA, 9*(4), 412–425.

Paramita Wulandari, K. R., Nocianitri, K. A., Suparthana, I. P., & Rahayu, E. S. (2025). Karakteristik fisik dan sensoris keju tomme probiotik dengan variasi perbandingan kultur probiotik lokal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA), 14*(3), 619–631. https://doi.org/10.24843/itepa.2025.v14.i03.p13

Prastyowati, A. (2021). Susu kuda liar Sumbawa: Manfaat dan potensinya sebagai probiotik.

WARTAZOA, 31(3), 147–154.

Purwantiningsih, T. I., Bria, M. A. B., & Kia, K. W. (2022). Kadar protein dan lemak yoghurt yang terbuat dari jenis dan jumlah kultur yang berbeda. *Journal of Tropical Animal Science and Technology, 4*(1), 66–73.

Rati, R. L., Sulistyowati, E., & Soetrisno, E. (2017). Kualitas dan kesukaan keju lunak terbuat dari susu sapi Fries Holland dengan penambahan pasta buah stroberi (*Fragaria virginiana*) selama penyimpanan dua minggu. *Jurnal Agroindustri, 7*(1), 27–36.

Remantari, P. E. (2022). Inovasi rasa pada keju vegetarian. *Jurnal Mahasiswa Pariwisata dan Bisnis, 1*(4), 1030–1048.

Riandani, A. P., & Irfan, Y. (2022). Analisis komposisi bahan dan uji sensori terhadap beberapa keju olahan komersial di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri, 3*(2), 86–94.

Sucitra, A. J., & Amalia, V. (2024). Pemanfaatan *Lactobacillus plantarum* sebagai starter dalam produk olahan keju halal. *Seminar Nasional Biologi (SEMABIO), 47*, 77–92.

Wulandari, E., Harlia, E., & Permatasari, M. C. (2021). Karakteristik fisik dan kimia *fresh cheese* dengan ekstrak stroberi (*Fragaria ananassa*) sebagai koagulan. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran, 21*(2), 117–123. https://doi.org/10.24198/jit.v21i2.36318.