

Irfan Fadhlurrohman

Manuskrip JTP - Review Enzim Protease - Tim SOYAME 2025

-  Check - No Repository 3
-  Indeks A
-  Australian University Kuwait

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3329031504

Submission Date

Sep 4, 2025, 11:09 AM GMT+4

Download Date

Sep 4, 2025, 11:11 AM GMT+4

File Name

Manuskrip_JTP_-_Review_Enzim_Protease_-_Tim_SOYAME_2025.docx

File Size

68.0 KB

8 Pages**5,365 Words****34,172 Characters**

23% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 21%  Internet sources
 - 10%  Publications
 - 5%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

21% Internet sources
 10% Publications
 5% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	jpi.faterna.unand.ac.id	7%
2	Internet	www.coursehero.com	<1%
3	Internet	www.ojs.unkriswina.ac.id	<1%
4	Internet	es.scribd.com	<1%
5	Student papers	Universitas Jenderal Soedirman	<1%
6	Internet	media.neliti.com	<1%
7	Internet	download.garuda.kemdikbud.go.id	<1%
8	Student papers	Universitas Diponegoro	<1%
9	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
10	Publication	Nelly Rahmawati, Dian Septinova, Rudy Sutrisna, Riyanti Riyanti. "PENGARUH SU...	<1%
11	Student papers	Udayana University	<1%

12	Internet	jrip.fp.unila.ac.id	<1%
13	Internet	online-journal.unja.ac.id	<1%
14	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
15	Internet	journal.aksibukartini.ac.id	<1%
16	Publication	Ayutha Wijinindyah, Susan E. Lumban Gaol, Asih Pujiastuti, Fajar Galih Prayuda. "...	<1%
17	Internet	jurnal.utb.ac.id	<1%
18	Publication	Beti Istanti Suwandayani, Yohana Puspitasari Wardoyo, Said Noor Prasetyo. "PEN...	<1%
19	Student papers	Politeknik Negeri Jember	<1%
20	Internet	id.123dok.com	<1%
21	Internet	zombiedoc.com	<1%
22	Publication	Harapin Hafid, Sherina Sherina, Fitrianiingsih Fitrianiingsih, Siti Hadrayanti Anand...	<1%
23	Student papers	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	<1%
24	Internet	repository.unib.ac.id	<1%
25	Internet	jnp.fapet.unsoed.ac.id	<1%

26	Internet	journal3.um.ac.id	<1%
27	Internet	laporanakhirskripsitesisdisertasimakalah.wordpress.com	<1%
28	Student papers	Sriwijaya University	<1%
29	Internet	prin.or.id	<1%
30	Internet	www.healty99.com	<1%
31	Publication	Sandra Dwi Pangestika, Elis Dihansih, Anggraeni Anggraeni. "EFFECTS OF SUBSTIT...	<1%
32	Publication	Siti Fatimah, Christine Wulandari, Susni Herwanti. "Analisis Kesiediaan Menerima ...	<1%
33	Internet	ejurnal.unisri.ac.id	<1%
34	Internet	revolution.allbest.ru	<1%
35	Internet	text-id.123dok.com	<1%
36	Publication	Dewi Wahyuni, Rudy Priyanto, Henny Nurani. "MEAT PHYSICAL AND SENSORIC Q...	<1%
37	Publication	Eki Firmansyah, Raden Siti Nurlaela. "Kajian Perubahan Nutrisi Daging Ayam akib...	<1%
38	Publication	Ludfia Windyasmara, Ahimsa Kandi Sariri. "Teknologi Marinasi Daging Ayam Broil...	<1%
39	Publication	Mar'atus Solehah, RR Riyanti, Veronica Wanniatie, Dian Septinova. "PENGARUH P...	<1%

40	Publication	Muhammad Afdhal, Haris Lukman, Indriyani Indriyani. "POTENSI ANGKAK SEBAG...	<1%
41	Publication	Safitri Safitri, Nur Azmi Hidayati, Sri Setyaningrum, Fery Dwi Riptianingsih. "Peng...	<1%
42	Publication	Salfany Islamiati Fahman, Nova Rugayah. "Kualitas Fisik Daging Ayam Broiler yan...	<1%
43	Internet	jurnal.um-tapsel.ac.id	<1%
44	Internet	mjrd.must.ac.tz	<1%
45	Internet	pt.scribd.com	<1%
46	Internet	repo.unand.ac.id	<1%
47	Internet	repository.unipa.ac.id	<1%
48	Publication	Irmawaty Irmawaty, Aminah Hajah Thaha, Risky Rahayu, Arsan Jamili. "Kualitas fi...	<1%
49	Publication	Yakobus Adriantus Sea Djando, Veronika Y. Beyleto. "Pengaruh Lama Pengasapa...	<1%
50	Internet	idoc.pub	<1%
51	Publication	Anggriani Fedrika Pianusa, Grace Sanger, Djuhria Wonggo. "KAJIAN PERUBAHAN ...	<1%
52	Publication	Anisa Ramadhani, Rr. Riyanti, Veronica Wanniatie, Dian Septinova. "PENGARUH K...	<1%
53	Internet	untb.ac.id	<1%

Diversifikasi Enzim Protease Alami dalam Pengempukan Daging: Implikasi terhadap Kualitas dan Ketahanan Pangan

Diversification of Natural Protease Enzymes in Meat Tenderization: Implications for Quality and Food Security

Irfan Fadhlurrohman*, Muhammad Raffi Akbar Yustisio, Audina Az-Zahra, Rifki Ramadhan Nur Solehan, Triana Setyawardani, Juni Sumarmono, Naofal Dhia Arkan

Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*Korespondensi dengan penulis (irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 31 Agustus 2025 dan dinyatakan diterima tanggal 3 September 2025. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan. eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Abstrak

Pengempukan daging merupakan salah satu aspek penting dalam meningkatkan kualitas produk hewani dan kepuasan konsumen. Berbagai sumber enzim protease alami, baik yang berasal dari tanaman maupun mikroba, telah diteliti sebagai alternatif teknologi pengempukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Review ini membahas diversifikasi penggunaan enzim protease dari sumber nabati seperti papain, bromelain, zingibain, dan ficin, serta protease mikroba yang berpotensi diaplikasikan pada industri daging. Berbagai mekanisme kerja enzim dalam memecah jaringan ikat dan protein miofibril diuraikan, termasuk kelebihan dan keterbatasan masing-masing sumber. Selain itu, dibahas pula tantangan penerapan, mulai dari kontrol aktivitas enzim, stabilitas, hingga dampaknya terhadap tekstur, flavor, dan nilai gizi daging. Diversifikasi pemanfaatan protease alami tidak hanya membuka peluang inovasi produk olahan daging, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan dengan menghadirkan produk protein hewani yang lebih berkualitas, aman, dan sesuai dengan kebutuhan konsumen modern.

Kata kunci: daging, protease alami, pengempukan, diversifikasi, ketahanan pangan

Abstract

Meat tenderization is a crucial factor in improving the quality of animal-based products and consumer satisfaction. Various natural protease enzymes derived from plants and microbes have been explored as sustainable and environmentally friendly alternatives to conventional tenderization methods. This review highlights the diversification of protease applications from plant sources such as papain, bromelain, zingibain, and ficin, as well as microbial proteases with promising potential for the meat industry. The mechanisms of proteolytic action on connective tissues and myofibrillar proteins are discussed, alongside the advantages and limitations of each source. Challenges in application, including controlling enzyme activity, ensuring stability, and managing impacts on texture, flavor, and nutritional value, are also addressed. Diversifying the use of natural proteases not only fosters innovation in processed meat products but also contributes to food security by providing high-quality, safe, and consumer-oriented animal protein.

Keywords : meat, natural proteases, tenderization, diversification, food security

Pendahuluan

Daging merupakan salah satu sumber protein hewani yang penting dalam mendukung pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat. Pusat Statistik 2024 (BPS, 2024) menunjukkan adanya peningkatan konsumsi daging pada tahun 2023 sebesar 4,07 gram/kapita/hari dibandingkan pada tahun 2022 sebesar 3,73 gram/kapita/hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia semakin menyadari pentingnya protein hewani terutama daging untuk memenuhi kebutuhan gizi. Seiring dengan meningkatnya angka konsumsi tersebut, kualitas daging juga menjadi prioritas utama dalam mengonsumsinya.

Menurut Sine dan Soetarto (2021) bahwa kualitas daging sangat dipengaruhi oleh karakteristik salah satunya ialah tekstur karena erat kaitannya dengan tingkat keempukan daging. Keempukan daging dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis otot, usia ternak, serta metode pemrosesan dan pemasakan (Raharjo, 2017). Salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan keempukan daging adalah dengan marinasi menggunakan enzim protease. Penggunaan enzim protease bertujuan membantu memecah protein menjadi fragmen protein yaitu peptida dan asam amino.

Enzim protease dapat ditemui dari berbagai tanaman (Prihatini dan Dewi, 2021). Beberapa contoh tanaman yang menghasilkan enzim protease alami, diantaranya pepaya, nanas, kunyit, pisang, dan jahe. Penggunaan enzim protease dari berbagai sumber ini tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas tekstur daging, tetapi juga dapat menjadi alternatif dalam pengolahan daging untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang menginginkan produk daging yang lebih empuk dan mudah dikonsumsi. Oleh karena itu, kajian mengenai upaya pengempukan berbagai jenis daging menggunakan enzim protease menjadi penting untuk dibahas lebih lanjut.

Materi dan Metode

Artikel review ini menggunakan pendekatan *literature review* tradisional yang disusun berdasarkan prinsip yang dikemukakan oleh (Chinn, 2021). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan eksplorasi dan sintesis berbagai

hasil penelitian yang relevan, terutama jika topik yang dibahas masih terbatas dalam jumlah kajian ilmiahnya. Fokus kajian ini adalah pada literatur yang membahas penggunaan enzim protease dalam proses pengempukan daging, khususnya penelitian yang diterbitkan antara tahun 2015–2025. Literatur dikumpulkan dari berbagai basis data ilmiah seperti *Google Scholar*, MDPI, *Research Gate*, dan *ScienceDirect*. Pencarian literatur dilakukan dengan menggabungkan kata kunci seperti “daging”, “enzim protease”, “pengempukan daging”, “tanaman”, “tekstur daging”, dan kata kunci lain yang relevan dengan topik pengempukan daging menggunakan enzim protease. Literatur yang dipilih meliputi hasil-hasil penelitian yang secara langsung mengkaji efektivitas enzim protease dari berbagai tanaman untuk pengempukan berbagai jenis daging. Literatur pendukung lain yang membahas karakteristik daging, mekanisme kerja protease, serta faktor-faktor yang memengaruhi keempukan daging juga turut digunakan. Data dan informasi yang diperoleh dari literatur dianalisis secara deskriptif dan disintesis untuk menarik kesimpulan serta memberikan rekomendasi bagi penelitian selanjutnya mengenai potensi dan efisiensi enzim protease dalam meningkatkan kualitas tekstur daging.

Hasil dan Pembahasan

Berbagai jenis enzim proteolitik seperti *bromelin*, *papain*, *zingibain*, dan enzim dari bahan alami lainnya. Bahan-bahan tersebut menunjukkan efektivitas yang beragam dalam mengempukan daging dari berbagai jenis ternak. Kumpulan beberapa hasil penelitian pengempukan daging dengan berbagai jenis daging dan enzim protease disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kumpulan Hasil Penelitian Pengempukan Daging dengan Berbagai Jenis Daging dan Enzim Protease

Sampel	Enzim	Perlakuan	Hasil	Referensi
Daging sapi	<i>Bromelin</i>	Penambahan enzim <i>bromelin</i> 40 g dan disimpan dalam suhu ruang 100°C, serta $\pm 2^\circ\text{C}$ selama 1 jam.	Perlakuan disuhu ruang 100°C paling optimal dan daging menjadi empuk	Dzulqaidah <i>et al.</i> (2021)
	Protease	Marinasi dengan berbagai jenis pisang, yaitu pisang barang, pisang raja bulu, dan pisang kepok kuning	Perlakuan paling baik, yaitu marinasi dengan pisang kepok kuning, dan tekstur daging empuk serta nilai kesukaan paling tinggi	Pratama <i>et al.</i> (2024)
	<i>Papain</i> dan <i>Zingibain</i>	Marinasi larutan kulit nanas 20-30 g dengan jahe 10 g, dan aquades 50 mL	Perlakuan dengan penambahan 30 g kulit nanas paling optimal dan daging paling empuk	Wijiniindyah <i>et al.</i> (2024)
Daging itik afkir	<i>Bromelin</i>	Marinasi dengan 10-20 mL ekstrak buah nanas selama 30-45 menit	Perlakuan dengan penambahan 10 mL ekstrak buah nanas selama 30 menit paling optimal karena dapat menurunkan kadar lemak dan meningkatkan kadar protein	Novita <i>et al.</i> (2019)
Daging ayam petelur afkir	Protease	Penggunaan ekstrak lengkuas dengan perlakuan marinasi dengan dosis lengkuas 30-50%	Perlakuan paling optimal yaitu penambahan lengkuas dengan dosis 50% berpengaruh nyata terhadap warna, keempukan, dan kesukaan	Sena <i>et al.</i> (2024)
	<i>Papain</i>	Penggunaan ekstrak daun pepaya 10% dengan perlakuan marinasi selama 30-90 menit	Perlakuan penggunaan ekstrak daun pepaya selama 90 menit paling optimal karena perlakuan tersebut dapat menurunkan nilai pH, jumlah mikroba dan memperbaiki keempukan daging	Solihin <i>et al.</i> (2024)
Daging kerbau	<i>Bromelin</i>	Marinasi dengan <i>bromelin</i> 50 mL dengan lama perendaman 15-60 menit	Semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas fisik daging kerbau	Barus <i>et al.</i> (2025)
Daging ayam kampung	Protease	Marinasi daging ayam kampung dengan daun nangka 48,64 gram - 2 liter selama 30 menit	Kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap DIA dan keempukan daging	Ramlah <i>et al.</i> (2025)

Daging domba	Protease	Marinasi daging domba dengan ekstrak bunga kecombrang 100 gram/200 mL - 200 gram/200 mL air	Semua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap DIA, susut masak, dan pH	Berky, (2024)
Daging kambing	Zingiber, bromelin, dan papain	Perendaman daging kambing dengan ekstrak jahe, nanas, dan pepaya selama 30 menit	Ketiga perlakuan dapat merubah tekstur dan perlakuan perendaman dengan ekstrak nanas paling optimal terhadap keempukan daging	Wibawadi <i>et al.</i> (2024)

Penggunaan *bromelin* pada daging sapi disuhu ruang menghasilkan keempukan paling optimal, sedangkan marinasi dengan pisang kepok kuning menunjukkan hasil terbaik dari segi tekstur dan tingkat kesukaan. Kombinasi *papain* dan *zingibain* dalam larutan kulit nanas dan jahe juga terbukti efektif, dengan penambahan 30 g menghasilkan daging paling empuk. Pada daging itik afkir yang dimarinasi dengan ekstrak nanas sebanyak 10 mL selama 30 menit lebih optimal dalam menurunkan lemak dan meningkatkan protein. Daging ayam petelur afkir menunjukkan hasil yang baik dengan penggunaan ekstrak lengkuas dan daun pepaya, terutama pada level tertinggi dan waktu marinasi terlama. Namun, hasil berbeda terlihat pada daging kerbau dan domba yang cenderung tidak menunjukkan perubahan signifikan meski diberi perlakuan enzim. Hal tersebut dimungkinkan karena struktur jaringan dagingnya yang lebih keras. Sementara itu, pada daging kambing dan ayam kampung, penggunaan enzim dari bahan alami seperti jahe, nanas, pepaya, dan daun nangka menunjukkan perubahan positif terhadap tekstur dan keempukan dengan perlakuan ekstrak nanas pada kambing paling optimal. Secara keseluruhan, efektivitas enzim sangat tergantung pada jenis daging, bahan sumber enzim, konsentrasi, serta lama dan cara perlakuannya.

Daging Sapi

Tekstur merupakan sifat fisik suatu bahan khususnya daging yang menggambarkan keempukan dan kekerasan. Kombinasi perlakuan seperti enzimatis, proteolitik, mekanis, dan marinasi yang dapat memecah ikatan protein dan jaringan ikat dalam proses pengempukan daging (Mohammed *et al.*, 2023). Enzim yang digunakan untuk pengempukan daging dapat berasal dari tanaman seperti buah nanas (*bromelin*), kulit pisang, dan larutan jahe (*zingibain*). Enzim yang dapat memecah ikatan protein diharapkan dapat memperbaiki kualitas daging sapi dari keras dan alot menjadi empuk.

Pengempukan daging menggunakan enzim *bromelin* dapat berpengaruh terhadap tekstur daging yang dihasilkan. Penelitian Dzulfaidah *et al.* (2021) menyatakan bahwa enzim *bromelin* dapat dihasilkan dari filtrat nanas yang ditambahkan garam dapur (NaCl) untuk mengurangi kadar air dalam filtrat. Penggunaan garam dapur (NaCl) dapat mengikat air bebas pada filtrat nanas seperti yang dilakukan oleh penelitian Putri dan Anita (2017) karena filtrat nanas mengandung 90% air. Penelitian tersebut menggunakan rendemen ekstrak kasar enzim sebanyak 40 g dengan beberapa perlakuan, salah satunya diisolasi pada suhu $\pm 2^\circ\text{C}$, suhu ruang (25°C), dan 100°C . Hasil menunjukkan adanya kecenderungan tekstur yang empuk pada penambahan enzim *bromelin* 40 g dengan isolasi di suhu ruang (25°C) selama 1 jam. Perbedaan kualitas daging sebelum dan sesudah perlakuan ditandai dengan perubahan warna dari merah kecoklatan menjadi merah dan perubahan tekstur dari kenyal menjadi empuk. Perubahan suhu (peningkatan atau penurunan suhu) dapat menurunkan aktivitas enzim. Peningkatan suhu yang melewati suhu ruang akan menyebabkan enzim terdenaturasi. Denaturasi ini terjadi karena interaksi lemah yang menjaga struktur protein enzim menjadi rusak akibat energi panas, sehingga enzim kehilangan fungsinya (Almeida and Marana, 2019).

Sementara itu, penelitian Wijinindyah *et al.* (2024) juga melakukan pengempukan daging sapi dengan menggunakan enzim *bromelin* dalam kulit nanas dan bahan tambahan yaitu jahe. Penambahan jahe terhadap proses marinasi daging sapi berfungsi untuk membantu dalam pengempukan dan mengurangi bau amis pada daging. Jahe memiliki fungsi untuk mengurangi bau amis pada daging. Selain itu, jahe mengandung enzim protease yang dapat memecah ikatan peptida menjadi sederhana yang mampu merubah tektur daging menjadi empuk (Mohd Azmi *et al.*, 2023). Jumlah perlakuan yang digunakan dalam penelitian sebanyak empat perlakuan. Perlakuan (P0) sebagai kontrol, Perlakuan P1 penambahan larutan kulit nanas sebanyak 20 g, P2 sebanyak 25 g, P3 sebanyak 30 g dengan masing-masing menggunakan jahe sebanyak 10 g. Hasil akhir yang didapatkan dengan beberapa perlakuan untuk memperbaiki kualitas tekstur daging sapi memiliki skor tertinggi yaitu 4,17 pada P3 (30 g) yang menghasilkan daging menjadi empuk.

Perbaikan tekstur daging sapi juga dilakukan oleh Pratama *et al.* (2024) dengan menggunakan kulit pisang dari beberapa jenis, misalnya pisang barang, raja bulu, dan kepok. Daging yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daging sapi lokal yang memiliki tekstur keras dan alot. Sapi lokal biasanya memiliki marbling yang rendah, sehingga dagingnya cenderung lebih alot (Listrat *et al.*, 2020). Pada proses marinasi daging menggunakan kulit pisang dilakukan dengan beberapa perlakuan yang diantaranya yaitu penambahan pisang barang, raja bulu, dan kepok kuning pada proses marinasi sebanyak tiga kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan marinasi kulit pisang memberikan pengaruh signifikan terhadap keempukan daging. Daging sapi lokal yang dimarinasi dengan kulit pisang kepok kuning memiliki tingkat kesukaan dari segi tekstur dengan nilai tertinggi, yaitu sebesar 3,53 dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Berdasarkan berbagai hasil penelitian yang dipaparkan, menunjukkan bahwa pengempukan daging sapi dapat dilakukan secara efektif dengan memanfaatkan bahan alami yang mengandung enzim protease seperti *bromelin* (dari nanas), serta senyawa flavonoid dan fenol (dari kulit pisang dan jahe). Penggunaan enzim *bromelin* dari filtrat nanas terbukti meningkatkan keempukan daging dengan efektif karena mengurangi kadar air dan menjaga stabilitas enzim selama proses marinasi (Dzulqaidah *et al.* 2021). Selanjutnya, penelitian Wijinindyah *et al.* (2024) menunjukkan bahwa kombinasi enzim *bromelin* dari kulit nanas dan tambahan jahe juga meningkatkan keempukan daging sapi, dengan hasil terbaik pada P3 dengan skor tekstur empuk tertinggi (4,17). Penelitian tersebut memperkuat bahwa marinasi dengan kulit pisang dari jenis kepok kuning memberikan hasil paling optimal terhadap keempukan daging sapi lokal yang cenderung alot, dengan nilai keempukan tertinggi diantara perlakuan lainnya.

Daging Kerbau

Daging kerbau pada dasarnya memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan dengan daging sapi. Hal tersebut dikarenakan kerbau adalah ternak pekerja sehingga mereka lebih banyak menggunakan otot (Ditha, 2024). Otot-otot yang aktif digunakan umumnya memiliki kandungan kolagen yang lebih tinggi sehingga daging memiliki karakteristik yang keras. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk memperbaiki karakteristik tersebut salah satunya melalui perendaman secara enzimatis.

Barus *et al.* (2025) telah meneliti daging kerbau dengan umur ternak 3 tahun yang direndam dengan ekstrak bonggol nanas. Bonggol nanas mengandung enzim bromelain yang memiliki aktivitas protease yang tinggi. Penggunaan ekstrak bonggol nanas menunjukkan berpengaruh tidak nyata pada pH, daya ikat air, dan susut masak Barus *et al.* (2025). Hal tersebut dikarenakan enzim *bromelin* yang digunakan belum optimal dalam menghidrolisis protein daging, sehingga tidak ada perubahan dari protein daging dalam menahan kandungan airnya sehingga susut masak daging relatif sama. Hal tersebut serupa pada pH dan Daya Ikat Air (DIA). Nilai pH yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, sehingga daya ikat air yang diukur tidak mengalami perubahan. Titik isoelektrik dari protein-protein pada daging berada pada rentang pH 5,0 hingga 5,1.

Daging Ayam Kampung Super

Penelitian Pratiwi *et al.*, (2021) menggunakan daun nangka untuk memperbaiki tekstur daging ayam kampung super. Daun nangka memiliki enzim protease seperti ficin, *bromelin*, dan *papain* yang dapat memperbaiki tekstur daging dengan proses degradasi protein. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramlah *et al.* (2025) bahwa penggunaan daun nangka pada daging ayam kampung super memberikan pengaruh yang sangat nyata dalam menurunkan nilai daya putus daging, yang berarti meningkatkan keempukan daging. Tetapi, penambahan daun nangka maupun ekstraknya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pH dan daya ikat air. Hal ini dikarenakan oleh kandungan senyawa flavonoid, saponin, dan tanin dalam daun nangka yang tidak merusak struktur atau kadar protein dalam daging. Nilai pH daging ditentukan oleh kandungan glikogen dan asam laktat. Kesamaan kadar glikogen pada daging tersebut menyebabkan nilai pH yang diperoleh relatif serupa (Annisa, 2024). Meskipun tidak memberikan pengaruh tidak nyata terhadap pH dan daya ikat air, penambahan ekstrak daun nangka dapat memengaruhi nilai susut masak dan daya putus daging. Berdasarkan hasil susut masak yang dilakukan dengan menggunakan daun nangka dan ekstrak daun nangka berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Hasil rata-rata susut masak daging ayam kampung super adalah P0 ($7,70 \pm 1,15\%$), P1 ($7,03 \pm 0,85\%$), P2 ($14,43 \pm 2,12\%$). Menurut Haq (2015) menyatakan bahwa persentase susut masak daging pada umumnya berada pada rentang 1,5–54,5% dengan kisaran rata-rata sekitar 15–40%. Faktor-faktor yang memengaruhi susut masak pada daging, diantaranya temperatur pada saat melakukan pemasakan, umur ternak, bangsa ternak, serta konsumsi pakan (Fathurrohman *et al.*, 2022).

Daging Domba

Penggunaan ekstrak bunga kecombrang dalam penelitian Berky (2024) menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap parameter fisik daging domba, yaitu pH, daya ikat air, dan susut masak. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa P3 (marinasi dengan ekstrak bunga kecombrang) menghasilkan rata-rata nilai susut masak tertinggi sebesar 28,03%, sementara perlakuan P1 dan P2 masing-masing menghasilkan 26,94% dan 26,54%. Meskipun demikian, seluruh nilai susut masak yang diperoleh masih berada dalam kisaran normal, yakni antara 26,30% hingga 28,03%. Perubahan susut masak terjadi akibat penurunan pH daging pada fase postmortem yang menyebabkan kerusakan pada protein miofibril. Kondisi tersebut menurunkan kemampuan protein dalam mengikat air sehingga meningkatkan persentase susut masak (Simanjuntak *et al.*, 2022). Susut masak (*cooking loss*) sangat berkaitan dengan jumlah air yang hilang selama proses pemanasan. Salah satu faktor utama yang memengaruhi besarnya susut masak adalah kemampuan protein otot daging dalam mengikat air. Semakin tinggi kemampuan protein untuk mempertahankan air, semakin rendah pula susut masaknya. Selain itu, besarnya susut masak juga dipengaruhi oleh kerusakan membran sel, keluarnya cairan daging, umur simpan, degradasi protein, serta daya ikat air daging itu sendiri. Penggunaan ekstrak bunga kecombrang juga memberikan pengaruh tidak nyata terhadap pH daging domba. Nilai pH yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar antara 5,38–5,50, yang tergolong mendekati pH ultimate daging post mortem normal, yaitu sekitar 5,5. Penurunan pH ini terjadi akibat proses glikolisis setelah pemotongan, dimana terbentuknya asam laktat menyebabkan pH daging menurun. Nilai pH yang hampir seragam pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa ekstrak bunga kecombrang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap proses kimiawi pasca pemotongan. Selanjutnya, pada uji daya ikat air, perlakuan P3 menunjukkan nilai tertinggi yaitu 34,38%, diikuti oleh P1 sebesar 28,30% dan P2 sebesar 28,14%, sedangkan nilai terendah terdapat pada kontrol (P0) sebesar 25,88%. Meskipun terdapat variasi nilai antar perlakuan, analisis keragaman menunjukkan

bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan. Rentang daya ikat air pada penelitian ini, yaitu antara 25,88-34,38%, masih berada dalam kategori normal dan mencerminkan bahwa penggunaan ekstrak bunga kecombrang tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemampuan daging domba dalam mempertahankan kandungan airnya. Secara keseluruhan, meskipun terdapat fluktuasi nilai pada masing-masing parameter, penggunaan ekstrak bunga kecombrang belum mampu memberikan perubahan yang signifikan terhadap kualitas fisik daging domba. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi senyawa aktif dalam bunga kecombrang yang belum cukup tinggi untuk memodifikasi struktur protein otot secara optimal.

Daging Ayam Petelur Afkir

Ayam petelur afkir memiliki potensi yang cukup besar sebagai daging olahan dikarenakan daging ayam petelur afkir memiliki kandungan nutrisi yang tidak jauh berbeda dengan ayam broiler. Kandungan nutrisi yang tidak jauh dengan daging ayam broiler tersebut menjadikan daging ayam petelur afkir sebagai pangan alternatif pengganti daging lainnya. Daging ayam petelur afkir memiliki kandungan protein yang tinggi dan lemak yang rendah. Ayam petelur afkir memiliki kandungan air 56%, protein 25,4% sampai 31,5% dan lemak 1,3 sampai 7,3% (Yahya *et al.*, 2018). Akan tetapi daging ayam petelur afkir memiliki kekurangan yaitu teksturnya yang alot dan keras. Kekurangan tersebut yang menjadikan kurangnya minat masyarakat terhadap daging ayam petelur afkir. Namun, kekurangan tersebut dapat diatasi dengan penambahan enzim protease sebagai bahan untuk mengempukkan daging ayam petelur afkir. Enzim protease merupakan enzim yang dapat menghidrolisis protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti peptida dan asam amino (Sena *et al.*, 2024). Enzim protease bekerja dengan cara mendegradasi protein daging sehingga menyebabkan daging menjadi lebih empuk. Enzim protease terdapat diberbagai tanaman, salah satunya terdapat pada lengkuas (*Alpinia galanga* L.). Menurut Sena *et al.* (2024) lengkuas (*Alpinia galanga* L.) memiliki kandungan flavonoid yang dapat menguraikan protein pada daging. Penguraian protein dapat menyebabkan pecahnya ikatan peptida pada protein daging sehingga protein membentuk molekul (pita minor) yang menyebabkan daging semakin lunak. Ekstrak lengkuas (*Alpinia galanga* L.) diujikan dengan cara memarinasi daging ayam petelur afkir dengan konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi ekstrak lengkuas (*Alpinia galanga* L.) yang digunakan dalam penelitian Sena *et al.* (2024) yaitu 30%, 40%, dan 50%. Hasil marinasasi ekstrak lengkuas (*Alpinia galanga* L.) kemudian dilakukan uji organoleptik dengan penilaian antara lain aroma, tekstur, cita rasa, keempukan, sari minyak, dan penerimaan umum. Hasil dari penelitian ini menyatakan penggunaan ekstrak lengkuas dengan level 50% berpengaruh nyata terhadap warna, tekstur, keempukan, dan penerimaan umum.

Menurut penelitian Solihin *et al.* (2024) pengempukan daging juga dapat dilakukan marinasasi dengan enzim *papain* pada daun pepaya. Enzim *papain* dapat memecah protein otot pada daging menjadi komponen yang lebih sederhana, sehingga tekstur daging menjadi lebih lunak (Milatina *et al.*, 2025). Penelitian ini mengujikan pengaruh lama marinasasi enzim *papain* terhadap kualitas daging ayam petelur afkir. Waktu yang digunakan untuk marinasasi dengan ekstrak daun pepaya untuk meningkatkan kualitas daging ayam petelur afkir yaitu 30 menit. Proses marinasasi dilakukan dengan menggunakan 100 gram daging dengan 10% sari daun pepaya dengan lama marinasasi yang berbeda. Waktu yang digunakan dalam proses marinasasi antara lain P0: tanpa perlakuan, P1: lama marinasasi 30 menit, P2: lama marinasasi 60 menit, dan P3: lama marinasasi 90 menit. Hasil yang diamati dalam penelitian ini antara lain: Potensial Hidrogen (pH), jumlah mikroba, dan keempukan yang dihasilkan dari marinasasi sari daun pepaya terhadap daging ayam petelur afkir. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa P3 dengan lama marinasasi 90 menit memengaruhi penurunan pH, penurunan jumlah mikroba, dan memperbaiki keempukan daging ayam petelur afkir.

Daging Itik Afkir

Daging itik afkir memiliki potensi yang besar untuk pemenuhan kebutuhan daging unggas di Indonesia. Daging itik afkir memiliki kandungan protein yang tinggi, akan tetapi memiliki kelemahan yaitu dagingnya yang alot serta memiliki aroma yang amis, dan kadar lemak yang tinggi. Kealotan daging itik afkir dikarenakan jaringan ikat (kolagen) lebih banyak dibandingkan dengan itik muda, hal ini dipengaruhi oleh komposisi asam amino kolagen dan sifat kimiawi yang berperan penting dalam tingkat kekenyalan daging (Roni *et al.*, 2025). Karena demikian perlu dilakukan pengolahan khusus terhadap daging itik afkir, salah satunya melalui marinasasi dengan ekstrak nanas. Ekstrak nanas memiliki enzim yang dapat mengempukan daging, yaitu enzim *bromelin*. Kerja enzim protease dalam daging itik afkir akan menyebabkan proteolisis kolagen sehingga menyebabkan shear force pada kolagen berkurang dan keempukan pada daging bertambah.

Menurut penelitian Novita *et al.* (2019) penggunaan ekstrak nanas untuk pengempukan daging menggunakan 2 faktor, yaitu faktor A level ekstrak nanas dan faktor B lama marinasasi. Faktor A terdiri dari 3 perlakuan yaitu A0 menggunakan 0 mL ekstrak buah nanas, A1 menggunakan 10 mL ekstrak nanas, dan A2 menggunakan 20 mL ekstrak nanas. Faktor B terdiri dari B0 selama 15 menit marinasasi, B1 selama 30 menit marinasasi dan B2 selama 45 menit marinasasi. Daging yang digunakan menggunakan daging bagian paha tanpa kulit dan tulang dengan bobot 100 gram. Daging kemudian akan diuji dengan uji yang dilakukan yaitu uji kadar protein, uji kadar lemak, uji kadar air, uji pH, dan susut masak.

Hasil penelitian Novita *et al.* (2019) menyatakan pada pengujian nilai susut masak, tidak ditemukan pengaruh tidak nyata ($P>0,05$) pada konsentrasi, durasi perendaman, dan interaksi keduanya. Hasil pengujian menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan A2 dengan konsentrasi 20% yaitu 34,2%, sedangkan nilai terendah terdapat pada A1 dengan konsentrasi 10% yaitu 28,4%. Dalam uji nilai pH menyatakan berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) yang terlihat pada konsentrasi, waktu perendaman, dan interaksi ekstra buah nanas. Data pengamatan mengungkapkan bahwa perlakuan A2 memiliki pH tertinggi di angka 6,23, dan A1 mencatat yang terendah pada 6,10. Untuk perlakuan durasi perendaman (B), nilai tertinggi tercatat pada B1 dan B2 yaitu 6,16, sementara B0 berada pada posisi terendah

dengan 6,12. Berkenaan dengan interaksi perlakuan, hasil terbaik untuk pH ditemui pada kombinasi A2B1 dengan nilai 6,29, sedangkan terendah ada pada A0B0 yaitu 6,05.

Konsentrasi ekstrak buah nanas menunjukkan berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) dan berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada durasi perendaman serta interaksi ekstrak buah nanas terhadap kadar protein. Pengujian kadar protein tertinggi ditemukan pada interaksi A2B1 yaitu 24,78%, sedangkan kadar protein terendah ada pada perlakuan A2B2 yang mencapai 18,99%. Konsentrasi ekstrak buah nanas juga menunjukkan berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) dan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap durasi perendaman serta interaksi ekstrak buah nanas pada kadar lemak. Data pengujian kadar lemak memperlihatkan bahwa kadar tertinggi ada pada ekstrak nanas dengan konsentrasi 0% sebesar 9,36% di mana durasi perendaman adalah 45 menit, sementara kadar terendah ada pada konsentrasi 10% sebesar 7,55% dan durasi perendaman 30 menit yaitu 6,38%.

Kadar air tidak menunjukkan pengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap konsentrasi, durasi perendaman, dan interaksi ekstra buah nanas. Perlakuan A1 menunjukkan nilai kadar air daging itik afkir yang relatif tinggi pada 65,57%, berbeda dengan A0 yang lebih rendah yaitu 63,61%. Dalam perlakuan durasi perendaman (B), kadar tertinggi tercatat pada B0 yaitu 65,27% dan terendah pada B2 yaitu 63,38%. Hasil interaksi perlakuan menunjukkan nilai kadar air daging itik afkir terbaik pada kombinasi A1B1 mencapai 65,91% dan terendah pada A0B2 yaitu 61,66%. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan A1 (10 mL) dari ekstrak nanas memberikan pengaruh tertinggi sebesar 7,55%, dan durasi perendaman B1 (30 menit) merupakan perlakuan terbaik karena dapat menurunkan kadar lemak dan meningkatkan kadar protein daging itik afkir, tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata pada susut masak, pH dan kadar air daging itik afkir.

Daging Kambing

Daging kambing menjadi salah satu daging yang digemari oleh masyarakat Indonesia, akan tetapi daging kambing memiliki kelemahan yaitu dagingnya yang alot dan memiliki serat yang kasar. Oleh karena itu, daging kambing perlu dilakukan pengolahan khusus, salah satunya dengan perendaman ekstrak tanaman yang mengandung enzim protease. Tanaman yang memiliki enzim protease antara lain jahe (enzim *zingibain*), nanas (enzim *bromelin*), dan pepaya (enzim *papain*). Ketiga tanaman tersebut memiliki enzim yang bersifat sama yaitu menghidrolisis protein daging sehingga daging menjadi lebih empuk. Ketiga bahan tersebut memiliki nilai pH yang rendah, sehingga semakin lama daging direndam dengan ekstrak dari jahe, nanas, dan pepaya, pH daging akan semakin menurun (Wibawadi *et al.*, 2024).

Penelitian Wibawadi *et al.*, (2024) menghasilkan keempukan daging kambing dengan perendaman ekstrak jahe menunjukkan adanya kenaikan nilai keempukan dari P0. Keempukan daging dengan perendaman ekstrak jahe menghasilkan nilai 11795,36 gf. Nilai tersebut menyatakan adanya peningkatan dari P0. Perendaman dengan ekstrak jahe secara fisiologis memengaruhi tekstur dan keempukan daging kambing. Perendaman daging kambing dengan ekstrak nanas mendapatkan nilai 9525,10 gf. Keempukan tersebut lebih baik dibandingkan dengan tanpa perendaman ekstrak jahe dan pepaya. Perendaman daging kambing dengan ekstrak buah pepaya didapatkan nilai 11145,37 gf yang menunjukkan nilai keempukan tertinggi.

Keempukan daging kambing yang direndam dalam ekstrak jahe menunjukkan peningkatan dari P0. Perendaman daging kambing menggunakan ekstrak jahe menghasilkan nilai keempukan sebesar 11795,36 gf. Pengujian ini mengindikasikan bahwa merendam daging kambing dalam ekstrak jahe secara fisiologis memengaruhi tekstur. Selain itu, saat daging kambing direndam dalam ekstrak nanas, hasilnya menunjukkan nilai 9525,10 gf, yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa perendaman ekstrak jahe dan pepaya. Daging kambing yang direndam dengan ekstrak buah pepaya mendapatkan nilai 11145,37 gf, yang menunjukkan bahwa pemanfaatan ekstrak pepaya berkontribusi pada peningkatan keempukan.

Hasil uji pH pada daging kambing yang direndam dalam ekstrak jahe, nanas, dan pepaya selama 30 menit memperlihatkan adanya penurunan pH akibat kerja masing-masing enzim. Enzim-enzim tersebut berhasil menurunkan pH daging dari 6,56 menjadi 5,62. Hasil penelitian yang melibatkan perendaman ekstrak jahe, nilai pH yang diperoleh adalah 6,43, yang hampir mencapai pH netral dari sari jahe. Pada saat daging direndam dalam ekstrak pepaya, pH yang dihasilkan sebesar 6,20. Enzim *papain* dalam ekstrak pepaya tidak berhasil menurunkan pH dengan signifikan, hal ini disebabkan oleh efektivitas aktif enzim pada suhu 38-80°C, sedangkan suhu ruangan saat pengujian adalah 34°C. Pada penelitian ini, perendaman dengan ekstrak nanas yang mengandung enzim *bromelin* menghasilkan pH terendah yakni 5,62 yang menunjukkan bahwa ekstrak nanas lebih efektif menurunkan pH dibandingkan daging yang tidak direndam, maupun yang direndam dalam ekstrak jahe dan pepaya.

Berdasarkan penelitian Wibawadi *et al.* (2024) mengenai daya ikat air, perendaman daging kambing dengan ekstrak jahe, nanas, dan pepaya menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh perubahan protein dalam daging kambing yang dipengaruhi oleh enzim proteolitik. Daya ikat air daging kambing dengan perlakuan ekstrak jahe adalah 45,28% menunjukkan adanya peningkatan. Rata-rata daya ikat air pada daging kambing yang direndam dalam ekstrak nanas adalah 46,95% dan ini lebih tinggi dibandingkan daging yang tidak direndam serta yang direndam dalam ekstrak jahe dan pepaya. Rata-rata daya ikat air (DIA) daging kambing dengan perendaman ekstrak pepaya mencapai 45,51%. Angka rata-rata DIA dengan perendaman ekstrak nanas sebesar 46,95%. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak buah nanas lebih unggul dalam mengikat air dalam daging dibandingkan dengan kontrol yang mempunyai nilai 44,23%, ekstrak jahe dengan 45,28%, dan ekstrak pepaya dengan 45,51%.

Hasil penelitian Wibawadi *et al.* (2024) yang melibatkan perendaman dalam ekstrak jahe, nanas, dan pepaya mengindikasikan bahwa daging kambing dari proses ketiga metode perendaman tersebut menunjukkan perbedaan yang signifikan. Rata-rata nilai susut masak daging kambing yang direndam dalam ekstrak jahe sebesar 43,66%,

sedangkan untuk ekstrak pepaya mencapai 42,39%. Perendaman ekstrak jahe pada daging belum berhasil menurunkan susut masak daging kambing. Namun, dengan menggunakan ekstrak nanas dan pepaya berhasil mengurangi susut masak pada daging kambing. Nilai terkecil yang diperoleh adalah sebesar 40,82% pada perendaman ekstrak nanas.

Kesimpulan

Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan enzim protease dari berbagai sumber tanaman, seperti *bromelin* (nanas), *papain* (pepaya), dan *zingibain* (jahe), efektif dalam meningkatkan kemampuan daging dari berbagai jenis ternak. Peningkatan konsumsi daging di Indonesia mendorong pentingnya kualitas daging, terutama dari segi tekstur. Berdasarkan analisis literatur, metode marinasi dengan enzim protease memberikan hasil yang bervariasi tergantung pada jenis daging, konsentrasi enzim, dan lama perendaman.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih atas hibah penelitian yang disediakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman melalui Skema Riset Peningkatan Kompetensi (nomor hibah B676/UN23.18/PT.01.05/2025).

Daftar Pustaka

- Almeida, V. M., & Marana, S. R. (2019). Optimum temperature may be a misleading parameter in enzyme characterization and application. *PloS one*, 14(2), e0212977.
- Annisa, N. A. (2024). Penggunaan Sari Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Untuk Peningkatan Kualitas Daging Ayam Petelur Afkir. *Jurnal Peternakan Sabana*, 3(2), 69-75.
- Barus, E. C. B., Mega, O., & Sulaksana, I. (2025). Penilaian sifat fisik daging kerbau dengan variasi lama perendaman dalam ekstrak bonggol nanas: Evaluation of physical properties of buffalo meat by varying the length of marination in pineapple pith extract. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 28(1), 62-71. doi:10.22437/jiip.v28i1.36471.
- Berky, M. R. F. 2024. Uji Fisik Daging Domba Dimarinasi Dengan Ekstrak Bunga Kecombrang. *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 3:2427–2434. Available from: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- Chinn, P. L. (2021). The traditional literature review. *Nurse Author & Editor*, 31(3-4), 62-64.
- Dzulqaidah, I., Zanuba, R. B., Alwi, A. S. F., Salsabila, A. R. P., Mursidi, S., & Muliastari, H. (2021). Ekstraksi dan uji aktivitas enzim bromelin kasar dari buah nanas. *Journal of Agritechology and Food Processing*, 1(2), 80-84.
- Fathurrohman, M. A., Ariana, I. N. T., & Miwada, I. N. S. (2022). Masa simpan daging broiler pasca-pemeliharaan di dalam closed house ditinjau dari aspek kualitas kimia-fisik. *Journal of Tropical Animal Science*, 10(2), 308-320.
- Milatina, N. I., Sari, E. A., Rahayu, J., & Rokhmah, L. N. (2025). Efektivitas Enzim Protease Lokal (Papaya Hawaii dan Nanas Subang) terhadap Keempukan dan Warna Daging pada Suhu Penyimpanan Berbeda. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS* (Vol. 9, No. 1).
- Mohamed, T. H. A., & Sumarmono, J. (2023). Aplikasi protease asal tanaman pada pengempukan daging. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP)* (Vol. 10, pp. 143-148).
- Mohd Azmi, S. I., Kumar, P., Sharma, N., Sazili, A. Q., Lee, S. J., & Ismail-Fitry, M. R. (2023). Application of plant proteases in meat tenderization: Recent trends and future prospects. *Foods*, 12(6), 1336. doi:10.3390/foods12061336.
- Novita, R., Sadjadi, S., Karyono, T., & Mulyono, R. (2019). Level ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dan lama perendaman terhadap kualitas daging itik afkir. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 21(2), 143-153. doi:10.25077/jpi.21.2.143-153.2019.
- Pratama, R. A., Alsuheindra, A., & Ridawati, R. (2024). Pengaruh Marinasi Kulit Pisang Pada Olahan Daging Sapi Terhadap Kualitas Fisik dan Daya Terima Konsumen. *Garina*, 16(1), 179-192. doi:10.69697/garina.v16i1.113.
- Pratiwi, O. N., Suharyanto, S., & Warnoto, W. (2021). Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Pepes Daging Itik Petelur Afkir yang Dilumuri Bubuk Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Buletin Peternakan Tropis (Bulletin of Tropical Animal Science)*, 2(2). 131–140. doi:10.31186/bpt.2.2.131-141.
- Prihatini, I., & Dewi, R. K. (2021). Kandungan enzim papain pada pepaya (*Carica papaya* L) terhadap metabolisme tubuh. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 449-458. doi:10.21154/jtii.v1i3.312.
- Raharjo, Y. C. (2005). Prospek, Peluang, dan Tantangan Agribisnis Ternak Kelinci. *Dalam: Lokakarya Nasional*

Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Kelinci. 6–15.

- Ramlah, R., Yulianto, W., Fahrullah, F., & Karni, I. (2025). Pengaruh Penggunaan Daun Nangka (*Arthocarpus heterophyllus*) Sebagai Pengempuk Daging Terhadap Sifat Fisik Daging Ayam Kampung Super. *i-SAPI Journal: Integrated and Sustainable Animal Production Innovation*, 1(4), 13-18.
- Triana, A., & Aminuddin, A. (2025). Potensi Sari Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) sebagai Bahan Pengempuk pada Daging Itik Afkir. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 8:47-54.
- Sena, B. A., Saili, T., & Hafid, H. (2024). Pengaruh Marinasi Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga* L.) dengan Level Berbeda Terhadap Kualitas Organoleptik Daging Ayam Petelur Afkir. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halo Oleo*, 6(3), 182-187. doi:10.56625/jipho.v6i3.16.
- Simanjuntak, T. M. S., Rembet, G. D. G., Sondakh, E. H. B., & Maaruf, W. (2022). Kualitas fisik daging sapi di pasar tradisional dan pasar modern Kota Manado. *Zootec*, 42(1), 81-86. doi:10.35792/zot.42.1.2022.41163.
- Sine, Y., & Soetarto, E. (2020). Kualitas Tempe Gude (*Cajanus cajan* (L) Millps.) Berdasarkan Karakteristik Morfologi Dan Lama Waktu Fermentasi. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 3(3), 96-102. doi:10.33323/indigenous.v3i3.167.
- Solihin, N. M. (2024). Peningkatan Kualitas Daging Ayam Ras Petelur Afkir Melalui Marinasi Sari Daun Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Peternakan Sabana*, 3(2), 76-82.
- Wibawadi, P. A. R., A. H. D. Rahardjo, and A. Setyaningrum. 2024. Pengaruh Efektivitas Kerja Enzim Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe), Nanas (*Ananas comosus*), dan Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Sifat Fisik Daging Kambing. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP)* (Vol. 11, pp. 47-53).
- Wijiniindyah, A., Gaol, S. E. L., Pujiastuti, A., & Prayuda, F. G. (2024). Efek marinasi limbah kulit nanas dan jahe terhadap kualitas daging sapi. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 7, 15-20. doi:10.30595/pspfs.v7i.1193.