



Pengaruh Lama Pembekuan terhadap Sifat Fisik Daging Kuda Lokal

Ayu Lestari*, Rezki Anugrah Putra

Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

*ayu.lestari@uin-alauddin.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima 11 Mei 2025

Hasil revisi diterima 10 Juni 2025

Accepted 10 Juni 2025

Diterbitkan 14 Juni 2025

Kata-kata kunci:

Daging;

Kuda;

Lama pembekuan;

Sifat fisik;

DOI: 10.47030/trolija.v5i1.929

ABSTRAK

Penelitian mengenai daging kuda lokal masih terbatas khususnya terhadap kualitas fisik daging kuda setelah pembekuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama pembekuan terhadap kualitas fisik daging kuda, yakni pada parameter daya ikat air, susut masak, daya putus daging, dan pH. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan lama pembekuan daging kuda dalam penelitian ini yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Data diolah dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) *one way*, apabila hasil yang diperoleh signifikan, maka dilakukan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan nyata antara daya putus daging pada daging yang dibekukan hingga hari ke-21 dibandingkan dengan daging yang dibekukan 28 hari. Persentase daya ikat air tidak berbeda nyata antar perlakuan. Terdapat perbedaan yang signifikan antara pH pada lama pembekuan 21 hari dan lama pembekuan 28 hari. Persentase susut masak kuda menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan pembekuan daging. Lama pembekuan daging kuda yang ideal untuk mempertahankan kelembapan atau daya putus daging yang terbaik dan kestabilan sifat fisik lain seperti daya ikat air, susut masak, dan pH adalah selama 21 hari. Pembekuan yang lebih lama yakni 28 hari cenderung menghasilkan daging yang lebih alot dengan pH yang lebih tinggi. Penelitian lanjutan mengenai pengaruh suhu pembekuan dan metode thawing atau pencairan kembali daging kuda yang telah dibekukan dapat dilakukan guna mendukung penelitian yang sudah dilakukan.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 May 2025

Received in revised from 10 June 2025

Accepted 10 June 2025

Available online 14 June 2025

ABSTRACT

Research on local horse meat is still limited, especially on the physical quality of horse meat after freezing. This study aims to examine the effect of freezing time on the physical quality of horse meat, namely on the parameters of water holding capacity, cooking loss, meat breaking strength, and pH. The study design used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatment of horse meat freezing time in this study was 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days.

Key words:
Freezing time;
Horse;
Meat;
Physical attribution;

DOI: 10.47030/trolj.v5i1.929

Data were processed using one-way Analysis of Variance (ANOVA), if the results obtained were significant, then the Tukey test was carried out. The results showed a significant difference between the meat breaking strength of meat frozen until the 21st day compared to meat frozen for 28 days. The percentage of water holding capacity was not significantly different between treatments. There was a significant difference between pH at a freezing time of 21 days and a freezing time of 28 days. The percentage of horse cooking loss showed that there was no significant difference between meat freezing treatments. The ideal freezing time for horse meat to maintain the best tenderness or breaking strength of the meat and the stability of other physical properties such as water holding capacity, cooking loss and pH is 21 days. Longer freezing, namely 28 days, tends to produce tougher meat with a higher pH. Further research regarding the influence of freezing temperature and thawing methods or re-thawing frozen horse meat can be carried out to support the research that has been carried out.

PENDAHULUAN

Daging kuda merupakan produk hasil ternak yang dapat menjadi pilihan bagi masyarakat sebagai sumber protein hewani. Di beberapa daerah, daging kuda sudah dikonsumsi secara luas meskipun menurut Pramudya *et al.* (2024) daging kuda tidak sepopuler daging sapi di masyarakat karena teksturnya yang lebih alot dan warna kurang menarik. Penyebabnya adalah kuda umumnya dimanfaatkan sebagai hewan pekerja dan disembelih ketika afkir sehingga ototnya memiliki jaringan ikat yang relatif banyak dan menyebabkan keempukan yang lebih rendah dibanding daging sapi.

Daging kuda memiliki citarasa yang agak manis, cukup empuk, rendah lemak dan berprotein tinggi sehingga sangat baik untuk dijadikan sebagai sumber protein karena mengandung asam amino esensial yang berguna dalam pembentukan antibodi dan juga berperan untuk pembentukan sel dan jaringan (Sihite *et al.*, 2018). Dari segi kualitas, daging kuda memiliki keunggulan tersendiri, dimana kandungan lemaknya hanya 4,1% dibandingkan dengan daging sapi yakni 14,0%, sedangkan kandungan proteinnya hampir sama, yaitu daging kuda memiliki 18,1% sedangkan daging sapi memiliki 18,8%. Nilai ini lebih tinggi dari daging kambing yang hanya 16,6% dengan kandungan lemak 9,2%

(Nursamsi *et al.*, 2022). Selain itu daging kuda memiliki rasa yang khas karena rasa dagingnya seperti perpaduan antara daging sapi dan rusa serta serat daging yang banyak dan rasa daging yang manis (Hotabilatdur *et al.*, 2013).

Kandungan nutrisi yang tinggi pada daging menjadi media pertumbuhan yang baik bagi mikroorganisme. Tingginya protein, vitamin, dan mineral serta adanya kandungan air yang tinggi merupakan media pertumbuhan ideal bagi bakteri patogen yang membahayakan kesehatan (Al Ghani *et al.*, 2022). Pembekuan daging bertujuan untuk menghambat perkembangbiakan mikroorganisme yang dapat menurunkan kualitas daging dan mempengaruhi masa simpannya. Pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah temperatur (Vera *et al.*, 2021). Di sisi lain, pembekuan diduga menyebabkan penurunan kualitas daging karena kerusakan mekanik pada struktur otot karena adanya kristal es yang terbentuk selama proses pembekuan yang berdampak pada beberapa cacat fisik. Seperti peningkatan susut daging dan kualitas lainnya (Rehman *et al.*, 2024). Pembekuan daging kuda bertujuan untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitasnya. Sehingga daging kuda dapat didistribusikan lebih luas tanpa

menurunkan kualitasnya serta dapat disimpan lebih lama apabila membutuhkan persediaan daging. Menurut Ernawati *et al.* (2018), proses pembekuan daging dapat menghambat pertumbuhan mikroba, proses hidrolisis, lipolitik, hingga proteolitik dan oksidatif pada daging. Pembekuan pun dapat mempengaruhi parameter seperti kadar air, proses denaturasi protein, warna, pH, keempukan daging, kehilangan cairan, tekstur hingga struktur daging tersebut.

Penelitian mengenai teknologi dan kualitas pascapanen daging kuda masih sangat terbatas khususnya yang membahas kualitas fisik daging kuda setelah pembekuan dengan variasi lama pembekuan yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pembekuan terhadap kualitas fisik daging kuda, dengan fokus pada parameter daya mengikat air, susut masak, daya putus daging, dan potensial hidrogen (pH). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengetahuan tentang kualitas daging kuda, pengembangan teknologi pascapanen daging kuda, serta mendukung peningkatan konsumsi dan pemasaran produk daging kuda di Indonesia.

METODE

Materi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daging kuda lokal Jeneponto dan Sumbawa segar yang diperoleh dari tempat pemotongan hewan kuda, alat pengaduk, *blender* Miyako, *CD shear force*, *filter paper press* Watchman 42, *freezer*, garpu, kompor gas Rinai, panci, penyaring, *stopwatch*, gelas ukur 500 ml, label merek T&J, pisau dapur, pH meter, termometer, timbangan analitik, wadah, dan *waterbath* Memmert.

Prosedur Penelitian

Daging kuda segar bagian *Longissimus dorsi* ditimbang sebanyak 1 kg untuk tiap

perlakuan. Masing-masing sampel perlakuan disimpan di plastik khusus makanan merek Bagus dan dibekukan kemudian untuk pengujian dilakukan proses *thawing* dengan air yang steril selama 60-90 menit.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola searah. Penelitian dilakukan dengan 4 perlakuan dan ulangan setiap perlakuan sebanyak 3 kali sehingga total terdapat 12 sampel pada penelitian ini. Adapun perlakuan (P) lama pembekuan daging kuda dalam penelitian ini yakni:

P1 = pembekuan 7 hari

P2 = pembekuan 14 hari

P3 = pembekuan 21 hari

P4 = pembekuan 28 hari

Parameter Penelitian

Keempukan Daging

Pengukuran keempukan yakni dengan metode daya putus daging yang dinyatakan dalam satuan kg/cm^2 menggunakan alat *CD-Shear Force*. Sampel yang telah dimasak, dipotong sepanjang lalu dimasukkan pada lubang *CD Shear Force*. Selanjutnya sampel dipotong tegak lurus dengan serat daging. Ukuran sampel sesuai Suryati *et al.*, (2008) yakni diameter 1,27 cm searah serabut daging dengan panjang 3-5 cm. Daging yang telah dibekukan terlebih dahulu dimasak pada suhu 80 °C selama 60 menit kemudian dilakukan pengujian. Semakin rendah nilai daya putus daging, menunjukkan daging tersebut semakin empuk, sebaliknya semakin tinggi nilai daya putus daging maka semakin alot.

Daya Ikat Air

Pengujian daya ikat air daging dilakukan dengan menggunakan sampel sebanyak 0,3 gram sampel yang diletakkan di antara plat kaca yang telah dengan dilapisi kertas saring sebelumnya. Sampel daging ditekan pada plat kaca hingga tekanan 35 kg/m^2 selama 5 menit. Luas area yang terbentuk diukur menggunakan

kertas *milimeter block*. Daya ikat air dihitung dengan rumus berikut sesuai metode Agung *et al.* (2021):

$$\frac{\text{Luas Area Daging}}{\text{Luas Area Total}} \times 100$$

Susut Masak

Pengukuran susut masak dilakukan sampel sebanyak 20 gr dimasak menggunakan *waterbath* selama 15 menit dengan suhu 70 °C. Setelah perebusan selesai, sampel dikeluarkan dan didinginkan lalu selanjutnya sampel ditimbang. Susut masak menurut Harsita *et al.*, (2024) dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Berat sebelum dimasak} - \text{Berat setelah dimasak}}{\text{Berat sebelum dimasak}} \times 100$$

Nilai pH Daging

Metode pengujian pH dilakukan dengan cara sampel daging ditambah aquades dihaluskan dengan *blender* kemudian disaring dengan kertas saring. *Filtrat* yang diperoleh kemudian diukur pH nya dengan menggunakan pH meter elektrik.

Analisis Penelitian

Data yang diperoleh diolah dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) *one way* untuk mengetahui apakah ada perbedaan tingkat pengaruh perlakuan yang diberikan, apabila hasil yang diperoleh signifikan, maka dilakukan uji lanjutan yakni uji lanjut Tukey untuk melihat perbedaan antar masing-masing perlakuan lama pembekuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keempukan Daging

Keempukan daging dapat diukur dengan berbagai metode. Salah satu cara yang paling konsisten hasilnya dan berkorelasi erat yakni daya putus daging. Menurut Suryati *et al.*, (2008), daya putus daging menunjukkan kealotan miofibrilar, indikasi kekuatan jaringan ikat otot, dan sensitivitas terhadap kehilangan cairan pada daging. Satuan daya putus daging sudah umum dijadikan ukuran keempukan daging.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata daya putus daging yang paling rendah terdapat pada pembekuan hari ke-21 yakni sebesar 4,87 kg/cm² yang berarti daging kuda yang telah dibekukan berada di dalam kondisi paling empuk pada lama pembekuan ini. Hal ini menunjukkan bahwa pembekuan selama 21 hari berpengaruh signifikan terhadap daya putus daging dan mempengaruhi keempukan daging kuda lokal yang diteliti. Sedangkan daya putus daging tertinggi terdapat pada daging kuda yang telah dibekukan hingga hari ke-28 yakni sebesar 18,73 kg/cm² yang berarti daging kuda yang telah dibekukan berada pada kondisi paling tidak empuk. Berdasarkan hasil uji Tukey, ditemukan perbedaan yang nyata antara daya putus daging yang menjadi penanda keempukan pada daging yang dibekukan hingga hari ke-21 dibandingkan dengan daging yang dibekukan 28 hari. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rataan kualitas fisik daging kuda yang telah dibekukan

Parameter	Lama Pembekuan				Rataan	Sig.
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari		
Daya putus daging (kg/cm ²)	12,90±5,24 ^{ab}	10,07±4,37 ^{abc}	4,87±3,52 ^a	18,73±2,52 ^b	11,64±6,26	0,018*
Daya ikat air (%)	37,67±1,52	39,33±5,13	35,00±7,81	34,33±6,65	36,58±5,37	0,701
Susut masak (%)	21,67±2,89	23,33±2,89	15,00±5,00	18,33±2,89	19,58±4,50	0,080
pH	5,92±0,06 ^a	5,92±0,19 ^{ab}	5,89±0,08 ^{abc}	6,42±0,16 ^b	6,04±0,26	0,004*

Keterangan: *Beda nyata pada taraf 0,05 (P<0,05).

Tabel 2. Hasil uji lanjut (uji Tukey) daya putus daging kuda yang telah dibekukan

(I) Lama Pembekuan	(J) Lama Pembekuan	Selisih Rata-Rata (I-J)	Std. Error	Sig.
7 hari	14 hari	2,83333	3,29747	0,825
	21 hari	8,03333	3,29747	0,147
	28 hari	-5,83333	3,29747	0,353
14 hari	7 hari	-2,83333	3,29747	0,825
	21 hari	5,20000	3,29747	0,441
	28 hari	-8,66667	3,29747	0,112
21 hari	7 hari	-8,03333	3,29747	0,147
	14 hari	-5,20000	3,29747	0,441
	28 hari	-13.86667*	3,29747	0,013*
28 hari	7 hari	5,83333	3,29747	0,353
	14 hari	8,66667	3,29747	0,112
	21 hari	13.86667*	3,29747	0,013*

Keterangan: *Beda nyata pada taraf 0,05 ($P < 0.05$).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan pembekuan daging kuda hingga 21 hari dapat memecah struktur otot yang cukup untuk menurunkan kealotan daging akibat kristalisasi es dan aktivitas protease endogen yang menyebabkan proteolisis atau kerusakan protein otot. Namun jika dilanjutkan dengan perlakuan pembekuan yang lebih lama dari 21 hari dapat menyebabkan penumpukan kerusakan fisik otot daging kuda dan menghasilkan daging yang lebih alot. Sesuai dengan pernyataan dari Aroeira *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa pembekuan dapat berkontribusi pada keempukan daging pada pekan-pekan pertama. Ditambahkan oleh Dang *et al.* (2021) lama waktu pembekuan dapat meningkatkan keempukan namun memberikan efek negatif kepada sifat fisik lainnya yang tergantung pada ukuran dan distribusi kristal es yang terbentuk.

Daya Ikat Air

Persentase daya ikat air pada daging kuda yang telah dibekukan tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan. Stabilitas nilai daya ikat air ini diduga karena komposisi otot daging kuda yang lebih padat dan rendah lemak dibanding daging dari ternak jenis lainnya. Meskipun terlihat pada data yang diperoleh bahwa rata-rata daya ikat air

menurun dan paling rendah di perlakuan yang paling lama yakni pembekuan selama 28 hari. Hasil pengukuran daya ikat air menunjukkan nilai 33,39% pada pembekuan selama 14 hari dan terendah sebesar 34,33% pada pembekuan selama 28 hari. Hasil penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Moniaga *et al.* (2023) di mana daya ikat air daging sapi beku yang telah dibekukan selama 7 hari sebesar 16,36%. Daya ikat air daging yang normal berada pada kisaran antara 20%-60%.

Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Astuti (2012) bahwa kecenderungan kadar air yang semakin rendah pada penyimpanan beku yang lebih lama disebabkan semakin banyak cairan yang keluar dari daging (*drip*). Hal ini adalah efek dari kandungan protein. Protein merupakan komponen utama pada daging yang berfungsi menahan air. Penyimpanan yang akan mengubah struktur protein seiring dengan lama waktu yang digunakan sehingga kemampuan daging untuk mengikat cairan juga semakin lemah. Menurut Leygonie *et al.* (2012) daya ikat air berkaitan dengan kerusakan jaringan otot beserta perubahan atau kerusakan/denaturasi protein pada daging, dimana ditandai dengan kandungan cairan yang hilang terdiri atas protein sarkoplasmik.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut (Uji Tukey) pH Daging Kuda yang Telah Dibekukan

(I) Lama Pembekuan	(J) Lama Pembekuan	Selisih Rata-rata (I-J)	Std. Error	Sig.
7 hari	14 hari	-0,00333	0,11128	1,000
	21 hari	0,03333	0,11128	0,990
	28 hari	-0,50333*	0,11128	0,008
14 hari	7 hari	0,00333	0,11128	1,000
	21 hari	0,03667	0,11128	0,987
	28 hari	-0,50000*	0,11128	0,009
21 hari	7 hari	-0,03333	0,11128	0,990
	14 hari	-0,03667	0,11128	0,987
	28 hari	-0,53667*	0,11128	0,006
28 hari	7 hari	0,50333*	0,11128	0,008
	14 hari	0,50000*	0,11128	0,009
	21 hari	0,53667*	0,11128	0,006

Keterangan: *Beda nyata pada taraf 0,05 ($P < 0.05$).

Susut Masak

Semakin rendah daya ikat air, maka persentase susut masak akan semakin tinggi. Susut masak yang tinggi dapat menjadi indikasi kualitas fisik daging yang menurun karena kandungan air di dalam daging ini yang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi keempukan (Zahro *et al.*, 2021). Berdasarkan Im *et al.* (2024), kandungan air di dalam daging mencapai 75% yang terdiri atas air terikat, air terperangkap dan air bebas. Sementara air terperangkap dan air bebas yang merupakan bahan untuk reaksi biokimia di dalam daging sangat mudah beku dan membentuk kristal es, air terikat tidak mengalami pembekuan.

Penelitian ini menunjukkan nilai susut masak daging kuda tidak berbeda secara signifikan antar perlakuan pembekuan daging. Hal ini disebabkan tidak adanya perbedaan signifikan pada daya ikat air antar perlakuan pembekuan daging kuda lokal. Susut masak terendah ada pada perlakuan pembekuan selama 21 hari yakni 15% dengan rata-rata susut masak seluruh perlakuan adalah 19,58 %. Menurut Leygonie *et al.* (2012) selama pembekuan, air yang ada di dalam jaringan otot akan membentuk kristal es dan dapat merusak struktur jaringan seluler daging.

Kerusakan ini yang menyebabkan mudah hilangnya cairan yang dikandung oleh daging saat pemasakan yang dikenal sebagai susut masak atau *cooking loss*. Meskipun demikian dilaporkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara persentase susut masak daging segar dan daging beku.

pH Daging

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH daging kuda yang telah dibekukan stabil di lama pembekuan 7 dan 14 hari yakni 5,92 lalu menurun sedikit di hari ke-21 yakni sebesar 5,89 namun meningkat tajam di hari ke-28 yakni 6,42. Terdapat perbedaan yang signifikan antara pH pada lama pembekuan 21 hari dan lama pembekuan 28 hari seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil penelitian pada daging sapi, pH daging beku rata-rata 5,44 sedangkan daging sapi segar memiliki pH rata-rata 5,45. Rentang pH yang dikategorikan baik pada daging adalah antara 5,1 – 6,1 Nilai pH daging kuda beku di penelitian ini dikategorikan masih baik pada hari ke-7 hingga hari ke-21 yakni antara 5,1 sampai 6,1 sesuai pendapat Ernawati *et al.* (2018) namun peningkatan pH yang terjadi di hari ke-28 yakni sebesar 6,42 ini karena pada penyimpanan yang terlalu lama, terjadi degradasi asam laktat dan

kehilangan keasaman relatif. Selain itu adanya zat amina dan amonia sebagai produk dari proteolisis juga turut berkontribusi pada kondisi tersebut. Hal ini sesuai dengan penemuan Lakehal *et al.* (2021) dimana daging sapi yang dibekukan lebih lama mengalami peningkatan pH. Meskipun tidak diteliti lebih lanjut, namun diduga kuat hasil hidrolisis amina proteolitik yakni asam amino bebas, ammonia, dan sulfida organik yang berkontribusi dalam peningkatan pH daging beku yang disimpan lebih lama.

KESIMPULAN

Lama pembekuan daging kuda yang ideal untuk mempertahankan keempukan atau daya putus daging yang terbaik dan kestabilan sifat fisik lain daya ikat air, susut masak, dan pH adalah selama 21 hari. Pembekuan yang lebih lama yakni 28 hari cenderung menghasilkan daging yang lebih alot dengan pH yang lebih tinggi sehingga dapat menurunkan daya simpan maupun kualitas daging kuda secara organoleptik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, M., Fitriyaningsih, A., & Hafid, H. (2021). pH, daya ikat air dan susut masak daging sapi setelah diberi jus kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr). Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo, 3(1), 12–18.
- Al Ghani, Y. A., Puspitarini, O. R., & Retnaningtyas, I. D. (2022). Pengaruh metode thawing dan lama thawing terhadap nilai pH dan susut masak daging beku bebek hibrida. Jurnal Dinamika Rekasatwa, 5(3), 310–320.
- Aroeira, C. N., Torres Filho, R. A., Fontes, P. R., Gomide, L. A. M., Ramos, A. L. S., Ladeira, M. M., & Ramos, E. M. (2016). Freezing, thawing and aging effects on beef tenderness from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. Meat Science, 116, 118–125.
- Astuti, N. (2012). The effect of different frozen storage time on the chemical quality of beef. Jurnal AgriSains, 3(4), 13–19.
- Dang, D. S., Bastarrachea, L. J., Martini, S., & Matarneh, S. K. (2021). Crystallization behavior and quality of frozen meat. Foods, 10(11).
- Ernawati, F., Imanningsih, N., Nurjanah, N., Sahara, E., Sundari, D., Arifin, A. Y., & Prihatini, M. (2018). Nilai pH dan kualitas zat gizi makro daging beku, dingin, dan segar pada pasar tradisional dan pasar swalayan. Penelitian Gizi dan Makanan, 41(1), 21–30.
- Harsita, P. A., Herlina, H., & Najah, S. (2024). Daya ikat air, keempukan, kadar abu, dan susut masak naget ayam KUB dengan penambahan tepung daun kelor. Jurnal Peternakan, 21(2), 224–237.
- Hotabilatdur, W. L., Supriana, T., & Salmiah, S. (2013). Beberapa Faktor yang Mempengaruhi permintaan daging kuda (Kasus: Kecamatan Doloksanggul, Kabupaten Humbang Hasundutan). Journal of Agriculture and Agribusiness Socioeconomics, 2(4), 1-10.
- Im, C., Song, S., Cheng, H., Park, J., & Kim, G. D. (2024). Assessing individual muscle characteristics to enhance frozen-thawed meat quality. Food Science of Animal Resources, 44(4), 758–778.
- Lakehal, S., Bennoune, O., & Ayachi, A. (2021). Investigation of the physico-chemical and microstructure changes of beef meat during frozen storage at -23°C. Meat Technology, 62(2), 121–129.
- Leygonie, C., Britz, T. J., & Hoffman, L. C.

- (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat Science*, 91(2), 93–98.
- Moniaga, C. A., Sriyani, L. P., & Sumardani, N. L. G. (2023). Kualitas fisik daging sapi bali segar, dingin, beku. *Jurnal Peternakan Tropika*, 11(2), 386–396.
- Nursamsi, N., Siregar, A. R., & Munir, A. R. (2022). Analysis of household consumer preferences based on horse meat attributes in determining purchases at traditional markets in Jeneponto Regency. *Hasanuddin Journal of Animal Science*, 4(1), 7–19.
- Pramudya, D. Y., Ulfah, T., Akhdiat, T., Adiputra, R., & Hariadi, H. (2024). Imbangan enzim papain dengan nitrit terhadap kualitas fisik (keempukan, warna dan ph) daging kuda. *Jurnal Triton*, 15(1), 131–139.
- Rehman, S. U., Seo, J. K., Romanyk, M., Shin, D. J., & Kim, Y. H. B. (2024). Impacts of stepwise aging/freezing process and repeated freezing on meat quality, physicochemical and biochemical properties, and sensory attributes of beef loins. *Meat and Muscle Biology*, 8(1).
- Sihite, I., Kadarsih, S., & Dwatmadji, D. (2018). Faktor yang mempengaruhi konsumsi daging kuda pada rumah tangga di Kecamatan Doloksanggul Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatera Utara. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(3), 303–309.
- Suryati, T., Arief, I., & Polii, B. (2008). Korelasi dan kategori keempukan daging berdasarkan hasil pengujian menggunakan alat dan panelis. *Animal Production*, 10, 188–193.
- Vera, N., Haris, M. I., & Wibowo, A. (2021). Efek pencairan daging dengan berbagai metode thawing terhadap karakteristik kualitas daging sapi beku. *Jurnal Peternakan*, 4(1), 6–21.
- Zahro, S. F., Fitrah, K. A., Prakoso, S. A. ., & Purnamasari, L. (2021). Pengaruh pelayuan terhadap daya simpan dan keempukan daging. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23(3), 235.