

Penentuan kalsium susu kambing segar dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Calcium content in fresh goat milk using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

SAGO: Gizi dan Kesehatan
2026, Vol. 7(1) 70-75
© The Author(s) 2026



DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v7i1.2686>
<https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes>



Poltekkes Kemenkes Aceh

Safrina^{1*}, Azmalina Adriani², Eva Novita³

Abstract

Background: Calcium (Ca) is an essential mineral abundantly present in goat milk and plays a crucial role in bone and dental development. Data on Ca levels in local goat milk from Banda Aceh remain limited, although such information is important for nutritional purposes and the development of livestock products. Atomic absorption spectrophotometry (AAS) is employed for mineral analysis owing to its high sensitivity and selectivity.

Objective: This study aimed to determine the calcium content in fresh goat milk from three locations in Banda Aceh and Aceh Besar and to evaluate any differences between them.

Methods: This was a descriptive quantitative research with an experimental laboratory approach conducted in Banda Aceh in 2025. Fresh goat milk samples were collected from Gampong Tibang (GT), Gampong Kopelma Darussalam (KD), and Gampong Lamblang Manyang (LM) in April 2025. The samples were digested with concentrated HNO₃ and analyzed using AAS at 422.7 nm. Data were statistically analyzed using one-way ANOVA.

Results: The highest calcium content was found in KD (0.892 mg/L), followed by GT (0.856 mg/L), and the lowest in LM (0.582 mg/L). The overall mean calcium level was 0.777 mg/L. One-way ANOVA confirmed significant differences among locations ($F = 61.62$; $p = 0.0001$).

Conclusion: Calcium levels in fresh goat milk varied significantly among locations and were potentially influenced by environmental factors, feeding practices, and goat physiology. These findings are expected to serve as a basis for developing high-quality local goat milk products and supporting the utilization of functional foods.

Keywords:

Calcium, goat milk, and atomic absorption spectrophotometry.

Abstrak

Latar belakang: Kalsium (Ca) merupakan mineral esensial yang banyak terkandung dalam susu kambing dan berperan penting dalam pembentukan tulang dan gigi. Data mengenai kadar kalsium pada susu kambing lokal di Banda Aceh masih terbatas, padahal informasi ini penting baik dari aspek gizi maupun pengembangan produk peternakan. Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) digunakan untuk analisis kandungan mineral karena sensitivitas dan selektivitasnya yang tinggi.

Tujuan: Menentukan kadar kalsium dalam susu kambing segar dari tiga lokasi di Banda Aceh dan Aceh Besar serta mengevaluasi perbedaannya.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental laboratorium, yang dilakukan di Banda Aceh pada tahun 2025. Sampel susu kambing segar diambil dari Gampong Tibang (GT), Gampong Kopelma Darussalam (KD), dan Gampong Lamblang Manyang (LM) pada bulan April 2025. Sampel dianalisis menggunakan SSA pada panjang gelombang 422,7 nm setelah melalui destruksi basah dengan HNO₃. Data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah.

¹ Program Studi D-III Analisis Farmasi dan Makanan, Akademi Analis Farmasi dan Makanan, Yayasan Harapan Bangsa, Banda Aceh, Indonesia. E-mail: dexnachubby@gmail.com

² Program Studi D-III Analisis Farmasi dan Makanan, Akademi Analis Farmasi dan Makanan, Yayasan Harapan Bangsa, Banda Aceh, Indonesia. E-mail: azmalina77@gmail.com

³ Program Studi D-III Farmasi, Akademi Farmasi YPPM Mandiri, Banda Aceh, Indonesia. E-mail: evanovita2024@gmail.com

Penulis Koresponding

Safrina: Program Studi D-III Analisis Farmasi dan Makanan, Akademi Analis Farmasi dan Makanan, Yayasan Harapan Bangsa, Banda Aceh, Indonesia. E-mail: dexnachubby@gmail.com

Diterima: 14/07/2025

Revisi: 11/08/2025

Disetujui: 18/09/2025

Diterbitkan: 13/04/2026

Hasil: Kadar kalsium tertinggi terdapat pada sampel KD (0,892 mg/L), disusul sampel GT (0,856 mg/L), dan terendah pada sampel LM (0,582 mg/L). Nilai rata-rata keseluruhan kadar kalsium adalah 0,777 mg/L. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar sampel ($F = 61,62$; $p = 0,0001$).

Kesimpulan: Terdapat variasi kadar kalsium antar lokasi yang signifikan secara statistik. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, pakan, dan kondisi fisiologis kambing. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan produk susu kambing lokal bergizi tinggi serta mendukung pemanfaatan pangan fungsional.

Kata Kunci:

Kalsium, susu kambing, Spektrofotometri Serapan Atom

Pendahuluan

Kalsium (Ca) merupakan salah satu mineral esensial yang berperan krusial dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang serta gigi, kontraksi otot, transmisi impuls saraf, serta fungsi enzimatis (Yumni et al., 2023; Yusni & Amiruddin, 2021). Kekurangan kalsium, terutama pada anak-anak dan lansia, dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan tulang, osteoporosis, hingga peningkatan risiko patah tulang (Wasiati et al., 2018). Secara global, diet rendah kalsium masih menjadi masalah gizi serius; analisis Global Burden of Disease (GBD) 2019 melaporkan beban penyakit akibat kekurangan kalsium mencapai sekitar 3,14 juta tahun hidup sehat yang hilang (DALYs)² pada tahun tersebut, dengan prevalensi tinggi di kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia (Ti et al., 2024). Di tingkat nasional, asupan kalsium masyarakat Indonesia rata-rata <500 mg/hari, jauh di bawah Angka Kecukupan Gizi (AKG) 1000 mg/hari yang dianjurkan untuk orang dewasa (TEMPO, 2022). Kondisi ini menegaskan bahwa defisiensi kalsium masih menjadi masalah gizi penting, sehingga eksplorasi sumber pangan lokal yang kaya kalsium, seperti susu kambing, sangat diperlukan. Namun, data kuantitatif mengenai kadar kalsium susu kambing segar di Aceh masih terbatas, sehingga penelitian ini penting dilakukan. (World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005).

Susu merupakan salah satu sumber alami kalsium yang mudah dicerna dan tersedia luas. Di antara berbagai jenis susu, susu kambing dikenal memiliki kandungan kalsium yang relatif lebih tinggi dibandingkan susu sapi, serta lebih mudah diserap oleh tubuh karena ukuran globula

lemaknya yang lebih kecil dan kandungan laktosa yang lebih rendah (Muhammad et al., 2023; Turkmen, 2017; Yulidar et al., 2023). Selain itu, susu kambing juga mengandung bioaktif lain seperti fosfor, magnesium, dan protein yang mendukung kesehatan tulang. Popularitas susu kambing terus meningkat secara global sebagai bagian dari pangan fungsional yang mendukung gaya hidup sehat (Prosser, 2021; Stergiadis et al., 2019).

Usaha peternakan kambing semakin berkembang, Provinsi Aceh memiliki potensi peternakan kambing yang cukup besar, dengan populasi ternak mencapai sekitar 201.419 ekor pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Susu kambing segar telah menjadi alternatif konsumsi masyarakat di Banda Aceh dan Aceh Besar karena dianggap lebih alami, bergizi, dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, kualitas susu yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis pakan, manajemen peternakan, kondisi fisiologis hewan, hingga kebersihan lingkungan (Novita et al., 2021; Yurliasni et al., 2023). Meskipun belum tersedia data produksi susu kambing pada tingkat provinsi, literatur menunjukkan bahwa kambing Peranakan Etawah (PE) mampu menghasilkan susu sebanyak 0,45–2,2 liter per ekor per hari selama masa laktasi sekitar 156 hari (Latif et al., 2014). Kurangnya informasi kuantitatif tentang produksi susu termasuk kadar kalsium, pada populasi kambing lokal ini menjadi *research gap* penting yang mendasari perlunya studi ini.

Untuk analisis kandungan mineral, salah satu metode yang banyak digunakan adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Metode ini dipilih karena memiliki tingkat presisi dan selektivitas tinggi, serta telah terbukti valid dalam mengukur kadar kalsium pada berbagai produk pangan, termasuk susu (Aryani & Ernawati, 2022; Kurniawan et al., 2024).

² (DALYs atau *Disability-Adjusted Life Years* adalah ukuran beban penyakit yang dihitung dari jumlah tahun hidup yang hilang akibat kematian dini dan tahun hidup dengan disabilitas).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah melaporkan kadar kalsium pada susu kambing di berbagai daerah di Indonesia, misalnya susu kambing Peranakan Etawa (Yulidar et al., 2023). Namun, hingga kini belum ada kajian yang secara spesifik mengevaluasi kadar kalsium susu kambing segar dari wilayah Banda Aceh dan Aceh Besar dengan menggunakan metode SSA. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar kalsium susu kambing segar dari tiga lokasi di Banda Aceh dan Aceh Besar serta membandingkan perbedaannya (Dewi, 2018; Yulidar et al., 2023).

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental laboratorium, yang dilakukan di Banda Aceh pada tahun 2025. Sampel susu kambing segar diperoleh dari tiga lokasi di wilayah Banda Aceh dan Aceh Besar, yaitu Gampong Tibang (GT), Gampong Kopelma Darussalam (KD), dan Gampong Lamblang Manyang (LM). Dari masing-masing lokasi dipilih satu ekor kambing perah secara purposive berdasarkan ketersediaan peternak kambing perah aktif. Dari setiap ekor kambing diperoleh ± 1 liter susu segar yang disimpan dalam botol kaca steril pada suhu 4 °C, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Untuk meningkatkan reliabilitas, setiap sampel dianalisis sebanyak tiga kali pengulangan teknis (replikasi). Validasi metode SSA mengacu pada SNI 06-6989.56-2005, dengan parameter utama linearitas (R^2). Parameter validasi lain seperti LOD, LOQ, presisi, dan akurasi tidak dilakukan dalam penelitian ini sehingga menjadi keterbatasan studi.

Bahan yang digunakan meliputi susu kambing segar, larutan HNO_3 pekat (pro analisis), dan larutan standar kalsium (CaCO_3 1000 ppm). Alat utama yang digunakan adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merek Shimadzu AA-6200, gelas ukur, pipet volume, hotplate, labu takar, dan alat destruksi basah lainnya.

Preparasi dan Analisis kalsium

Sebelum dianalisis, sampel melalui proses destruksi basah dengan mencampurkan 5 mL susu dengan 5 mL HNO_3 pekat, kemudian dipanaskan di

atas hotplate hingga larutan jernih. Filtrat hasil destruksi disaring dan diencerkan hingga volume 50 mL dalam labu takar (Aryani & Ernawati, 2022; SNI 06-6989.56-2005, 2005). Proses analisis kadar kalsium dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Dipipet masing-masing 1 mL alikuot GT, KD, dan LM ke dalam labu ukur 10 mL lalu ditambahkan dengan 9 mL aquades dan kocok hingga homogen. Kemudian dipindahkan kedalam botol coklat yang sudah dikalibrasi. Selanjutnya diukur sampel pada panjang gelombang 422,7 nm (Kurniawan et al., 2024).

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Ditimbang sebanyak 50 mg CaCO_3 , kemudian dilarutkan dalam labu ukur 50 mL dengan aquadest sampai tanda batas. Dipipet sebanyak 5 mL dari larutan standar CaCO_3 1000 ppm. Dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu dicukupkan dengan aquades sampai garis tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar kalsium 100 ppm. Diambil 5 mL larutan dari larutan standar kalsium 100 ppm. Dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu dicukupkan dengan aquades sampai mencapai garis tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar 10 ppm. Diambil masing-masing 0;2;6;8 dan 10 mL dari larutan standar 10 ppm. Dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, lalu dicukupkan sampai tanda batas dengan aquades, sehingga didapatkan seri larutan 0;2;6;8 dan 10 ppm dan digunakan sebagai larutan standar (Yulidar et al., 2023). Absorbansi masing-masing larutan standar diukur untuk membentuk kurva hubungan antara konsentrasi dan absorbansi. Kurva dianggap valid jika $R^2 \geq 0,990$ (SNI 06-6989.56-2005, 2005).

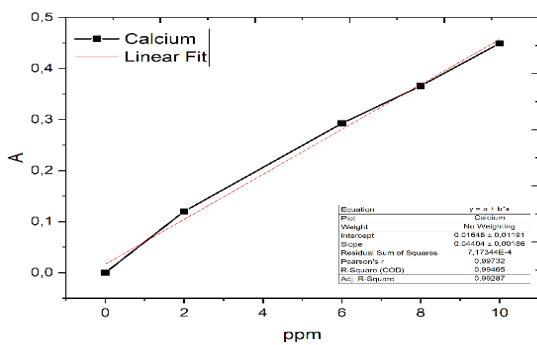
Analisis Data

Data kadar kalsium dianalisis menggunakan uji ANOVA satu arah untuk mengetahui perbedaan antar tiga lokasi. Analisis dilakukan pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Validasi dan metode SSA mengacu pada SNI 06-6989.56-2005 serta pedoman teknis SSA dari penelitian sejenis.

Hasil

Kurva Kalibrasi Kalsium (Ca)

Kurva kalibrasi ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva kalibrasi kalsium (Ca) menggunakan SSA

Kurva kalibrasi menunjukkan persamaan regresi linier:

$y = 0,04400x + 0,01646$, dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,99465$ dan Pearson's $r = 0,99732$, yang mengindikasikan korelasi sangat kuat antara variabel konsentrasi dan absorbansi. Nilai adjusted $R^2 = 0,99287$ menegaskan bahwa model regresi ini sangat layak digunakan untuk perhitungan kadar kalsium dalam sampel susu kambing segar. Berdasarkan nilai residual sum of squares ($7,17 \times 10^{-4}$), model ini juga menunjukkan

tingkat error minimal, yang memperkuat validitas kalibrasi (Sugiyono, 2007).

Kadar Kalsium Susu Kambing Segar

Setelah dilakukan analisis SSA terhadap masing-masing sampel dari tiga lokasi, diperoleh hasil kadar kalsium seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Kalsium (Ca) pada Sampel Susu Kambing

Kode	Absorbansi	Kadar Ca (mg/L)
GT	0,0542	0.856
KD	0,0557	0.892
LM	0,0421	0.582

Hasil menunjukkan bahwa kadar kalsium tertinggi terdapat pada Sampel KD (0,892 mg/L), disusul oleh Sampel GT (0,856 mg/L), dan terendah pada Sampel LM (0,582 mg/L).

Uji Statistik (one-way ANOVA)

Untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar kelompok, dilakukan uji ANOVA satu arah. Hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji ANOVA satu arah

Sumber Variasi	df	Sum of Squares	Mean Square	F	p-value
Antarkelompok	2	0,05774	0,02887	61,6169	0,0001
Dalam kelompok	6	0,00281	0,00047		
Total	8	0,06055			

Hasil uji ANOVA satu arah ditampilkan pada Tabel 2. Nilai F hitung = 61,62 dengan $p = 0,0001$ menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar lokasi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar kalsium susu kambing segar dari tiga lokasi berbeda di Banda Aceh dan Aceh Besar bervariasi secara signifikan, yaitu antara 0,582–0,892 mg/L. Sampel dari Gampong Kopelma Darussalam (KD) memiliki kadar kalsium tertinggi, diikuti Gampong Tibang (GT), sedangkan kadar terendah terdapat pada Gampong Lamblang Manyang (LM). Analisis ANOVA satu arah menegaskan perbedaan signifikan antar lokasi ($p < 0,05$).

Nilai kadar kalsium yang diperoleh dalam penelitian ini relatif lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Yulidar et al., (2023) pada susu

kambing Peranakan Etawa yang mencapai 2,04 mg/L menggunakan metode SSA. Perbedaan ini juga dilaporkan dalam penelitian Rolinec et al., (2018), yang menunjukkan bahwa variasi kadar mineral pada susu kambing sangat dipengaruhi oleh faktor pakan dan kondisi peternakan. Penelitian Stergiadis et al., (2019) serta Muhammad et al., (2023) juga mendukung bahwa kandungan mineral susu kambing dapat bervariasi antar wilayah dan jenis kambing.

Perbedaan kadar kalsium antar lokasi kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan komposisi pakan, manajemen peternakan, serta kondisi fisiologis kambing saat pemerahan. Menurut Rolinec et al., (2018), perubahan pola pakan dapat memengaruhi kandungan mineral dalam susu secara signifikan. Selain itu, umur kambing, status laktasi, serta faktor lingkungan seperti kualitas air dan kebersihan kandang turut berperan (Novita et al., 2021; Yurliasni et al.,

2023). Hal ini dapat menjelaskan variasi kadar kalsium yang diamati pada penelitian ini.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah sampel yang sangat terbatas (satu ekor kambing per lokasi), tidak adanya replikasi biologis, serta belum memperhitungkan variasi musiman yang dapat memengaruhi komposisi susu. Selain itu, validasi metode SSA hanya dilakukan pada aspek linearitas tanpa analisis parameter lain seperti LOD, LOQ, presisi, dan recovery. Keterbatasan ini perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan data awal mengenai kadar kalsium susu kambing lokal di Banda Aceh dan Aceh Besar. Informasi ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan produk susu kambing bergizi tinggi serta mendukung pemanfaatan pangan fungsional berbasis sumber daya lokal. Untuk memperkuat kontribusi ilmiah, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar, periode pengambilan yang lebih panjang, serta melibatkan analisis faktor lingkungan dan pakan secara lebih rinci. Selain itu, validasi metode SSA secara komprehensif sangat penting agar hasil dapat dijadikan dasar rekomendasi standar mutu susu kambing baik pada tingkat lokal maupun nasional.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar kalsium susu kambing segar dari tiga lokasi di Banda Aceh dan Aceh Besar berada pada kisaran 0,582–0,892 mg/L, dengan perbedaan signifikan antar lokasi. Hasil ini menegaskan adanya variasi kandungan mineral yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan pakan. Secara praktis, temuan ini dapat menjadi acuan awal bagi peternak dalam meningkatkan mutu susu kambing melalui perbaikan manajemen pakan dan pemeliharaan. Untuk mendukung pengembangan produk susu kambing lokal bergizi tinggi, penelitian lanjutan dengan jumlah sampel lebih banyak serta analisis faktor lingkungan dan pakan secara lebih rinci sangat diperlukan.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan baik secara pribadi, institusi, maupun finansial dalam penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Akademi Analis Farmasi dan Makanan Banda Aceh atas dukungan sarana, prasarana, serta izin laboratorium yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada para peternak kambing yang telah bersedia bekerja sama dan menyediakan sampel susu kambing segar untuk kebutuhan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pangan fungsional dan gizi masyarakat.

Daftar Rujukan

- Aryani, T., & Ernawati, D. (2022). Uji Presisi Pengukuran Kalsium Pada Air Susu Ibu (ASI) Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan: ANAKES*, 8(2), 168–177. <http://journal.thamrin.ac.id/index.php/anakes/issue/view/76>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Populasi Kambing menurut Provinsi, 2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDcylzl=/populasi-kambing-menurut-provinsi.html>
- Dewi, R. (2018). Analisis Kandungan Zat Gizi Dan Total Uji Cemar Susu Kambing Peranakan Etawah Yang Dikonsumsi Oleh Ibu Hamil Dan Anak – Anak. *Media Farmasi*, 15(1).
- Kurniawan, H., Nugraha, F., & Raya, B. A. (2024). Analisis Kadar Kalsium pada Minuman Susu Kedelai di Kota Pontianak Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 6(1). <https://doi.org/10.37311/jsscr.v6i1.25692>
- Latif, A. A., Fachri, S., & Sulaksana, I. (2014). Peningkatan Produksi dan Kualitas Susu Kambing Peranakan Etawah Sebagai Respon Perbaikan Kualitas Pakan. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 17(1), 15–21. <https://doi.org/10.22437/jiip.v17i1.2087>
- Muhammad, Sadi, & Abubakar. (2023). Comparative Analysis Of Some Essential Elements (Magnesium, Calcium, Iron And Zinc) In Fresh Camel, Cow, Sheep And Goat Milk. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 14(1), 386–389. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v14i1.635>

- Novita, C. I., Delima, M., Sari, E. M., Latif, H., & Allaily. (2021). Sosialisasi Good Hygienic Practices Bagi Peternak Pemula Kambing Perah Peranakan Etawah di Desa Lam lumpu Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah PETAMAS*, 1, 1–6.
- Prosser, C. G. (2021). Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. In *Journal of Food Science* (Vol. 86, Issue 2, pp. 257–265). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15574>
- Rolinec, M., Bíro, D., Šimko, M., Juráček, M., Gálik, B., Ondrejáková, K., & Hanušovský, O. (2018). The effect of feeding change on nutrients and minerals composition of goat's milk. *Journal of Central European Agriculture*, 19(4), 877–882. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/19.4.2363>
- SNI 06-6989.56-2005 (2005).
- Stergiadis, S., Nørskov, N. P., Purup, S., Givens, I., & Lee, M. R. F. (2019). Comparative nutrient profiling of retail goat and cow milk. *Nutrients*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/nu11102282>
- Sugiyono. (2007). *Statistik Untuk Penelitian* (Endang Mulyatiningsih, Ed.; Cetakan Kedua Belas). CV. Alfabeta.
- Taufik, Moh., Seveline, S., & Saputri, E. R. (2018). Validasi Metode Analisis Kadar Kalsium pada Susu Segar secara Titrasi Kompleksometri. *Agritech*, 38(2), 187. <https://doi.org/10.22146/agritech.25459>
- TEMPO. (2022, July 22). *Asupan Kalsium Masyarakat Masih Rendah, Awas Osteoporosis*. <https://www.tempo.co/gaya-hidup/asupan-kalsium-masyarakat-masih-rendah-awas-osteoporosis-316302>
- Ti, G., He, Y., Xiao, Y., Yan, J., Ding, R., Cheng, P., Wu, W., Ye, D., Wang, J., & Li, L. (2024). Global prevalence of diet low in calcium and the disease burden: results from the Global Burden of Disease Study 2019. *Nutrition and Diabetes*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41387-024-00321-2>
- Turkmen, N. (2017). The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. In *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease* (pp. 441–449). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00035-8>
- Visser, D. (2021, December). Atomic Absorption Spectroscopy, Principles and Applications. *Technology Networks*.
- Wasiati, H., Faizal, E., Manajemen,), Stmik, I., & Yogyakarta, A. (2018). Peternakan Kambing Peranakan Etawa Di Kabupaten Bantul. In *Jurnal ABDIMAS Unmer Malang* (Vol. 3).
- World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2005). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition* (Second edition). World Health Organization.
- Yulidar, Silviana, E., Luciana, L., & Nadia, S. (2023). *Penetapan Kadar Kalsium Susu Kambing Peranakan Etawa Murni dan Kemasan Cair dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. 4(1), 1. <https://journal.lp2stm.or.id/index.php/TEKS-AGRO/article/view/83>
- Yumni, F. L., Basirun, Mercya, Y., Wibowo, T. S., Christiandari, H., Dilalah, I., Susiloningrum, D., Safitri, R., Ningsih, W. T., & Miadi. (2023). *Buku Ajar Farmakologi*. CV. Science Tecno Direct.
- Yurliasni, Y., Hanum, Z., Wajizah, S., Delima, M., & Novita, C. I. (2023). Pelatihan Teknis Pengolahan Susu Kelompok Ternak Kambing Etawa Kampung Benua Raja Kec Rantau Kabupaten Aceh Tamiang. *Peternakan Abdi Masyarakat (PETAMAS)*, 3(1), 17–20. <https://doi.org/10.24815/petamas.v3i1.33030>
- Yusni, Y., & Amiruddin, A. (2021). Perubahan antropometri, kalsium darah, tekanan darah, dan kebugaran fisik akibat asupan susu kambing pada olahragawan. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 17(3), 133. <https://doi.org/10.22146/ijcn.53967>