

Relationship between Proximate Characteristics and pH Value with Total Lactic Acid Bacteria in Etawa Goat Milk

Annisa Farma¹, Djong Hon Tjong^{1,2*}, Endang Purwati^{1,3}, Anthoni Agustien^{1,2}, Annisa Khaira¹

¹Program Studi Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas, Indonesia;

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Indonesia;

³Departemen Farmasi, STIKes Prima Indonesia, Indonesia;

Article History

Received: May 06th, 2026

Revised : May 19th, 2026

Accepted : May 28th, 2026

*Corresponding Author: **Djong**

Hon Tjong, Program Studi

Bioteknologi, Sekolah

Pascasarjana, Universitas

Andalas, Indonesia;

Email:

djonghontjong@sci.unand.ac.id

Abstract: Etawa goat milk is a highly nutritious food source with strong potential to be developed as a functional food. Its nutritional components—such as protein, fat, and water content along with the presence of lactic acid bacteria (LAB), contribute to its health benefits. This study aimed to analyze the proximate characteristics and pH value of Etawa goat milk and to evaluate their relationship with the total LAB count. Milk samples were collected from three locations in Padang City: Gunung Pangilun, Korong Gadang, and Padayo. Proximate analysis was conducted using standard methods from the Indonesian National Standardization Agency, while total LAB was determined using the Total Plate Count method on MRS Agar media. The results showed that moisture content ranged from 86.11–88.93%, protein content from 3.64–4.17%, fat content from 4.00–5.00%, and pH values from 6.70–7.00. The total LAB ranged from 30.66×10^8 to 48.33×10^8 CFU/mL, exceeding the minimum threshold required for probiotic sources. Samples with higher protein and fat content tended to have higher LAB counts. In addition, high moisture content and near-neutral pH supported microbial growth. Therefore, the proximate characteristics and pH value of Etawa goat milk are associated with LAB counts, indicating its potential as a natural probiotic source. The findings of this study provide scientific evidence for the utilization of Etawa goat milk as a natural probiotic product and may contribute to the development of dairy-based functional foods and community nutrition programs.

Keywords: Etawa goat milk; Lactic acid bacteria; pH; Probiotic; Proximate.

Pendahuluan

Susu merupakan makanan unik bagi manusia karena mengandung hampir semua nutrisi yang dibutuhkan dalam komposisinya yang seimbang. Selain itu, susu mudah dicerna, memiliki nilai gizi tinggi, dan dibutuhkan oleh individu dari segala usia (Zakaria *et al.*, 2011). Susu kambing dianggap menawarkan keuntungan yang lebih besar daripada susu sapi, seperti kandungan vitamin A dan vitamin B yang lebih tinggi, khususnya riboflavin dan niasin (Jaman *et al.*, Arum & Purwidiani, 2014). Lebih jauh lagi, asam lemak rantai pendek dan mineral penting seperti seng, besi,

dan magnesium ditemukan dalam susu kambing (Paz *et al.*, 2014). Susu kambing seringkali memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, dengan 3,50 g lemak per 100 g, 3,10 g protein per 100 g, dan 4,40 g karbohidrat per 100 g (Arora *et al.*, 2013). Susu kambing cocok untuk dibuat sebagai minuman fungsional yang memberikan manfaat kesehatan berkat komposisinya.

Kehadiran bakteri asam laktat (LAB) merupakan elemen penting dalam susu. Sekelompok bakteri bermanfaat dan nonpatogen yang disebut bakteri asam laktat sangat penting untuk proses fermentasi makanan dan pakan (Detha *et al.*, 2019). Selain

itu, LAB berkontribusi pada keseimbangan mikroflora sistem pencernaan dengan menghasilkan bahan kimia antibakteri seperti asam laktat, hidrogen peroksida (H₂O₂), dan bakteriosin, yang menghentikan pertumbuhan bakteri berbahaya (Detha *et al.*, 2019; Mirdalisa *et al.*, 2016). Susu merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba karena mengandung semua komponen nutrisi yang ditemukan dalam enzim hewan (Navyanti & Adriyani, 2015), seperti lemak teremulsi, protein, gula, dan garam dalam konsentrasi fisiologis.

Bakteri asam laktat diketahui dapat meningkatkan mutu gizi dan cita rasa produk pangan. Selain itu, LAB dapat mencegah pembentukan kuman patogen dengan memproduksi berbagai senyawa seperti asam laktat, asam arakidonat (Antarini, 2011) dan metabolit lain seperti bromida diatomik. Urnemi *et al.*, (2012) menemukan bahwa metabolit ini memiliki sejumlah keuntungan, seperti menurunkan pH saluran pencernaan, mendorong produksi asam lambung, meningkatkan peristaltik lambung, dan mencegah perkembangan dan aktivitas bakteri patogen melalui oksidasi dan denaturasi enzim.

Ketersediaan nutrisi dan lingkungan memiliki dampak besar pada pertumbuhan mikroorganisme, terutama bakteri asam laktat. Karena protein berfungsi sebagai pasokan nitrogen yang penting untuk mendukung pertumbuhan mikroba (Saputra & Nurhayati, 2013), kadar protein susu berpotensi memengaruhi jumlah LAB. Selain itu, kadar lemak dalam susu juga berperan sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba melalui aktivitas enzim lipolitik, sehingga mendukung proses metabolisme dan pertumbuhan bakteri (Treichel *et al.*, 2010). Faktor lingkungan seperti pH juga mempengaruhi pertumbuhan BAL, yang diketahui dapat tumbuh optimal pada kondisi pH asam, yaitu sekitar pH 4–5 (Subagyio *et al.*, 2015). Di sisi lain, kadar air merupakan faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme, di mana mikroba umumnya memerlukan kondisi dengan kadar air atau kelembaban tinggi, yaitu di atas 85%, untuk mendukung pertumbuhannya (Purnomo, 2004).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan karakteristik kimia dan mikrobiologi susu kambing, kajian yang secara khusus menghubungkan komposisi proksimat dengan jumlah bakteri asam laktat masih terbatas, terutama pada susu kambing Etawa dari berbagai sumber. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengevaluasi keterkaitan antara kandungan nutrisi dengan jumlah BAL sebagai indikator potensi susu kambing sebagai pangan fungsional.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik proksimat dan nilai pH susu kambing Etawa serta mengevaluasi hubungannya dengan total bakteri asam laktat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kualitas susu kambing Etawa dan potensinya sebagai sumber probiotik alami.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu kambing Etawa yang diperoleh dari Kota Padang. Bahan pendukung meliputi benzena, kertas lemak, H₂SO₄, NaOH, dan reagen lain yang digunakan dalam analisis proksimat serta media de Man Rogosa Sharpe (MRS) untuk analisis mikrobiologi. Alat yang digunakan antara lain autoklaf, oven, desikator, neraca analitik, labu Kjeldahl, alat destilasi, erlenmeyer, pH meter, serta peralatan gelas laboratorium lainnya.

Pengambilan Sampel

Sampel susu kambing etawa diambil dari 3 lokasi yang berbeda di Kota Padang yaitu Gunung Pangilun, Korong Gadang dan Padayo. Sampel susu kambing etawa dimasukkan kedalam botol kaca dan dibawa ke Laboratorium Teknologi Hasil Ternak dengan *ice box*.

Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan menggunakan metode standar Badan Standardisasi Nasional (BSN) yang umum digunakan untuk analisis bahan pangan. Kadar air ditentukan dengan metode gravimetri (BSN, 2006a), kadar lemak dengan metode Soxhlet (BSN, 2006b), dan kadar protein dengan metode Kjeldahl (BSN, 2006c).

Pengukuran pH

Richana (2011) menjelaskan metode untuk menentukan pH suatu sampel dengan pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan buffer standar.

Total Bakteri Asam Laktat

Penentuan jumlah total bakteri asam laktat dilakukan menggunakan metode TPC (Total Plate Method) pada media MRS Agar. Setelah pengenceran serial, sampel diinokulasi menggunakan metode spread plate dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37–40°C dalam kondisi anaerobik. Koloni yang bertambah dihitung dan dilaporkan dalam CFU/mL (Ruvalcaba-Gómez *et al.*, 2025).

Analisis Data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan antar sampel serta didukung dengan kajian literatur untuk menjelaskan hubungan antara karakteristik proksimat, nilai pH, dan total BAL.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian

Karakteristik Proksimat dan Nilai pH Susu Kambing Etawa

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis karakteristik proksimat susu kambing Etawa dari berbagai sampel, termasuk kadar air, protein, dan lemak, serta nilai pH. Menurut Tabel 1, susu kambing Etawa memiliki kadar air yang bervariasi dari 86,11 hingga 88,93 persen. Sampel PD memiliki nilai terendah, sedangkan sampel KG memiliki nilai tertinggi. Kadar protein berkisar antara 3,64 dan 4,17%, dan kadar lemak berkisar antara 4,00 dan 5,00%. Semua sampel memiliki pH antara 6,70 dan 7,00. Sampel KG umumnya memiliki kadar protein dan lemak yang lebih tinggi daripada sampel lainnya. Kondisi ini mengindikasikan adanya variasi komposisi nutrisi antar sampel susu kambing Etawa yang dapat mempengaruhi karakteristik biologisnya. Selain itu, kadar air yang relatif tinggi pada seluruh sampel menunjukkan kondisi yang mendukung aktivitas mikroorganisme.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat dan pH susu kambing etawa

No	Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Nilai pH
1	KG	88,93±0,98	4,17±0,01	5,00±0,35	7,00±0,07
2	PD	86,11±0,09	3,64±0,09	4,30±0,35	6,70±0,07
3	EL	88,71±0,14	3,97±0,02	4,00±0,14	6,96±0,02

Total Koloni Bakteri Asam Laktat

Tabel 2 menunjukkan hasil uji total bakteri asam laktat (LAB) pada sampel susu kambing Etawa. Menurut Tabel 2, total bakteri asam laktat dalam susu kambing Etawa berkisar antara $30,66 \times 10^8$ hingga $48,33 \times 10^8$ CFU/mL. Sampel KG memiliki jumlah BAL tertinggi, diikuti oleh sampel EL, sedangkan sampel PD menunjukkan jumlah BAL terendah. Perbedaan jumlah BAL antar sampel menunjukkan adanya variasi pertumbuhan mikroorganisme yang kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan komposisi nutrisi dan kondisi lingkungan pada masing-masing sampel. Secara umum, jumlah BAL yang tinggi pada seluruh sampel mengindikasikan bahwa susu kambing Etawa berpotensi sebagai sumber mikroorganisme probiotik.

Tabel 2. Total koloni BAL

No	Sampel	Total Koloni BAL ($\times 10^8$ CFU/g)
1	KG	48,33±2,51
2	PD	30,66±5,03
3	EL	45,66±4,04

Pembahasan

Karakteristik Proksimat dan Nilai pH Susu Kambing Etawa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik proksimat susu kambing Etawa pada ketiga sampel masih berada dalam kisaran standar mutu susu segar, baik dari segi kadar air, protein, lemak, maupun nilai pH. Kadar air susu kambing Etawa berkisar antara 86,11–88,93%, yang masih berada dalam kisaran standar menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2005), yaitu sekitar 88,30%. Kadar air yang tinggi merupakan faktor penting yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme, karena air berperan dalam proses

metabolisme sel dan mendukung pertumbuhan bakteri, termasuk bakteri asam laktat. Ketersediaan air bebas dalam bahan pangan berperan krusial sebagai medium reaksi biokimia intraseluler, termasuk sintesis protein dan pembelahan sel pada bakteri asam laktat (Buckle *et al.*, 1987; Fardiaz, 1992). Oleh karena itu, komponen makanan dengan kandungan air tinggi, seperti susu kambing, cenderung mengandung lebih banyak total bakteri asam laktat dibandingkan dengan komponen makanan yang memiliki kandungan air rendah (Martín-Miguel *et al.*, 2024).

Kadar protein susu kambing Etawa pada penelitian ini berkisar antara 3,64–4,17% dan telah memenuhi standar SNI 01-3141-2011 (2011), yaitu minimal 2,80%. Protein berfungsi sebagai sumber nitrogen utama bagi mikroorganisme, sehingga berperan penting dalam mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat. Ketersediaan nitrogen ini sangat diperlukan dalam sintesis sel dan aktivitas metabolik mikroba, sehingga variasi kadar protein antar sampel dapat mempengaruhi jumlah BAL yang terbentuk. Nitrogen sangat penting bagi mikroorganisme karena mendukung proses fisiologis dan biokimia sel, seperti pembentukan protein, asam amino, nukleotida, dan enzim yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Hu *et al.*, 2024). Mengingat bahwa LAB tidak dapat secara mandiri mensintesis banyak asam amino yang diperlukan (Canon *et al.*, 2021; Kieliszek *et al.*, 2021), bakteri asam laktat, khususnya, membutuhkan sumber nitrogen organik dalam bentuk peptida dan asam amino dari hidrolisis protein untuk memfasilitasi perkembangan selnya. Oleh karena itu, perbedaan kadar protein antar sampel susu kambing Etawa diduga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi variasi jumlah total BAL yang diperoleh.

Selain itu, kadar lemak susu kambing Etawa berkisar antara 4,00–5,00% dan telah memenuhi standar SNI 01-3141-2011 (2011), yaitu minimal 3,00%. Lemak dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi melalui aktivitas enzim lipolitik, sehingga berkontribusi terhadap metabolisme dan pertumbuhan bakteri. Peran lemak dalam mendukung aktivitas mikroba menunjukkan bahwa komposisi nutrisi susu tidak hanya mempengaruhi kualitas gizi, tetapi juga aktivitas biologis mikroorganisme di dalamnya. Lemak dalam susu dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat melalui aktivitas enzim lipolitik yang menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak

bebas dan gliserol sebagai sumber energi untuk pertumbuhan sel (García-Cano *et al.*, 2019). Degradasi lemak susu oleh BAL menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol yang merupakan produk penting dari aktivitas metabolik enzimatik dalam produk susu fermentasi (Ogrodowczyk *et al.*, 2026). Komposisi nutrisi susu, termasuk kadar lemaknya, dengan demikian tidak hanya menentukan kualitas gizi tetapi juga secara langsung mempengaruhi aktivitas biologis mikroorganisme di dalamnya (Wang *et al.*,

Nilai pH susu kambing Etawa berada pada kisaran 6,70–7,00 dan masih berada dalam kisaran normal susu segar menurut SNI 3141.1:2011 (2011), yaitu 6,3–6,8. Meskipun bakteri asam laktat umumnya tumbuh optimal pada kondisi pH asam, kisaran pH mendekati netral pada susu segar masih memungkinkan pertumbuhan awal bakteri sebelum terjadinya proses fermentasi yang menyebabkan penurunan pH. Meskipun pH optimal pertumbuhan BAL berada pada kisaran 5,5–6,0, beberapa genus BAL tetap mampu tumbuh pada kondisi pH mendekati netral seperti pada susu segar kambing yang memiliki kisaran pH 6,3–6,8 (Silva *et al.*, 2023; Sionek *et al.*, 2024). Pada awal proses fermentasi, pH substrat susu berada pada kisaran 6,5–7,0 dan secara bertahap menurun seiring dengan aktivitas metabolik BAL yang menghasilkan asam laktat (Ziarno *et al.*, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa pH mendekati netral pada susu segar bukan merupakan faktor penghambat, melainkan kondisi awal yang memungkinkan BAL memulai pertumbuhan sebelum terjadinya penurunan pH akibat fermentasi (Loforte *et al.*, 2025).

Total Koloni Bakteri Asam Laktat

Jumlah bakteri asam laktat dalam penelitian ini berkisar antara $30,66 \times 10^8$ dan $48,33 \times 10^8$ CFU/mL, yang lebih tinggi dari batas minimum FAO/WHO (2002) yaitu $\geq 10^6$ CFU/mL. Hal ini menunjukkan bahwa susu kambing Etawa dapat menjadi sumber bakteri yang bertindak sebagai probiotik alami. Susu kambing mengandung LAB, yang menunjukkan bahwa komposisi nutrisinya yang komprehensif menjadikannya lingkungan pertumbuhan yang sesuai untuk mikroba. LAB menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi dan menghasilkan metabolit seperti asam laktat, yang membantu meningkatkan kualitas dan keamanan pangan (Hatti-Kaul *et al.*, 2018). Biadala *et al.*, 2023 menunjukkan bahwa susu kambing

merupakan substrat alami yang mendorong pertumbuhan LAB karena kaya akan protein, karbohidrat, lemak, dan mineral. Melalui proses glikolisis, LAB menggunakan laktosa sebagai sumber energi utamanya dan menghasilkan asam laktat, yang menurunkan pH substrat, menghambat perkembangan mikroba patogen, dan membantu menciptakan sifat sensorik produk fermentasi (Zapašnik *et al.*, 2022). Asam laktat yang dihasilkan oleh LAB dari pemecahan gula dalam susu sangat penting untuk meningkatkan keamanan pangan dengan menciptakan lingkungan yang menghambat pertumbuhan patogen (Anumudu *et al.*, 2024). Melia *et al.*, (2018) melaporkan jumlah total LAB sebesar $57,25 \times 10^7$ CFU/mL, yang lebih rendah daripada jumlah LAB yang lebih tinggi yang ditunjukkan dalam temuan penelitian ini. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, metode pemerahan, kebersihan alat, serta perbedaan metode analisis mikrobiologi yang digunakan.

Integrasi antara karakteristik proksimat dan jumlah BAL menunjukkan adanya kecenderungan hubungan antara komposisi nutrisi dengan pertumbuhan bakteri asam laktat. Sampel KG yang memiliki kadar protein dan lemak tertinggi juga menunjukkan jumlah BAL tertinggi, sedangkan sampel PD dengan kadar nutrisi lebih rendah memiliki jumlah BAL yang lebih rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan protein sebagai sumber nitrogen dan lemak sebagai sumber energi berperan dalam mendukung pertumbuhan BAL. Selain faktor nutrisi, kondisi lingkungan seperti kadar air dan pH juga berkontribusi dalam mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Kadar air yang tinggi memungkinkan aktivitas metabolik mikroba berlangsung optimal, sedangkan pH yang sesuai mendukung pertumbuhan awal bakteri sebelum terjadi fermentasi lebih lanjut.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik proksimat dan kondisi lingkungan susu kambing Etawa memiliki keterkaitan dengan jumlah bakteri asam laktat yang terkandung di dalamnya. Aspek kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi antara analisis proksimat dan total BAL pada susu kambing Etawa dari berbagai sumber, yang memberikan gambaran bahwa komposisi nutrisi dapat mempengaruhi potensi mikrobiologis susu sebagai pangan fungsional dan sumber probiotik alami.

Kesimpulan

Karakteristik proksimat susu kambing Etawa pada penelitian ini menunjukkan kadar air, protein, dan lemak yang memenuhi standar mutu susu segar. Nilai pH yang berada pada kisaran mendekati netral serta kadar air yang tinggi menunjukkan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Total bakteri asam laktat pada seluruh sampel berada di atas batas minimum sebagai sumber probiotik, sehingga susu kambing Etawa berpotensi sebagai pangan fungsional. Selain itu, terdapat kecenderungan hubungan antara komposisi nutrisi dengan jumlah bakteri asam laktat, di mana sampel dengan kadar protein dan lemak yang lebih tinggi menunjukkan jumlah BAL yang lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan nutrisi susu berperan dalam mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Andalas, atas dukungan pendanaan berdasarkan kontrak nomor 30/UN16.16.DIR/PT.01.03/2025. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

Referensi

- Antarini, A. A. N. (2011). Sinbiotik antara prebiotik dan probiotik. *Jurnal Ilmu Gizi*, 2(2), 148–155.
- Anumudu, C. K., Miri, T., & Onyeaka, H. (2024). Multifunctional applications of lactic acid bacteria: Enhancing safety, quality, and nutritional value in foods and fermented beverages. *Foods*, 13(23), 3714. <https://doi.org/10.3390/foods13233714>
- Arora, R., Bhojak, N., & Joshi, R. (2013). Comparative aspects of goat and cow milk. *International Journal of Engineering Science Invention*, 2(1), 7–10. [https://www.ijesi.org/papers/Vol\(2\)1/B210710.pdf](https://www.ijesi.org/papers/Vol(2)1/B210710.pdf)
- Arum, H. P., & Purwidiani, N. (2014). Pengaruh jumlah ekstrak jahe dan susu skim terhadap sifat organoleptik yoghurt susu kambing Etawa. *E-Journal Boga*, 3(3),

- 116–124.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/article/view/9041/9020>
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 01-234.2:2006 Mutu dan Cara Uji Kadar Protein pada Produk Perikanan*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 01-3141-2011 Susu Segar*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 2354.2:2015 Mutu dan Cara Uji Kadar Air pada Produk Perikanan*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2354.3:2017 Mutu dan Cara Uji Kadar Lemak pada Produk Perikanan*. BSN.
- Biadała, A., Szablewski, T., Cegielska-Radziejewska, R., Lasik-Kurdyś, M., & Adzahan, N. M. (2023). The evaluation of activity of selected lactic acid bacteria for bioconversion of milk and whey from goat milk to release biomolecules with antibacterial activity. *Molecules*, 28(9), 3696.
<https://doi.org/10.3390/molecules28093696>
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., & Wootton, M. (1987). *Ilmu Pangan* (H. Purnomo & Adiono, Trans.). UI Press.
- Canon, F., Maillard, M.-B., Henry, G., Thierry, A., & Gagnaire, V. (2021). Positive interactions between lactic acid bacteria promoted by nitrogen-based nutritional dependencies. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(21), e01055-21.
<https://doi.org/10.1128/AEM.01055-21>
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2005). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2005 tentang Kesehatan*. Depkes RI.
- Detha, A., Datta, F., Beribe, E., Foeh, N., & Ndaong, N. (2019). Efektivitas bakteri asam laktat yang diisolasi dari susu kuda Sumba terhadap kualitas silase jerami padi. *Jurnal Kajian Veteriner*, 6(1), 31–37.
<https://doi.org/10.35508/jkv.v6i1.1053>
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2002). *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food: Report of a Joint FAO/WHO Working Group*. FAO/WHO.
- García-Cano, I., Rocha-Mendoza, D., Ortega-Anaya, J., Wang, K., Kosmerl, E., & Jiménez-Flores, R. (2019). Lactic acid bacteria isolated from dairy products as potential producers of lipolytic, proteolytic and antibacterial proteins. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(13), 5243–5257.
<https://doi.org/10.1007/s00253-019-09844-6>
- Hatti-Kaul, R., Chen, L., Dishisha, T., & El Enshasy, H. (2018). Lactic acid bacteria: From starter cultures to producers of chemicals. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 45(7), 1–20.
<https://doi.org/10.1093/femsle/fny213>
- Hu, M., Wang, D., Tang, X., Zhang, Q., Zhao, J., Mao, B., Zhang, H., & Cui, S. (2024). Improving the utilization efficiency of nitrogen source through co-culture of *Lactobacillus* strains with different nitrogen source metabolisms. *Food Research International*, 175, 113745.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113745>
- Jaman, M. F. V., Suada, I. K., & Sampurna, I. P. (2013). Kualitas susu kambing peranakan Etawa selama penyimpanan suhu ruang ditinjau dari rasa, pH dan uji alkohol. *Indonesia Medicus Veterinus*, 2(5), 469–478.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/imv/article/view/7845>
- Kieliszek, M., Pobiega, K., Piwowarek, K., & Kot, A. M. (2021). Characteristics of the proteolytic enzymes produced by lactic acid bacteria. *Molecules*, 26(7), 1858.
<https://doi.org/10.3390/molecules26071858>
- Loforte, Y., Zanzan, M., Cadavez, V., & Gonzales-Barron, U. (2025). Dynamic modelling of *Listeria monocytogenes* growth in a milk model medium as affected by pH and selected lactic acid bacteria strains. *Foods*, 14(23), 3999.
<https://doi.org/10.3390/foods14233999>
- Martín-Miguélez, J. M., Robledo, J., Martín, I., Castaño, C., Delgado, J., & Córdoba, J. J. (2024). Biocontrol of *L. monocytogenes* with selected autochthonous lactic acid bacteria in raw milk soft-ripened cheese under different water activity conditions.

- Foods*, 13(1), 172.
<https://doi.org/10.3390/foods13010172>
- Melia, S., Yuherman, Ferawati, Jaswandi, Purwanto, H., & Purwati, E. (2018). Kualitas nutrisi dan kandungan mikrobiologi pada susu kerbau, sapi dan kambing dari Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 23(3), 150–157.
<https://doi.org/10.14334/jitv.v23i3.1594>
- Mirdalisa, C. A., Zakaria, Y., & Nurliana, N. (2016). Efek suhu dan masa simpan terhadap aktivitas antimikroba susu fermentasi dengan *Lactobacillus casei*. *Jurnal Agripet*, 16(1), 49–55.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v16i1.3639>
- Navyanti, F., & Adriyani, R. (2015). Higiene sanitasi, kualitas fisik dan bakteriologi susu sapi segar perusahaan susu X di Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1), 36–47. <https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/view/3098/2252>
- Ogrodowczyk, A. M., Kowalska, K., & Kulasik, D. (2026). Milk lipids as bioactive modulators of the bacterial proteome: Mechanisms linking dairy management to microbial performance. *Animals*, 16(3), 477. <https://doi.org/10.3390/ani16030477>
- Paz, N. F., De Oliveira, E. G., De Kairuz, M. S. N., & Ramón, A. N. (2014). Characterization of goat milk and potentially symbiotic non-fat yogurt. *Food Science and Technology*, 34(3), 629–635.
<https://doi.org/10.1590/1678-457x.6409>
- Purnomo, B. (2004). *Materi Kuliah Mikrobiologi*. Universitas Bengkulu.
- Richana, N. (2011). *Bioetanol: Bahan Baku, Teknologi, Produksi dan Pengendalian Mutu*. Penerbit Nuansa.
- Ruvalcaba-Gómez, J. M., Rios-Corripio, M. A., Delgado-Macuil, R. J., Rojas-López, M., & Hernández-Nava, R. G. (2025). Isolation and preliminary screening of lactic acid bacteria for antimicrobial potential from raw milk. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1565016.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1565016>
- Saputra, D., & Nurhayati, T. (2013). Produksi dan aplikasi pepton ikan selar untuk media pertumbuhan bakteri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(3), 215–223.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v16i3.8059>
- Silva, B. N., Fernandes, N., Carvalho, L., Faria, A. S., Teixeira, J. A., Rodrigues, C., Gonzales-Barron, U., & Cadavez, V. (2023). Lactic acid bacteria from artisanal raw goat milk cheeses: Technological properties and antimicrobial potential. *Italian Journal of Food Safety*, 12(4), 11559.
<https://doi.org/10.4081/ijfs.2023.11559>
- Sionek, B., Szydłowska, A., Trzaskowska, M., & Kołożyn-Krajewska, D. (2024). The impact of physicochemical conditions on lactic acid bacteria survival in food products. *Fermentation*, 10(6), 298.
<https://doi.org/10.3390/fermentation10060298>
- Subagiyo, Margino, S., Hadisaputro, T., & Setyati, W. (2015). Effects of pH, temperature and salinity in growth and organic acid production of lactic acid bacteria isolated from penaeid shrimp intestine. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 20(4), 187–194.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.20.4.187-194>
- Treichel, H., de Oliveira, D., Mazutti, M. A., Di Luccio, M., & Oliveira, J. V. (2010). A review on microbial lipases production. *Food and Bioprocess Technology*, 3(2).
<https://doi.org/10.1007/s11947-009-0202-2>
- Urnemi, Syukur, S., Purwati, E., Ibrahim, S., & Jamsari. (2012). Potensi bakteri asam laktat sebagai kandidat probiotik antimikroba patogen asal fermentasi kakao varietas Criollo. *Jurnal Riset Industri*, 6(12), 67–76.
<https://doi.org/10.26578/jrti.v6i12.1519>
- Wang, J., Wu, T., Lv, R., Shao, W., Hungwe, M., Wang, J., Bai, X., Xie, J., Wang, Y., & Geng, W. (2021). Metabolism characteristics of lactic acid bacteria and the expanding applications in food industry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 612285.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.612285>
- Zakaria, Y., Helmy, M. Y., & Safara, Y. (2011). Analisa kualitas susu kambing peranakan

- Etawah yang disterilkan pada suhu dan waktu yang berbeda. *Agripet*, 11(1), 29–34.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v11i1.651>
- Zapašnik, A., Sokołowska, B., & Bryła, M. (2022). Role of lactic acid bacteria in food preservation and safety. *Foods*, 11(9), 1283.
<https://doi.org/10.3390/foods11091283>
- Ziarno, M., Zaręba, D., Kowalska, E., & Florowski, T. (2025). A study into the effects of chosen lactic acid bacteria cultures on the quality characteristics of fermented dairy, dairy-oat, and oat beverages. *Applied Sciences*, 15(7), 3714.
<https://doi.org/10.3390/app15073714>