

Wulandari et al., 2026

Evaluasi Dampak Diferensiasi Kultur Starter Terhadap Profil Sensorik Keju

Afiza Wulandari^{1*}, Dimas Fajar Nugroho¹, Nida'ul Husna Imaniah¹, Fadhilah Dhani Santika Falah¹

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km.36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

* Corresponding author: afizawulandari@ulm.ac.id

* Received for review October 2, 2025 Accepted for publication February 11, 2026

Abstract

This study evaluated the effect of different starter cultures on the organoleptic quality of cow's milk cheese. Three starters — Rennet Qso (tablet), Rennet Nabati (powder), and Rennet خميرة الجبن (Khomiiratul Jibni) (Khomiiratul Jibni) were tested at 1% concentration. A Completely Randomized Design with four treatments and four replications was employed. Organoleptic parameters (color, taste, aroma, texture, overall liking) were evaluated by 20 panelists using a 1–5 hedonic scale. Data was analyzed by ANOVA and Duncan's test ($\alpha = 0.05$). The powdered Rennet Nabati treatment yielded the highest scores in texture, aroma, and overall acceptance. Thus, Rennet Nabati is recommended for artisanal cheese production.

Keywords: cheese, cow's milk, organoleptic, Rennet Nabati, starter culture.

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh jenis kultur starter terhadap kualitas organoleptik keju dari susu sapi. Tiga starter — Rennet Qso (tablet), Rennet Nabati (serbuk), dan Rennet خميرة الجبن (Khomiiratul Jibni) diuji pada konsentrasi 1 %. Desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Parameter yang diuji adalah warna, rasa, aroma, tekstur, dan tingkat kesukaan keseluruhan oleh 20 panelis menggunakan skala hedonik (1–5). Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan uji lanjut Duncan ($\alpha = 0,05$). Hasil menunjukkan Rennet Nabati menghasilkan keju dengan skor terbaik pada aspek tekstur dan aroma serta tingkat kesukaan konsumen tertinggi. Kesimpulannya, Rennet Nabati direkomendasikan sebagai starter keju susu sapi.

Kata kunci: keju, kultur starter, organoleptik, rennet nabati, susu sapi



Copyright © 2026 The Author(s)
This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. PENDAHULUAN

Keju adalah produk fermentasi yang dihasilkan melalui proses koagulasi protein susu, terutama kasein, dengan bantuan enzim rennet serta aktivitas mikroorganisme dari kultur starter (Syamsu and Elshahida 2018). Keju merupakan jenis makanan yang terbentuk dari bahan-bahan padat dalam susu melalui cara penggumpalan atau koagulasi. Penggumpalan ini dilakukan dengan bantuan mikroorganisme atau enzim spesifik yang dikenal sebagai rennet. Setelah melalui proses tersebut, produk akhirnya akan dikeringkan, dikelola, dan diawetkan dengan beragam metode (Negara et al., 2016).

Wulandari et al., 2026

Fermentasi pada keju bukan hanya bertujuan untuk mengubah bentuk fisik dari cair ke padat, tetapi juga untuk membentuk karakteristik sensori seperti rasa, aroma, tekstur, dan warna. Menurut Fox et al. (2017), kualitas keju sangat dipengaruhi oleh jenis dan kombinasi mikroorganisme yang digunakan selama fermentasi. Dalam proses ini, kultur starter memainkan peran sentral karena bertanggung jawab atas penurunan pH, pembentukan aroma, serta pengembangan tekstur melalui aktivitas proteolitik dan lipolitik.

Jenis kultur starter yang digunakan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti hewani, mikrobial, maupun nabati. Kultur hewani umumnya berbasis enzim rennet yang diekstrak dari lambung anak sapi, sedangkan kultur mikrobial diperoleh dari hasil fermentasi mikroorganisme seperti *Rhizomucor miehei* atau *Aspergillus niger*. Kultur nabati sendiri berkembang seiring meningkatnya kebutuhan terhadap produk halal dan ramah vegetarian. Menurut berbagai penelitian, penggunaan rennet nabati yang berasal dari *Rhizomucor miehei* dapat menghasilkan keju dengan karakteristik organoleptik (rasa, aroma, tekstur) yang mendekati kualitas rennet hewani, terutama jika digunakan dalam komposisi campuran yang tepat dengan chymosin hewani untuk menyeimbangkan aktivitas proteolitiknya (Soltani et al., 2016; Nicosia et al., 2023).

Pentingnya pemilihan jenis kultur starter dalam produksi keju berkaitan erat dengan preferensi konsumen terhadap produk akhir. Konsumen umumnya menilai mutu keju berdasarkan persepsi sensori seperti kelembutan tekstur, keseimbangan rasa asam dan gurih, serta aroma susu yang khas. Putranto et al. (2019) menyatakan bahwa keberhasilan formulasi keju sangat ditentukan oleh tingkat kesukaan konsumen berdasarkan parameter hedonik. Oleh karena itu, studi yang mengevaluasi pengaruh variasi starter terhadap kualitas organoleptik sangat relevan untuk dilakukan, terutama dalam skala produksi rumah tangga maupun industri kecil menengah (IKM).

Penelitian ini mengkaji penggunaan tiga jenis kultur starter, yaitu Rennet Qso (tablet), Rennet Nabati (serbuk dari jamur *Rhizomucor miehei*), dan Rennet Khomiiratul Jibni (starter fermentasi keju), yang diaplikasikan pada susu sapi dalam pembuatan keju. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi starter yang mampu menghasilkan keju dengan mutu organoleptik terbaik, serta mengetahui preferensi panelis terhadap karakteristik warna, rasa, tekstur, dan aroma keju. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pemilihan starter yang optimal untuk pengolahan keju susu sapi berbasis teknologi lokal dan ramah lingkungan.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, sehingga total terdapat dua belas satuan percobaan. Unit percobaan adalah satu batch pembuatan keju dari 1000 mL susu sapi. Perlakuan terdiri atas:

- P0 = Keju cheddar komersial (kontrol)
- P1 = Keju dengan penambahan Rennet Qso (tablet) 1%
- P2 = Keju dengan penambahan Rennet Nabati (serbuk) 1%
- P3 = Keju dengan penambahan خميرة الجبن (fermentasi cair) 1%.

Wulandari et al., 2026

2.2 Materi

Materi biologis yang digunakan meliputi susu sapi segar dan tiga jenis kultur starter: (1) Rennet Qso (tablet), (2) Rennet Nabati (serbuk), dan (3) Rennet خميرة الجبن (Khomirotul Jibni) dalam bentuk fermentasi cair. Masing-masing starter diberikan dengan dosis setara 1% dari total volume susu (1000 ml). Bahan tambahan lainnya adalah bakteri asam laktat (BAL) jenis mesofilik untuk proses pengasaman, serta garam dapur sebagai bahan penggaram curd. Alat yang digunakan meliputi panci perebus, pengaduk, termometer, cetakan keju, saringan kain kasa (cheesecloth), alat pemanas, alat penekan keju, dan kulkas pendingin bersuhu 5–10°C.

2.3 Prosedur Pembuatan Keju

Pembuatan keju dimulai dengan pasteurisasi susu pada suhu 61–65°C selama 30 menit. Setelah pendinginan hingga 35°C, ditambahkan bakteri mesofilik dan didiamkan selama 1 jam. Selanjutnya, kultur starter ditambahkan sesuai perlakuan dan dibiarkan selama 15 menit. Proses dilanjutkan dengan pemanasan ke suhu 42°C, penyaringan curd menggunakan kain kasa, penambahan garam, dan pencetakan curd. Keju kemudian disimpan pada suhu 5–10°C sebelum dilakukan pengujian organoleptik. (Modifikasi Syamsu dan Kartika, 2018).

2.4 Pengujian Organoleptik

Pengujian dilakukan oleh 20 panelis tidak terlatih menggunakan metode skoring hedonic (skala 1–5) untuk parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan secara keseluruhan. Panelis memberi penilaian berdasarkan preferensi masing-masing terhadap sampel keju yang telah diberi kode acak.

2.5 Analisis Data

Data hasil pengujian organoleptik dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Model statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

dengan:

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = rata-rata umum

τ_i = efek tetap perlakuan ke- i

ε_{ij} = galat acak.

Apabila terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan diantara perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Astuti, 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji organoleptik menunjukkan adanya variasi respons panelis terhadap keju yang dihasilkan dari perlakuan starter yang berbeda, meliputi Rennet Qso (tablet) (P1), Rennet Nabati (serbuk) (P2), dan Rennet خميرة الجبن (Khomirotul Jibni) (P3), dibandingkan dengan keju cheddar komersial (P0) sebagai kontrol (Tabel 1).

Wulandari et al., 2026

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

Perlakuan	Warna	Parameter		
		Rasa	Tekstur	Aroma
P0	4,16 ± 0,16 ^b	4,67 ± 0,26 ^c	4,40 ± 0,41 ^b	4,75 ± 0,28 ^b
P-1	3,78 ± 0,28 ^a	4,09 ± 0,32 ^b	3,53 ± 0,26 ^a	4,11 ± 0,44 ^a
P-2	3,80 ± 0,26 ^a	4,06 ± 0,26 ^b	3,57 ± 0,21 ^a	4,18 ± 0,33 ^a
P-3	3,90 ± 0,28 ^a	3,85 ± 0,24 ^a	3,52 ± 0,17 ^a	3,96 ± 0,39 ^a

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

3.1 Warna Keju

Angka 4,6 pada P0 menunjukkan warna yang bagus yaitu putih kekuningan, angka 3 pada P1, P2 dan P3 menunjukkan warna putih. Perbedaan warna antara keju komersial (P0) dan keju hasil eksperimen (P1, P2, P3) kemungkinan besar disebabkan oleh penggunaan pewarna tambahan dalam produk komersial atau perbedaan dalam komposisi pakan sapi. Implikasi penting dari temuan ini adalah bahwa modifikasi kultur starter, dalam konteks ini tidak menjadi faktor penentu utama karakteristik warna keju, melainkan lebih pada aspek intrinsik bahan baku susu. Hal ini dikarenakan setiap keju memiliki perlakuan koagulan dan lama pemeraman yang berbeda namun rata-rata warna yang dihasilkan sama yaitu putih kekuningan. Fenomena ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa variasi perlakuan koagulasi umumnya tidak secara langsung memengaruhi warna keju, karena koagulan bukan zat pewarna. Warna kuning keju sebagian besar berasal dari β karoten yang larut dalam lemak susu, yang secara alami terkandung karena sapi mengonsumsi pakan hijauan kaya karotenoid, terutama ketika diberi makan rumput segar (Calderón et al., 2007; Nozière et al., 2006; McDermott et al., 2016; Pham et al., 2017).

Setiap keju memiliki perlakuan koagulan dan lama pemeraman yang berbeda namun rata-rata warna yang dihasilkan sama yaitu putih kekuningan. Sependapat dengan Sutarno (2012) variasi perlakuan saat koagulasi tidak memberikan warna yang berbeda pada keju yang terbentuk karena perlakuan koagulasi tersebut tidak berperan sebagai zat warna dalam pembuatan keju, sehingga warna yang terbentuk hanya berasal dari warna susu. Ditambahkan oleh (Buckle., 2017), bahwa keju yang dibuat dari susu sapi tanpa pewarna akan menghasilkan keju berwarna putih kekuningan. Warna kekuningan tersebut berasal dari pigmen karoten yang larut dalam lemak.

Sebagian besar keju secara alami memiliki warna kuning mentega, yang berasal dari pigmen beta-karoten yang ada dalam susu sapi. Beta-karoten adalah pigmen poli-ena C40 yang disintesis oleh tumbuhan dan diserap oleh sapi melalui pakan, terutama rumput segar, kemudian disimpan dalam cadangan lemak hewan dan ditransfer ke globula lemak susu. Pendapat ini didukung pernyataan (Ferraz et al., 2024) meskipun beta-karoten ada dalam susu, pigmen kuning ini awalnya tertutup oleh protein dan membran globula lemak, menyebabkan susu tampak putih.

3.2 Rasa

Rasa adalah parameter organoleptik yang paling esensial dan kompleks dalam menentukan daya terima produk keju. Hasil penelitian ini menyoroti perbedaan signifikan dalam profil rasa antar perlakuan, di mana keju kontrol (P0) menunjukkan skor rasa tertinggi ($4,67 \pm 0,26^c$), diikuti oleh P1 ($4,09 \pm 0,32^b$), P2 ($4,06 \pm 0,26^b$), dan P3 ($3,85 \pm 0,24^a$). Temuan ini mengindikasikan bahwa keju

Wulandari et al., 2026

komersial memiliki profil rasa yang paling disukai oleh panelis, sementara keju yang dibuat dengan Rennet Khomirotul Jibni (P3) menghasilkan rasa yang paling kurang diterima di antara kelompok eksperimental.

Perbedaan signifikan antar perlakuan (P0 berbeda signifikan dengan P1, P2, P3; P1 dan P2 tidak berbeda signifikan satu sama lain, namun berbeda signifikan dengan P3) menggarisbawahi interaksi kompleks antara jenis kultur starter, substrat susu, dan mekanisme biokimia selama proses pembuatan dan pematangan keju. Pembentukan rasa pada keju merupakan hasil interaksi serangkaian proses biokimia: glikolisis, proteolisis, dan lipolisis (McSweeney & Sousa, 2000; juga dibahas dalam Atassever dan Mazlum 2024) yang secara simultan membentuk senyawa-senyawa aroma seperti asam lemak lepas, peptida, dan senyawa volatil seperti keton, ester, dan lactone. Ketiga jalur ini diinisiasi dan dimodulasi secara ekstensif oleh aktivitas enzimatik mikroorganisme yang terkandung dalam kultur starter, terutama Bakteri Asam Laktat (BAL).

Glikolisis dan Produksi Asam Laktat: Laktosa, gula utama dalam susu, dipecah oleh BAL melalui proses glikolisis menjadi asam laktat. Asam laktat merupakan senyawa dasar yang berkontribusi pada rasa asam yang khas pada keju dan secara signifikan memengaruhi pH produk. Penurunan pH yang dihasilkan oleh asam laktat juga krusial untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme patogen dan non-starter yang tidak diinginkan, serta memfasilitasi aktivitas enzim rennet dan enzim-enzim endogen susu (Aritonang et al., 2017). Kecepatan dan extent produksi asam laktat sangat bergantung pada jenis dan aktivitas strain BAL dalam kultur starter. Variasi dalam skor rasa antar perlakuan (P1, P2, P3) dapat mencerminkan perbedaan dalam efisiensi glikolisis dan akumulasi asam laktat oleh masing-masing jenis starter.

Proteolisis merupakan pemecahan protein kasein susu menjadi peptida dan asam amino bebas oleh enzim proteolitik baik dari starter maupun rennet (Lestari, Evan, & Suhartono, 2020). Proses ini sangat penting untuk pengembangan rasa dan tekstur keju. Peptida dan asam amino bebas memiliki peran langsung sebagai prekursor rasa dan juga dapat diubah lebih lanjut menjadi senyawa volatil yang berkontribusi pada aroma dan rasa spesifik keju. Misalnya, asam amino seperti leusin, isoleusin, dan valin dapat diubah menjadi senyawa bercabang yang memberikan rasa gurih atau pahit. Rasa pahit yang kadang muncul pada keju dapat disebabkan oleh akumulasi peptida hidrofobik tertentu jika proteolisis tidak seimbang. Perbedaan jenis rennet—Qso (hewan), Nabati, dan Khomirotul Jibni (mikroba/enzim)—akan memiliki aktivitas proteolitik yang berbeda, sehingga memengaruhi spektrum peptida dan asam amino yang dihasilkan, dan pada akhirnya, profil rasa keju. Rennet nabati, misalnya, mungkin memiliki profil enzim proteolitik yang berbeda dibandingkan dengan rennet hewani, yang bisa menjelaskan preferensi panelis terhadap keju P2 dibandingkan P3.

Aktivitas lipase yang berlebihan dapat menyebabkan rasa tengik yang tidak diinginkan, sementara aktivitas yang terkontrol menghasilkan profil rasa yang kompleks dan kaya. Kultur starter yang berbeda mungkin memiliki aktivitas lipase yang bervariasi, yang berkontribusi pada perbedaan skor rasa yang diamati. Didukung Rani dan Jagtap (2019) aktivitas lipase yang berlebihan dapat mengakumulasi FFA, terutama asam lemak pendek, yang menimbulkan rasa tengik atau sabun (off flavor). Sebaliknya, aktivitas lipase yang terkontrol—baik dari enzim lipolitik mikroba maupun

Wulandari et al., 2026

endogen susu—menghasilkan senyawa volatil aroma kompleks yang memperkaya profil rasa keju. Perbedaan antara kultur starter menjelaskan variasi skor sensori yang diamati pada produk akhir.

Perbedaan yang mencolok antara keju komersial (P0) dan keju eksperimental (P1, P2, P3) dalam hal rasa mengindikasikan bahwa produk komersial mungkin telah melalui proses optimasi yang lebih canggih, termasuk penggunaan kultur starter spesifik dengan profil metabolik yang sangat terkontrol, kondisi pematangan yang terstandarisasi, atau bahkan penambahan flavour adjuncts. Keju komersial seringkali menggunakan starter ganda atau campuran strain BAL yang dipilih khusus untuk menghasilkan keseimbangan rasa dan aroma yang optimal. Selain itu, durasi dan kondisi pematangan (suhu dan kelembaban) juga sangat memengaruhi perkembangan rasa, di mana keju yang matang lebih lama cenderung memiliki profil rasa yang lebih kompleks dan intens. Keju P3 (Rennet Khomirotul Jibni) yang menunjukkan skor rasa terendah mengindikasikan bahwa jenis starter ini menghasilkan profil metabolik yang kurang sesuai dengan preferensi panelis.

Hal ini bisa disebabkan oleh produksi senyawa yang tidak disukai, kurangnya senyawa rasa yang diinginkan, atau ketidakseimbangan dalam proses biokimia yang terjadi. Di sisi lain, P1 dan P2, yang menunjukkan skor lebih baik dari P3 namun masih di bawah P0, menyiratkan bahwa Rennet Qso dan Rennet Nabati memiliki potensi, namun mungkin memerlukan optimasi lebih lanjut, baik dari sisi konsentrasi, kombinasi starter, maupun kondisi pematangan, untuk dapat bersaing dengan kualitas rasa keju komersial.

3.3 Tekstur

Berdasarkan hasil penelitian masing-masing perlakuan memiliki hasil angka yang berbeda. Angka 4 pada P0 menunjukkan warna yang bagus yaitu kenyal, angka 3 pada P1, P2 dan P3 menunjukkan agak kenyal. Hal ini dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam keju tersebut, keju yang dihasilkan masuk kedalam kategori keju lunak dengan kadar air maksimal 80%. Keju dengan kategori ini memiliki tekstur lembut dengan granula (Codex STAN 221-2011). Tekstur keju juga dipengaruhi oleh lemak dan koagulasi susu yang berlangsung, karena jumlah kadar protein yang ada berpengaruh pada kepadatan keju yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (2017) lemak berperan penting pembentukan keju, semakin tinggi kadar lemak dalam susu maka keju yang dihasilkan akan semakin lembut, harum dan menarik. Sebaliknya jika kadar lemak rendah, keju yang dihasilkan akan keras dan berwarna pucat.

Tekstur keju dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan, seperti susu, asam laktat, starter, jenis koagulan, dan bahan lainnya, serta cara pembuatannya dan komposisi kimia keju, seperti kadar air, lemak, protein, dan sebagainya (Juniawati et al., 2015). Keju yang dibuat menggunakan susu sapi memiliki tekstur yang tidak mudah patah. Selain itu, kadar air juga memengaruhi tekstur keju. Jika kadar airnya tinggi, keju akan terasa lebih lembut, sedangkan jika kadar airnya rendah, keju akan terasa lebih keras (Sunarya, Legowo, & Sambodho, 2016). Keju halloumi termasuk jenis keju semi keras dengan kadar air berkisar antara 45 hingga 55% (Juniawati et al., 2015).

Sejalan dengan pendapat Fox (2017) yang menyatakan uhu dan pH saat proses koagulasi memainkan peran penting dalam menentukan kualitas tekstur keju. Suhu yang optimal memungkinkan enzim rennet bekerja secara efisien dalam membentuk keju yang kuat, sedangkan pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengganggu pembentukan jaringan kasein,

Wulandari et al., 2026

sehingga menghasilkan tekstur yang kurang baik. Selain itu, tekstur keju juga dipengaruhi oleh kandungan bahan baku seperti komponen air susu yang digunakan dalam pembuatan keju. Hal ini sesuai dengan pendapat Sunarya, Legowo, dan Sambodho (2016) tingginya kadar air yang dimiliki akan mengakibatkan keju tersebut semakin lunak teksturnya dan semakin tinggi kandungan airnya akan menyebabkan tekstur keju yang dihasilkan semakin keras.

3.4 Aroma

Hasil angka yang diperoleh pada masing-masing perlakuan berbeda. Angka 4 pada P0, P1 dan P3 menunjukkan aroma khas susu, angka 3 pada P3 menunjukkan agak beraroma khas susu. Semua keju menghasilkan aroma yang khas karena dipengaruhi oleh penambahan rennet yang mengandung enzim proteolytic. Yelnetty et al. (2014) menyatakan peranan bakteri pada fermentasi dengan produksi asam dalam proses metabolismenya menyebabkan koagulasi protein yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen sehingga akan mempengaruhi aroma. Produksi asam laktat dengan menimbulkan aroma khas pada keju dengan juga dapat mempengaruhi pembentukan tekstur selama pembentukan curd.

Disamping itu, bahan yang digunakan juga dapat mempengaruhi aroma keju yaitu kinerja bakteri dan etanol yang dihasilkan selama proses fermentasi. Negara et al. (2016) menyatakan aroma khas yang dimiliki keju dikarenakan kerja bakteri berperan dalam menciptakan aroma asam keju tersebut. Ditambahkan oleh Kaminarides et al. (2015) etanol yang biasa ditemukan pada keju adalah hasil fermentasi laktosa oleh mikroorganisme dan etanol adalah zat aromatik utama yang memengaruhi aroma keju. Semakin lama keju direbus, maka semakin sedikit etanol yang tersisa di dalamnya. Hal ini terjadi karena etanol memiliki titik didih sekitar 70 sampai 78 derajat Celsius, seperti yang dicantumkan dalam penelitian Arimba, Jasman, Hasanuddin, dan Syahrul (2019). Oleh karena itu, ketika keju direbus dalam air yang berada di suhu 90 sampai 92 derajat Celsius, etanol akan menguap ke udara.

Perbedaan aroma dipengaruhi oleh asam lemak serta volatil pada susu. Hal ini sejalan dengan Yan et al. (2024) yang menyatakan analisis senyawa volatil pada susu pasteurisasi menunjukkan bahwa perubahan komposisi asam lemak (termasuk SFA dan PUFA) selama penyimpanan menghasilkan keton, ester, dan aldehida yang berpengaruh besar terhadap aroma susu. Hubungan signifikan antara asam lemak seperti C18:2 dan C16:0 dengan senyawa volatil seperti butanal, acetic acid ethyl ester, dan hexenal ditekankan sebagai sumber utama aroma akhir produk susu. Menurut pendapat (Setyawati et al., 2013) adanya perubahan pada produk olahan susu seperti keju disebabkan karena fermentasi laktosa, sitrat, dan senyawa organik lainnya menjadi bermacam-macam asam, ester, alkohol dan senyawa pembentuk flavor dan aroma yang mudah menguap

4. SIMPULAN

Penambahan kultur starter pada proses pembuatan keju terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik sensoris keju, meliputi warna, rasa, tekstur, aroma, serta tingkat kesukaan konsumen terhadap produk akhir. Berdasarkan hasil pengamatan, variasi starter yang paling efektif dalam menghasilkan keju dengan mutu sensoris terbaik adalah penambahan rennet nabati (serbuk) sebanyak 1%, yang mampu menghasilkan keju dengan kualitas organoleptik yang lebih unggul dibandingkan perlakuan lainnya.

Wulandari et al., 2026

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arimba GP, Jasman, Hasanuddin, Syahrul. 2019. Pemurnian Bioetanol Limbah Kulit Nanas Menggunakan Alat Distilasi Sederhana Model Kolom Refluks. *Jurnal Zarah*. 7(1):22–28.
- Aritonang SN, Roza E, Rossi E, Purwati E, Husmaini H. 2017. Isolation and identification of lactic acid bacteria from okara and evaluation of their potential as candidate probiotics. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16(8):618–628. doi:10.3923/pjn.2017.618.628.
- Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH. 2017. *Ilmu Pangan*. Jakarta (ID): Penerbit Universitas Indonesia.
- Calderón C, Chauveau Duriot B, Pradel P, Martin B, Graulet B, Doreau M, Nozière P. 2007. Variations in carotenoids, vitamins A and E, and color in cow's plasma and milk following a shift from hay diet to diets containing increasing levels of carotenoids and vitamin E. *Journal of Dairy Science*.
- Codex Alimentarius. 2011. *Milk and Milk Products*. 2nd ed. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of The United Nations, World Health Organization.
- Ferraz AR, Pintado CS, Serralheiro ML. 2024. A Global Review of Cheese Colour: Microbial Discolouration and Innovation Opportunities. *Dairy*. 5(4):768–785. doi:10.3390/dairy5040056.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. 2010. *Fundamentals of Cheese Science*. Maryland (US): Aspen Publishers, Inc.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. 2017. *Fundamentals of Cheese Science*. 2nd ed. Springer.
- Juniawati, Usmiati S, Damayanthi E. 2015. Karakteristik Fisik Kimia Keju Rendah Lemak Dari Berbagai Bahan Baku Susu Modifikasi. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12(2):28–36.
- Kaminarides S, Moschopoulou E, Karali F. 2019. Influence of Salting Method on the Chemical and Texture Characteristics of Ovine Halloumi Cheese. *Foods*. 8:1–11.
- Lestari D, Evan J, Suhartono MT. 2020. Fraksi Peptida Antioksidan dari Kasein Susu Kambing. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 31(2):188–196. doi:10.6066/jtip.2020.31.2.188.
- McSweeney PLH, Sousa MJ. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*. 80(3):293–324.
- Negara JK, Sio AK, Arifin M, Oktaviana AY, Wihansah RRS, 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*. 04(2):286–290.
- Nicosia F, Puglisi G, Pino A, Caggia C, Randazzo C. 2023. Exploring the applications of plantbased coagulants in cheese production: A review. *International Dairy Journal*. 148:105792.
- Nozière P, Graulet B, Lucas A, Martin B, Grolier P, Doreau M. 2006. Carotenoids for ruminants: from forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology*. 131:418–450.

Wulandari et al., 2026

- Paul LH, McSweeney, Maria J, Sousa. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*. 80(3):293–324. doi:10.1051/lait:2000127.
- Pham TT, Fenelon MA, Guinee TP. 2017. Effect of pasture versus indoor feeding systems on β -carotene levels and colour of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 100:6053–6073.
- Putranto, Suhartono MT, Kusumaningrum HD, Giriwono PE, Mustopa AZ, Suradi K, Chairunnisa H. Fresh Cheese Probiotic with Local Isolate *Lactobacillus casei* 2.12 as starter in fermentation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 334(012048):1–3. doi:10.1088/1755-1315/334/1/012048.
- Rani S, Jagtap S. 2019. Acceleration of Swiss cheese ripening by microbial lipase without affecting its quality characteristics. *Journal of Food Science and Technology*. 56(1):497–506.
- Setyawati A, Purwadi, Thohari I. 2013. Kualitas fisik dan organoleptik (Aroma, Warna) keju olahan dengan penambahan tepung porang (*Amorphophallus onchophyllus*). Malang (ID): Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Soltani M, Sahingil D, Gokce Y, Hayaloglu AA. 2016. Effects of blends of *Rhizomucor miehei* protease and camel chymosin on volatile composition and sensory scores of Iranian ultrafiltered white cheese. *Journal of Dairy Science*. 99s:–606.
- Sunarya H, Legowo AM, Sambodho P. 2016. Kadar Air, Kadar Lemak dan Tekstur Keju Mozzarella dari Susu Kerbau, Susu Sapi dan Kombinasinya. *Animal Agriculture Journal*. 5(3):17–22.
- Sutarno. 2012. Analisis Kualitas Keju Cottage dengan Starter *Rhizopus oryzae* Setelah Penambahan Asam dan Pemanasan Saat Koagulasi. *Jurnal Biomedika*. 5(2).
- Syamsu K, Elshahida K. 2018. Pembuatan keju nabati dari kedelai menggunakan bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 28(2):154–161.
- Winarno FG. 2017. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yan H, Huang W, Zhao X, Ge C, Shen Y, Liu L. 2024. Effect of fatty acid composition on the volatile compounds of pasteurized milk during low-temperature storage. *Food Research International*. 195:114990. doi:10.1016/j.foodres.2024.114990.
- Yelnetty A, Purnomo H, Purwadi, Mirah A. 2014. Biochemical Characteristics of Lactic Acid Bacteria with Proteolytic Activity and Capability as Starter Culture Isolated From Spontaneous Fermented Local Goat Milk. *Journal of Natural Sciences Research*. 4(10):137–147.