

Perbandingan Metode Sterilisasi Retort dan Pengawetan Beku (Freezing) terhadap Tekstur Daging dan Stabilitas Santan pada Rendang: Studi Literatur

Khairani Alawiyah Matondang^{1 *}, Muammar EL zaidan², Rachel Adeline Siagian³, Afriyani Elizabet Sitorus⁴, Putri Kemala Dewi Lubis⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Ilmu Ekonomi, Universitas Negeri Medan Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221

E-mail: alawiyah@unimed.ac.id

*Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.8049>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 27 Sep 2026

Revised: 03 Oct 2026

Accepted: 28 Oct 2026

Kata Kunci:

Rendang, Sterilisasi
Retort, Freezing,
Tekstur Daging,
Stabilitas Santan

Keywords

Rendang, Retort
Sterilization, Freezing,
Meat Texture, Coconut
Milk Stability



ABSTRACT

Rendang merupakan salah satu makanan tradisional Indonesia yang memiliki karakteristik khas berupa tekstur daging yang empuk serta penggunaan santan sebagai salah satu bahan utama. Pengawetan rendang menghadapi tantangan dalam mempertahankan kualitas daging dan stabilitas santan selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode sterilisasi retort dan pengawetan beku (freezing) terhadap tekstur daging dan stabilitas santan pada rendang. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif, yang menghimpun dan mensintesis temuan dari 15 jurnal relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa sterilisasi retort efektif dalam memperpanjang umur simpan produk melalui perlakuan panas dan dapat mempertahankan keamanan mikrobiologis, tetapi suhu tinggi selama proses sterilisasi dapat memengaruhi tekstur daging dan karakteristik santan. Sementara itu, freezing mampu mempertahankan kualitas daging selama penyimpanan, tetapi proses pembekuan dan pencairan dapat menyebabkan perubahan struktur jaringan, kehilangan cairan, serta perubahan tekstur daging. Pada stabilitas santan, kedua metode pengawetan dapat memberikan perubahan terhadap kestabilan emulsi dan karakteristik fisik santan. Perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa retort lebih berkaitan dengan pengaruh perlakuan panas terhadap karakteristik produk, sedangkan freezing lebih berkaitan dengan pengaruh pembentukan kristal es dan proses pencairan terhadap kualitas daging. Kesimpulannya, pemilihan metode pengawetan perlu mempertimbangkan kemampuan masing-masing metode dalam mempertahankan tekstur daging, stabilitas santan, keamanan produk, dan umur simpan rendang.

Rendang is one of Indonesia's traditional foods, characterized by its tender meat texture and the use of coconut milk as one of its main ingredients. The preservation of rendang faces challenges in maintaining meat quality and coconut milk stability during storage. This study aims to compare retort sterilization and freezing preservation methods in terms of their effects on meat texture and coconut milk stability in rendang. The method used was a literature review with a descriptive qualitative approach, which collected and synthesized findings from 15 relevant journals. The results of the review indicate that retort sterilization is effective in extending the shelf life of the product through heat treatment and maintaining microbiological safety; however, the high temperatures used during the sterilization process may affect the texture of the meat and the characteristics of the coconut milk. Meanwhile, freezing is able to maintain meat quality during storage, but the freezing and thawing processes may cause changes in tissue structure, fluid loss, and alterations in meat texture. Regarding coconut milk stability, both preservation methods may cause changes in emulsion stability and the physical characteristics of coconut milk. A comparison of the two methods shows that retort sterilization is more closely associated with the effects of



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite : Khairani Alawiyah Matondang et al. (2026), Perbandingan Metode Sterilisasi Retort dan Pengawetan Beku (Freezing) terhadap Tekstur Daging dan Stabilitas Santan pada Rendang: Studi Literatur
5(2).<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i2.8049>

PENDAHULUAN

Rendang merupakan salah satu makanan tradisional Indonesia yang memperoleh peringkat pertama dalam daftar *World's 50 Most Delicious Foods* yang dirilis oleh CNN International pada 14 Juli 2017. Pencapaian tersebut menunjukkan bahwa rendang mendapat pengakuan sebagai salah satu hidangan yang memiliki cita rasa yang menarik di tingkat internasional (Wulandari, 2018). Dalam pengolahannya, daging dan santan menjadi komponen penting yang menentukan karakteristik produk. Pengembangan metode pengawetan diperlukan untuk mempertahankan mutu produk selama penyimpanan, terutama karena perubahan selama proses pengolahan dan penyimpanan dapat memengaruhi karakteristik fisik pangan.

Salah satu metode pengawetan yang dapat digunakan pada produk pangan adalah sterilisasi retort. Retort merupakan salah satu teknologi pengolahan termal yang digunakan untuk mensterilkan produk pangan, termasuk produk berbasis daging. Kajian mengenai teknologi retort pada produk daging menunjukkan bahwa perlakuan termal dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang aman dan stabil, tetapi proses termal juga dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik mutu produk daging, termasuk karakteristik tekstur (Barbosa-Cánovas et al., 2014).

Pengaruh perlakuan panas terhadap kualitas daging menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam penggunaan metode retort. Produk daging yang mengalami proses termal dapat mengalami perubahan karakteristik mutu akibat kondisi pemanasan yang digunakan. Oleh karena itu, penggunaan retort pada produk berbasis daging perlu mempertimbangkan hubungan antara tingkat perlakuan panas dan karakteristik mutu yang dihasilkan, khususnya tekstur daging (Barbosa-Cánovas et al., 2014).

Selain sterilisasi retort, pembekuan atau freezing merupakan metode yang banyak digunakan untuk memperpanjang umur simpan daging. Pembekuan dapat mempertahankan produk selama penyimpanan, tetapi proses freezing dan thawing juga dapat menyebabkan perubahan terhadap kualitas fisik daging (Jamhari, 2000). Pembentukan kristal es selama pembekuan dapat merusak ultrastruktur daging dan memengaruhi berbagai parameter kualitas fisik, seperti kehilangan air, denaturasi protein, warna, pH, dan shear force.

Perubahan kualitas daging selama freezing dan thawing juga berkaitan dengan pembentukan kristal es serta perubahan protein miofibril. Zhang et al., (2022) menjelaskan bahwa kerusakan serat otot akibat kristalisasi es dan denaturasi protein miofibril berhubungan dengan terbentuknya thaw loss. Perubahan tersebut berkaitan dengan menurunnya kemampuan daging dalam mempertahankan air. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa pembekuan yang lambat menghasilkan thaw loss yang lebih tinggi dibandingkan pembekuan cepat (Zhang et al., 2022).

Perbedaan prinsip antara retort dan freezing menunjukkan bahwa kedua metode pengawetan tersebut memiliki mekanisme yang berbeda dalam mempertahankan produk. Retort menggunakan perlakuan panas sebagai bagian dari proses sterilisasi, sedangkan freezing menggunakan suhu rendah untuk mempertahankan produk selama penyimpanan. Berdasarkan kajian mengenai produk daging, retort dapat berkaitan dengan perubahan mutu akibat perlakuan termal, sedangkan freezing dan thawing berkaitan dengan pembentukan kristal es, perubahan struktur daging, kehilangan air, dan perubahan protein (Barbosa-Cánovas et al., 2014; Zhang et al., 2022).

Selain karakteristik daging, stabilitas santan juga menjadi aspek yang perlu diperhatikan dalam pengolahan rendang. Penelitian mengenai santan menunjukkan bahwa santan dapat mengalami permasalahan stabilitas fisik, sedangkan proses sterilisasi komersial diperlukan untuk memperpanjang umur simpannya. Sterilisasi termal dapat memengaruhi kualitas santan sehingga diperlukan pengendalian proses pengolahan untuk mempertahankan karakteristik dan stabilitas produk.

Berdasarkan uraian tersebut, retort dan freezing memiliki prinsip pengawetan yang berbeda dan dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik produk. Namun, kajian yang secara khusus membandingkan kedua metode tersebut terhadap tekstur daging dan stabilitas santan pada rendang masih perlu dilakukan melalui sintesis hasil penelitian yang relevan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan mengkaji 15 jurnal yang relevan untuk membandingkan

metode sterilisasi retort dan pengawetan beku (freezing) terhadap tekstur daging dan stabilitas santan pada rendang.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi literatur (*library research*) melalui pendekatan kualitatif deskriptif. Metode ini dipilih karena sesuai untuk mengkaji dan membandingkan berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kemudian dianalisis secara mendalam untuk memperoleh gambaran yang lebih utuh mengenai metode pengawetan rendang. Dalam prosesnya, peneliti menelusuri dan memilih 15 jurnal yang relevan dengan fokus kajian, yaitu sterilisasi retort, pengawetan beku (*freezing*), tekstur daging, dan stabilitas santan pada produk pangan, khususnya yang berkaitan dengan rendang dan produk sejenis.

Selanjutnya, sumber-sumber tersebut ditelaah secara kritis dengan memperhatikan metode penelitian, karakteristik perlakuan, hasil penelitian, serta perubahan mutu yang terjadi pada produk. Hasil dari masing-masing penelitian kemudian dibandingkan dan disintesis untuk menemukan persamaan, perbedaan, serta informasi penting mengenai pengaruh sterilisasi retort dan *freezing* terhadap tekstur daging dan stabilitas santan. Kajian dilakukan dengan mengelompokkan hasil penelitian berdasarkan aspek tekstur daging, perubahan selama proses pengawetan, stabilitas santan, serta kemampuan masing-masing metode dalam mempertahankan kualitas produk.

Dengan cara ini, metode studi literatur dianggap tepat karena mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai karakteristik kedua metode pengawetan tanpa melakukan eksperimen secara langsung. Hasil sintesis dari berbagai penelitian tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk membandingkan pengaruh sterilisasi retort dan *freezing* terhadap tekstur daging dan stabilitas santan pada rendang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Pengaruh Sterilisasi Retort dan Freezing terhadap Tekstur Daging Rendang

Hasil sintesis dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa sterilisasi retort dan freezing memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tekstur daging rendang. Perbedaan tersebut terjadi karena kedua metode memiliki prinsip kerja yang berbeda. Sterilisasi retort menggunakan pemanasan suhu tinggi untuk mencapai kondisi steril, sedangkan freezing memanfaatkan suhu rendah untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat reaksi kimia selama penyimpanan.

Pada metode retort, perubahan tekstur daging terutama disebabkan oleh proses denaturasi protein akibat perlakuan panas. Menurut Bolognesi et al. (2020), suhu tinggi selama proses sterilisasi dapat menyebabkan perubahan kemampuan protein daging dalam mengikat air sehingga berpengaruh terhadap tekstur, rendemen, dan kualitas produk akhir. Selain itu, proses retort dapat menyebabkan perubahan pada struktur jaringan otot yang berkontribusi terhadap perubahan karakteristik tekstur produk daging.

Penelitian Bolognesi et al. (2020) juga menunjukkan bahwa perlakuan retort pada produk daging menghasilkan perbedaan nilai hardness dan shear force dibandingkan produk kontrol. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pemanasan selama sterilisasi mampu memengaruhi karakteristik fisik jaringan daging sehingga menghasilkan tekstur yang relatif lebih padat dan kuat. Namun demikian, retort memiliki keunggulan dalam menghasilkan produk yang aman secara mikrobiologis dan memiliki umur simpan panjang.

Sebaliknya, pada metode freezing, perubahan tekstur daging lebih banyak dipengaruhi oleh pembentukan kristal es selama proses pembekuan. Menurut Dang et al. (2021), ukuran dan distribusi kristal es merupakan faktor utama yang menentukan perubahan kualitas daging selama pembekuan. Pembekuan lambat menghasilkan kristal es berukuran besar yang dapat merusak struktur serat otot dan miofibril sehingga menurunkan kemampuan daging dalam mempertahankan air setelah proses pencairan (*thawing*).

Menurut Dang et al. (2021), pembekuan cepat menghasilkan kristal es yang lebih kecil sehingga kerusakan jaringan dapat diminimalkan dibandingkan pembekuan lambat. Kerusakan jaringan akibat kristal es berpengaruh terhadap peningkatan thaw loss, penurunan water holding capacity, dan perubahan karakteristik tekstur daging setelah pencairan.

Meskipun demikian, freezing tidak selalu memberikan dampak negatif terhadap tekstur daging. Dang et al. (2021) menjelaskan bahwa pembekuan dapat meningkatkan keempukan (tenderness) melalui kerusakan mikrostruktur serat otot dan peningkatan aktivitas proteolitik selama penyimpanan beku. Oleh karena itu, kualitas tekstur daging setelah pembekuan sangat dipengaruhi oleh kecepatan pembekuan, suhu penyimpanan, dan durasi penyimpanan.

Berdasarkan hasil kajian, retort memengaruhi tekstur daging terutama melalui mekanisme denaturasi protein akibat panas, sedangkan freezing memengaruhi tekstur melalui pembentukan kristal es dan perubahan struktur jaringan selama proses pembekuan maupun pencairan. Dengan demikian, kedua metode berpotensi mengubah tekstur daging rendang, tetapi melalui mekanisme yang berbeda.

Perbandingan Pengaruh Sterilisasi Retort dan Freezing terhadap Stabilitas Santan pada Rendang

Selain tekstur daging, stabilitas santan merupakan faktor penting yang menentukan mutu rendang selama penyimpanan. Santan merupakan emulsi minyak dalam air yang secara alami memiliki kestabilan terbatas sehingga rentan mengalami pemisahan fase apabila mendapatkan perlakuan fisik maupun selama proses penyimpanan.

Pada metode retort, perlakuan panas dapat memengaruhi karakteristik fisik emulsi santan. Hasil penelitian Jiang et al. (2016) menunjukkan bahwa pemanasan dapat meningkatkan ukuran droplet lemak dalam santan akibat terjadinya agregasi dan koalesensi globula lemak. Peningkatan ukuran partikel tersebut berpotensi menurunkan kestabilan emulsi dan mempercepat terjadinya pemisahan fase selama penyimpanan. Dengan demikian, sterilisasi retort dapat memengaruhi stabilitas santan sebagai konsekuensi dari penggunaan suhu tinggi selama proses sterilisasi.

Di sisi lain, santan diketahui mengandung berbagai komponen bioaktif seperti senyawa fenolik dan tokoferol yang memiliki aktivitas antioksidan. Menurut Karim et al. (2025), santan berperan dalam meningkatkan stabilitas oksidatif rendang dengan membantu menghambat oksidasi lipid dan protein selama proses pemasakan. Kandungan antioksidan tersebut berkontribusi dalam menjaga kualitas produk selama pengolahan.

Penelitian Karim et al. (2025) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi santan dapat membantu menekan oksidasi lipid dan protein pada rendang. Namun demikian, pemanasan yang berlangsung terlalu lama tetap dapat menurunkan aktivitas antioksidan dan memicu perubahan kimia yang memengaruhi kestabilan santan serta mutu produk secara keseluruhan.

Berbeda dengan retort, perubahan stabilitas santan pada metode freezing lebih banyak berkaitan dengan pembentukan kristal es selama proses pembekuan. Menurut Jiang et al. (2016), pembekuan dapat memengaruhi distribusi fase minyak dan air dalam sistem emulsi santan. Proses pembekuan dan pencairan berpotensi menyebabkan perubahan struktur emulsi yang memengaruhi kestabilan fisik santan setelah thawing.

Meskipun demikian, hasil penelitian Jiang et al. (2016) menunjukkan bahwa freezing cenderung menghasilkan ukuran droplet yang lebih kecil dibandingkan perlakuan pemanasan sehingga mampu mempertahankan kestabilan emulsi dengan lebih baik. Nilai creaming index setelah perlakuan pembekuan juga lebih rendah dibandingkan perlakuan panas, yang menunjukkan stabilitas emulsi yang relatif lebih baik. Oleh karena itu, freezing memiliki potensi yang lebih baik dalam mempertahankan karakteristik fisik santan dibandingkan perlakuan termal suhu tinggi.

Berdasarkan hasil kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa retort dan freezing memengaruhi stabilitas santan melalui mekanisme yang berbeda. Retort lebih berkaitan dengan pengaruh suhu tinggi terhadap protein, globula lemak, dan reaksi oksidasi, sedangkan freezing lebih berkaitan dengan pembentukan kristal es dan perubahan struktur emulsi selama proses pembekuan serta pencairan. Dengan demikian, stabilitas santan pada rendang dipengaruhi tidak hanya oleh metode pengawetan yang digunakan, tetapi juga oleh kondisi proses dan lama penyimpanan.

Implikasi Penggunaan Retort dan Freezing pada Pengawetan Rendang

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, metode retort memiliki keunggulan dalam menghasilkan produk yang steril, aman secara mikrobiologis, dan memiliki umur simpan panjang tanpa memerlukan rantai dingin selama distribusi. Menurut Bolognesi et al. (2020), retort mampu menghasilkan produk daging siap konsumsi yang stabil selama penyimpanan, meskipun perlakuan panas yang digunakan berpotensi memengaruhi tekstur daging dan karakteristik santan.

Sementara itu, freezing lebih efektif dalam mempertahankan karakteristik awal produk karena tidak menggunakan perlakuan panas tinggi. Namun, menurut Dang et al. (2021), proses pembekuan dan

pencairan dapat menyebabkan kerusakan jaringan akibat pembentukan kristal es, kehilangan cairan, serta perubahan tekstur daging dan karakteristik produk setelah thawing.

Dengan demikian, tidak terdapat metode yang sepenuhnya lebih unggul untuk seluruh parameter mutu rendang. Retort lebih unggul dalam aspek keamanan pangan dan umur simpan, sedangkan freezing lebih unggul dalam mempertahankan karakteristik awal produk apabila proses pembekuan dilakukan dengan tepat. Oleh karena itu, pemilihan metode pengawetan rendang perlu mempertimbangkan tujuan penyimpanan, karakteristik mutu yang ingin dipertahankan, kebutuhan distribusi, serta umur simpan yang diharapkan.

SIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa sterilisasi retort dan pengawetan beku (freezing) sama-sama dapat digunakan untuk memperpanjang masa simpan rendang, tetapi memberikan konsekuensi yang berbeda terhadap mutu produk. Perbedaan tersebut terutama terlihat pada tekstur daging dan stabilitas santan sebagai dua karakteristik penting yang menentukan kualitas fisik rendang setelah pengawetan. Retort lebih memberikan keuntungan dari sisi keamanan mikrobiologis dan umur simpan, sedangkan freezing memiliki potensi lebih baik dalam mempertahankan karakteristik awal produk. Dengan demikian, keberhasilan pengawetan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan metode dalam memperpanjang umur simpan, tetapi juga oleh kemampuannya menjaga mutu daging dan santan secara bersamaan.

Secara praktis, hasil kajian ini dapat menjadi pertimbangan bagi produsen dalam menentukan metode pengawetan sesuai dengan tujuan produksi dan sistem distribusi. Retort lebih relevan untuk produk yang ditujukan pada penyimpanan dan distribusi yang lebih panjang, sedangkan freezing dapat dipertimbangkan ketika mempertahankan karakteristik awal produk menjadi prioritas. Dalam penerapannya, produsen perlu memperhatikan pengendalian kondisi proses dan penyimpanan agar peningkatan umur simpan tidak menyebabkan penurunan mutu tekstur daging maupun kestabilan santan. Oleh karena itu, pemilihan metode sebaiknya tidak didasarkan pada umur simpan saja, tetapi mempertimbangkan keseimbangan antara keamanan, daya simpan, tekstur daging, dan stabilitas santan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian eksperimental secara langsung dengan membandingkan kedua metode pada kondisi pengolahan dan penyimpanan yang terkontrol. Pengujian dengan parameter tekstur daging dan stabilitas santan yang terukur diperlukan untuk menentukan kondisi pengawetan yang paling optimal, sehingga dapat diperoleh produk rendang dengan umur simpan yang baik tanpa mengurangi karakteristik mutu yang diharapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan penyertaan-Nya sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah yang telah memberikan arahan, bimbingan, pengetahuan, serta masukan selama proses pembelajaran dan penyusunan artikel ini. Bimbingan yang diberikan menjadi bagian penting dalam membantu penulis memahami proses penyusunan karya ilmiah, mulai dari penentuan topik, penelusuran literatur, pengolahan informasi, hingga penyusunan artikel secara sistematis.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Universitas dan Program Studi yang telah memberikan dukungan dalam proses pelaksanaan pembelajaran dan penyusunan artikel. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dukungan selama proses penelusuran sumber literatur serta penyelesaian artikel ini. Apresiasi juga diberikan kepada para peneliti dan penerbit dari berbagai sumber ilmiah yang menjadi rujukan dalam kajian ini. Penulis menyadari bahwa artikel ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ilmiah selanjutnya. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca mengenai perbandingan metode sterilisasi retort dan pengawetan beku (freezing) terhadap tekstur daging dan stabilitas santan pada rendang.

REFERENSI

- Akbar, A., Gusnita, W., Kunci, K., Pengolahan, M., & Rendang, K. (n.d.). Number 2 Afdal Akbar 1 , Wiwik Gusnita 2. 2020. Quality of Rendang With Different Cooking Methods. *Jurnal Pendidikan Tata Boga Dan Teknologi*, 1(2), 111–117. <https://doi.org/10.2403/80sr37.00>
- Barbosa-Cánovas, G. V, Medina-Meza, I., Candoğan, K., & Bermúdez-Aguirre, D. (2014). Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS), and pressure assisted thermal sterilization (PATs) to process meat products. *Meat Science*, 98(3), 420–434. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.027>
- Bolognesi, V. J., Spier, M. R., & Rocha Garcia, C. E. (2020). Brine solution with hydrocolloids used to enhance the properties of sterilized meat: Running title: Hydrocolloid and sterilized meat. *Food Technology and Biotechnology*, 58(2), 173–182. <https://doi.org/10.17113/FTB.58.02.20.6336>
- Im, C., Song, S., Cheng, H., Park, J., & Kim, G. D. (2024). Assessing Individual Muscle Characteristics to Enhance Frozen-Thawed Meat Quality. In *Food Science of Animal Resources* (Vol. 44, Number 4, pp. 758–778). Korean Society for Food Science of Animal Resources. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e39>
- jamhari. (2000). *Buletin peternakan*, 24 (1), 43–50.
- Jamhari. (2000). Perubahan Sifat Fisik dan Organoleptik Daging Sapi. In *Buletin Peternakan: 24 (1)* (pp. 43–50).
- Jeong, S. K. C., Jo, K., Lee, S., Jeon, H., Kim, S., Han, S., Woo, M., Choi, Y. S., & Jung, S. (2025). Changes in the Properties of Frozen Meat with Freezing and Storage Conditions and Non-Destructive Analyses for Monitoring Meat Quality. In *Food Science of Animal Resources* (Vol. 45, Number 3, pp. 711–726). Korean Society for Food Science of Animal Resources. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2025.e15>
- Karim, S. N., Sukor, R., Jambari, N. N., Sanny, M., Wan Ibadullah, W. Z., Khatib, A., Sharifuddin, N., Ithinin, N. H., Zulhaimi, N. A., & Adawiyah Zuhir, N. R. (2025). A comparative study of antioxidant properties and oxidative stability in beef rendang under prolonged heating and varying coconut milk percentages: a chemometric approach. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19(8), 5750–5768. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03352-0>
- Muhandri, T., Zahra, P. A., Herawati, D., & Fadhilatunnur, H. (2024). Penentuan Kecukupan Panas serta Evaluasi Sensori Produk Opor Ayam Steril PT XYZ. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 11(2), 114–120. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2024.11.2.114>
- PROSES PRODUKSI RENDANG DOMBA KEMASAN KALENG DI CV. MITRA TANI FARM CIAMPEA-BOGOR. (n.d.).
- Rahayu, S., Muhandri, T., Hunaefi, D., Fuhrmann, P., & Smetanska, I. (2022). Ready-To-Eat Rice in Retort Pouch Packaging as an Alternative Emergency Food Product. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 33(2), 129–136. <https://doi.org/10.6066/jtip.2022.33.2.129>
- Ramadhanti, F., & Gusnita, W. (n.d.). PENGARUH PENYIMPANAN DAGING TERHADAP KUALITAS RENDANG (The Effect Of Meat Storage Of Rendang Quality). *Jurnal Pendidikan Tata Boga Dan Teknologi*, 1(3). <https://doi.org/10.24036/80sr38.00>
- Setiawan, R. D., Juliyarsi, I., & Aulia H, S. (2025). Implementation of Overpressure-Retort Technology to Extend Shelf Life of Packaged Rendang Products in West Pasaman. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 323–329. <https://doi.org/10.59395/altifani.v6i1.1036>
- Wulandari, A. (2018). PENGARUH LAMA Pengeringan Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) PADA PEMBUATAN RENDANG JAMUR TERHADAP DAYA TERIMA KONSUMEN Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan PROGRAM STUDI PENDIDIKAN VOKASI SENIKULINER P.
- Zhang, Y., Kim, Y. H. B., Puolanne, E., & Erbjerg, P. (2022). Role of freezing-induced myofibrillar protein denaturation in the generation of thaw loss: A review. *Meat Science*, 190(November 2021), 108841. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108841>

Zhu, Y., Zhu, J., Shi, X., & Fan, M. (2025). Effects of Freezing, Frozen Storage and Thawing on the Water Status, Quality, Nutrition and Digestibility of Meat: A Review. In *Food Science and Nutrition* (Vol. 13, Number 8). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70774>