

REVIEW: APLIKASI PROTEASE ASAL TANAMAN PADA PENGEMPUKAN DAGING

Tasnim Hunin Abdelwhab Mohamed* dan Juni Sumarmono

Program Doktor Pascasarjana, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*Email korespondensi: tasnimhunin1990@gmail.com

Abstrak. Keempukan daging merupakan atribut penting yang secara signifikan mempengaruhi kepuasan dan penerimaan konsumen. Oleh karena itu, produksi daging yang empuk diperlukan untuk mempertahankan kepercayaan konsumen terhadap daging merah, bersaing dengan jenis daging lain yang secara intrinsik tidak memiliki masalah kealotan (misalnya unggas). Keempukan daging tergantung pada berbagai faktor sebelum dan sesudah pemotongan. Faktor utama yang mempengaruhi kealotan daging adalah jaringan ikat terutama kolagen, dan protein myofibrillar yaitu myosin, dan aktin. Oleh karena itu, teknik pengempukan daging bertujuan untuk melemahkan struktur jaringan ikat dan melonggarkan struktur protein miofibril. Protease tanaman, termasuk protease sistein, protease serin, dan protease aspartat, telah diidentifikasi dan diisolasi dari berbagai sumber tanaman seperti nanas, buah kiwi, ara, dan pepaya. Protease adalah pengempuk alami. Perlakuan dengan protease adalah metode efisien untuk pengempukan daging karena dapat memecah protein struktural dalam jaringan ikat sehingga meningkatkan keempukan. Selain itu, menambahkan protease tanaman ke dalam daging dapat meningkatkan keempukan tanpa mempengaruhi atribut sensorik lainnya seperti rasa dan *juiciness*. Protease tanaman merupakan pengempuk daging yang inovatif dan berkelanjutan guna memenuhi permintaan yang terus meningkat akan produk daging berkualitas tinggi.

Kata kunci: pengempukan, protease tanaman, miofibril

Abstract. Meat tenderness is a crucial attribute that significantly influences consumer satisfaction and acceptance. Thus, the production of consistently tender meat is required to retain consumer confidence in red meat, competing with other types of meat that intrinsically do not have toughness problems (such as poultry). The tenderness of meat depends on various pre-and post-slaughter factors. The main factors affecting meat's toughness are the connective tissues, primarily collagen, and the myofibrillar proteins, myosin, and actin. Therefore, meat tenderization efforts weaken the connective tissue structure and loosen the myofiber protein structure. Much of the advancements occurred in the methods employed for meat tenderization, including protease enzymes. Plant proteases, including cysteine proteases, serine proteases, and aspartic proteases, have been identified and isolated from various plant sources such as pineapple, kiwifruit, fig, and papaya. It is a natural tenderizer relevant for consumers concerning nutritional and healthy properties. Protease treatment is an efficient method used for meat tenderization due to playing an essential role in degrading the structural proteins in the connective tissues to reduce meat's toughness, thus improving tenderness. Furthermore, adding plant proteases to meat systems has enhanced tenderness without adversely affecting other sensory attributes, such as flavor and juiciness. Lastly, plant proteases can contribute to developing innovative and sustainable meat tenderization strategies, catering to the growing demand for high-quality meat products.

Keywords: tenderization, plant proteases, myofibril

Pendahuluan

Keempukan (*tenderness*) daging merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keputusan konsumen untuk membeli daging. Dari semua parameter sensorik, seperti penampilan, *juiciness*, kepahitan, rasa, dan rasa, keempukan memainkan peran penting. Keempukan dinilai sebagai atribut sensorik yang menentukan yang secara langsung mempengaruhi palatabilitas daging (Madhusankha dan Thilakarathna, 2021). Keempukan adalah salah satu parameter kualitas daging yang paling penting dalam persepsi konsumen (Amin et al., 2014). Dalam proses pengempukan, protein struktural daging dan kolagen didegradasi sehingga mengurangi kealotan daging (Akhlaghi dan Najafpour-Darzi, 2023). Beberapa faktor berkontribusi terhadap keempukan daging, yang meliputi faktor sebelum dan sesudah penyembelihan, termasuk potongan daging, umur dan jenis hewan, pakan, dan metode memasak. Produksi daging sapi yang empuk secara konsisten diperlukan untuk mempertahankan

kepercayaan konsumen terhadap daging merah, yang bersaing dengan jenis daging lain yang secara intrinsik tidak memiliki masalah kealotan (misalnya unggas), dan untuk memaksimalkan keuntungan finansial karena potongan daging empuk dihargai lebih tinggi daripada potongan daging yang kurang empuk (Bekhit et al., 2014). Penggunaan enzim protease eksternal untuk meningkatkan keempukan daging merupakan terobosan yang menarik, dengan maksud untuk produksi daging empuk yang konsisten dan nilai tambah pada potongan daging tingkat rendah (Bekhit et al., 2014). Pengempukan otot selama pelayuan dihasilkan dari degradasi proteolitik miofibril dan komponen terkait oleh protease internal yang ada pada otot. Proses pengempukan daging bersifat multi enzimatik dan melibatkan banyak enzim proteolitik internal yang bekerja secara sinergis (Amin et al., 2014) Beberapa protease tanaman, seperti papain, bromelain, ficin, actinidin, dan zingibain, serta proteolitik yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat mengempukan daging secara terkontrol. Keberhasilan penggunaan protease tanaman dalam daging segar membutuhkan pengetahuan kinetika enzim dan pemahaman tentang dampak dari kondisi lingkungan seperti pH dan suhu pada fungsi enzim. Kondisi yang optimal diperlukan untuk mengurangi dampak negatif pada karakteristik kualitas daging lainnya (Bekhit et al., 2014).

Pengempukan Daging

Konsep pengempukan terutama berlaku untuk daging merah karena tingkat kealotan yang tinggi (daging sapi, kambing, kerbau, dan domba). Pengempukan tidak terlalu diperlukan pada daging putih seperti ayam dan ikan (Madhusankha dan Thilakarathna, 2021). Beberapa otot memiliki palatabilitas yang rendah karena protein myofibrillar, sementara otot lain karena protein jaringan ikat (Calkins dan Sullivan, 2007). Pengempukan daging sangat penting untuk potongan daging yang alot karena jaringan ikat yang banyak. Proses pengempukan yang dipengaruhi oleh intervensi sebelum dan sesudah pemotongan dimulai segera setelah kematian hewan, yang disebabkan oleh sistem proteolitik endogen pada struktur otot (Bhat et al., 2018). Pengolahan daging dengan tekanan tinggi, gelombang kejut, gelombang ultra, medan listrik berdenyut, dan peregangan otot dapat diterapkan pada daging sebelum dan sesudah rigor mortis untuk pengempukan daging. Teknologi inovatif non-termal dan termal ini dapat digunakan dengan berbagai tingkat keberhasilan, yang menyebabkan perubahan fisik pada struktur otot, peningkatan proteolisis, serta denaturasi dan kelarutan protein otot, yang mengakibatkan perubahan tekstur dan *juiciness* (Warner et al., 2017).

Konsumen daging sangat memperhatikan kualitas dan keempukan daging, oleh karena itu metode fisik dan kimia yang berbeda digunakan untuk mengempukan daging. Ada dua sumber utama enzim protease, yaitu enzim endogen yang secara alami ada dalam daging dan enzim eksogen yang ditambahkan selama marinasi atau melalui bahan-bahan tertentu. Dua komponen struktural menentukan ketangguhan daging, yaitu jaringan ikat yang terdiri dari protein struktural dan perubahan postmortem pada sarkomer (Arshad et al., 2016). Variasi keempukan daging akibat faktor genetik telah dilaporkan. Pada karkas hewan yang sama, keempukan otot dari potongan sisi kanan dan kiri dapat bervariasi, tergantung pada penanganan postmortem. Bahkan variasi keempukan juga ditemukan dalam potongan daging yang sama. Konsumen memahami perbedaan keempukan potongan daging yang berbeda dan mengaitkan perbedaan keempukan dengan harga dan metode memasak (Bekhit et al., 2014). Selain menggunakan enzim protease asal tanaman, enzim bakteri juga dapat melunakkan daging, seperti protease dari *Aspergillus sp*, *Oryza sp* dan *Bacillus sp*. Protease asal bakteri menunjukkan aktivitas hidrolitik yang lebih rendah pada protein miofibril daripada protease asal tanaman (Arshad et al., 2016). Secara keseluruhan, mekanisme pengempukan daging melibatkan

kombinasi perlakuan enzimatik, proteolitik, mekanis, dan marinasi, yang semuanya bekerja sama untuk memecah ikatan protein struktural dan jaringan ikat, menghasilkan tekstur daging yang lebih empuk dan disukai oleh konsumen.

Protease Asal Tanaman untuk Pengempukan Daging

Tabel.1. Aplikasi protease asal tanaman pada pengempukan daging

Enzim	Sampel	Perlakuan	Hasil Penting	Pustaka
	Daging unta	Papain 50 atau 100 ppm dan disimpan pada 4°C selama 4 hari.	- Perlakuan enzim 100 ppm dapat mengempukan daging unta.	(Maqsood et al., 2018).
Papain	Daging Sapi	Perlakuan dengan buah pepaya (<i>Carica papaya</i>), dengan konsentrasi yang berbeda (0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, dan 1.0%).	- Perlakuan paling optimal: 0,6%	(Akpan dan Omojola, 2015).
	Daging ayam afkir	Penyuntikan bubuk papain, dengan penyimpanan (4±1°C).	- Meningkatkan pH, myofibril dan kelarutan protein - Menurunkan WBS. - Meningkatkan flavor dan keempukan	(Bhaskar et al., 2017)
Bromelain	Daging sapi, ayam, dan cumi-cumi.	Marinasi daging dengan konsentrasi ekstrak bromelin yang berbeda dari kulit nanas selama satu jam pada suhu kamar.	- Menurunkan pH, kadar air, Daya Ikat Air dan rendemen - Penurunan ketegaran dan kealotan daging	(Ketnawa dan Rawdkuen, 2011).
	Daging dada bebek	Bromelain and larutan yang terdiri atas 92% air dingin, 6% garam, dan 2% <i>sodium tripolyphosphate</i>	- Bromelain dalam larutan marinasi dalam kondisi yang diuji tidak hemat biaya.	(Buyukyavuz, 2014).
Zingibain	Daging unta	Sampel direndam dengan konsentrasi yang berbeda selama 48 jam pada 4±1 C°.	- Peningkatan daya ikat air, rendemen dan WBS, dan kolagen. - Peningkatan penampilan, rasa, keempukan, dan <i>juiciness</i> .	(Abdeldaiem dan Hoda, 2013).
	Daging ayam afkir	Sampel pada tahap pra- atau pasca-dingin direndam dengan konsentrasi ekstrak jahe yang berbeda selama 24 jam.	- Peningkatan pH, kadar air, rendemen, daya ikat air, kelarutan kolagen dan diameter serat otot - Menurunkan WBS.	(Naveena dan Mendiratta, 2001).
Ficin	Daging ayam afkir	Perlakuan dengan ficin.	- Meningkatkan keempukan	(De Vitre dan Cunningham, 1985).
Actinidin	Daging ayam afkir	Konsentrasi actinidin 0-15%.	- Peningkatan keempukan, <i>juiciness</i> , tekstur, dan tingkat kesukaan	(Sharma et al., 2018).
	Daging ayam	Daging paha dimarinasi selama waktu yang berbeda dan disimpan pada suhu 4 ± 1 °C.	- Meningkatkan <i>chewiness</i> , lebih empuk, pH lebih rendah dan memecah jaringan ikat	(Kakash et al., 2019).

Protease asal tanaman adalah enzim pada tanaman yang bertanggung jawab untuk hidrolisis ikatan peptida protein. Enzim ini memainkan peran penting dalam berbagai proses fisiologis pada tanaman. Perlakuan dengan protease adalah metode efisien yang digunakan untuk pengempukan daging. Protease yang berbeda banyak digunakan dalam industri makanan, terutama dalam pengempukan daging, seperti bromelain, papain, ficin, dan actinidin, yang digunakan untuk degradasi secara proteolitik sehingga meningkatkan keempukan daging (Tabel 1). Protease memainkan peran penting dalam mendegradasi protein struktural dalam jaringan ikat untuk mengurangi kealotan daging, sehingga meningkatkan keempukan (Arshad et al., 2016). Protease asal tanaman adalah pengempuk alamiah yang mempengaruhi nutrisi, dan sensorik daging (Gagaoua et al., 2021).

Papain

Menurut, Amri dan Mamboya (2012), papain adalah enzim proteolitik tanaman yang termasuk pada proteinase sistein. Papain ditemukan secara alami dalam pepaya (*Carica papaya* L.), khususnya diproduksi dari lateks buah pepaya mentah. Karena efek proteolitiknya, papain digunakan dalam industri daging sebagai pengempuk (Tabel 1). Papain dapat menghidrolisis molekul protein yang lebih besar menjadi peptida dan asam amino yang lebih kecil (Arshad et al., 2016). Pepaya tumbuh di semua daerah tropis tanpa batasan musiman, dan papain tahan terhadap berbagai pH dan suhu. Permintaan ekspor yang tinggi dan prospek pemasaran papain sangat besar (Shouket et al., 2020).

Bromelain

Bromelain adalah enzim proteolitik yang diperoleh dari tanaman nanas. Bromelain memecah protein myofibrillar dan kolagen dan dapat menyebabkan tenderisasi berlebihan pada daging (Tabel 1). Bromelain sangat penting untuk pengempukan daging di industri dengan lingkungan yang terkendali dan jaminan kualitas dan kemurnian mikrobiologi. Bromelain tersedia secara komersial dalam bentuk bubuk (Arshad et al., 2016). Bromelain adalah enzim proteolitik; sering diterapkan untuk mengurangi peradangan otot dan jaringan, mengurangi bronkitis dan sinusitis, membantu pencernaan, dan meredakan gejala asam urat. Bromelain juga digunakan dalam pengempukan daging dan keperluan industri lainnya (Dubey et al., 2012). Bromelain memecah serat kolagen daging agar lebih enak. Bromelain (nanas) adalah campuran dari dua protease yang ditemukan dalam nanas dan memiliki kegunaan dalam pengobatan dan pengempukan daging (Manohar & R. Gayathri, 2016).

Zingibain

Zingibain adalah protease yang ada di rimpang jahe (*Zingiber officinale*). Berbeda dengan protease lainnya, zingibain memiliki spesifisitas lebih dalam pemecahan kolagen (Gagaoua et al., 2021) (Tabel 1). Dilaporkan oleh Akhlaghi dan Najafpour-Darzi (2023) bahwa menggabungkan zingibain dengan enzim lainnya tidak hanya meningkatkan keempukan tetapi juga dapat meningkatkan rasa dan *juiciness* daging.

Ficin

Penggunaan lateks tanaman ara atau tin (*Ficus carica*) telah dilaporkan sejak abad pertama oleh orang Yunani kuno sebagai pencahar, untuk asam urat, kusta, gigitan dari hewan beracun, dan penyakit kulit, dan juga sebagai koagulan susu. Selama berabad-abad, segala macam penyakit dianggap dapat diatasi atau disembuhkan dengan buah ara atau lateks, seperti demam, kemandulan, kusta, luka, diabetes, tumpukan, kaki retak dan meradang, dan sakit gigi (Gaughran, 1976). Ficin diproduksi dari buah ara. Enzim ficin menunjukkan aktivitas yang lebih rendah terhadap semua jenis

protein bila dibandingkan dengan papain dan bromelin, tetapi mampu melakukan degradasi kolagen (Calkins dan Sullivan, 2007) (Tabel 1).

Aktinidin

Enzim aktinidin dari buah kiwi adalah protease tanaman yang memiliki peran multifungsi dalam industri makanan, digunakan dalam susu sebagai koagulan susu dan dalam industri daging sebagai pengempuk (Sharma et al., 2018). Seperti dilaporkan Lee et al. (2010), penambahan 10% buah kiwi meningkatkan kualitas sensorik daging sapi yang dimasak. Skor tekstur sampel daging sapi yang dimasak lebih tinggi daripada yang lain, dan skor *juiciness* dan penerimaan keseluruhan juga yang tertinggi.

Kesimpulan

Protease asal tanaman memiliki potensi signifikan untuk berbagai aplikasi industri. Enzim ini dapat dimanfaatkan dalam pengolahan makanan, seperti pelunakan daging, pengolahan susu, dan pembuatan bir. Selain itu, protease tanaman berasal dari sumber alami, menjadikannya alternatif yang menarik daripada enzim sintesis. Protease tanaman berasal dari sumber yang terbarukan dan berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada proses kimia dan meminimalkan dampak lingkungan. Protease tanaman dapat diekstraksi dari sumber tanaman yang melimpah, membuatnya hemat biaya dan mudah tersedia. Protease asal tanaman dapat secara efisien menghidrolisis protein di bawah berbagai kondisi pH dan suhu, membuatnya dapat beradaptasi untuk aplikasi. Aplikasi protease asal tanaman dalam pengempukan daging merupakan alternatif potensial yang alami untuk pengempukan daging secara kimiawi. Namun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan protease asal tanaman dan untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan penggunaannya.

Daftar Pustaka

- Abdeldaiem, MH dan GMA Hoda. 2013. Tenderization of Camel Meat by Using Fresh Ginger (*Zingiber officinale*) Extract. *Food Science and Quality Management*. 21:12–26.
- Akhlaghi, N dan G Najafpour-Darzi. 2023. Potential Applications of Ginger Rhizomes as a Green Biomaterial: A Review. *International Journal of Engineering Transactions C: Aspects*. 36(2):372–383. <https://doi.org/10.5829/ije.2023.36.02b.16>
- Akpan, IP dan AB Omojola. 2015. Quality Attributes of Crude Papain Injected Beef. *Journal of Meat Science and Technology*. 3(4):42–46.
- Amin, T, SV Bhat, dan N Sharma. 2014. Technological Advancements in Meat Tenderization-A review. *Journal of Meat Science and Technology*. 2(1):1–9.
- Amri, E dan F Mamboya. 2012. Papain, A Plant Enzyme of Biological Importance: A Review. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 8(2):99–104. <https://doi.org/10.3844/ajbbsp.2012.99.104>.
- Arshad, M S, JH Kwon, M Imran, M Sohaib, A Aslam, I Nawaz, Z Amjad, U Khan, dan M Javed. 2016. Plant and Bacterial Proteases: A Key Towards Improving Meat Tenderization, a Mini Review. *Cogent Food and Agriculture*. 2(1):1–10. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1261780>.
- Bekhit, AEDA, DL Hopkins, G Geesink, AA Bekhit, dan P Franks. 2014. Exogenous Proteases for Meat Tenderization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 54(8):1012–1031. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.623247>
- Bekhit, AEDA, A Carne, M Ha, dan P Franks. 2014. Physical Interventions to Manipulate Texture and Tenderness of Fresh Meat: A Review. *International Journal of Food Properties*. 17(2):433–453. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.642442>
- Bekhit, AEDA, RV de Ven, V Suwandy, F Fahri, dan DL Hopkins. 2014. Effect of Pulsed Electric Field Treatment on Cold-Boned Muscles of Different Potential Tenderness. *Food and Bioprocess Technology*. 7(11):3136–3146. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1324-8>



- Bhaskar, K, RJJ Abraham, VA Rao, K Bhaskar, VA Rao, BR Narendra, A Serma, dan S Pandian. 2017. Functional Properties of Spent Hen Meat Injected with Ultra Refined Papain Powder. *Journal of Meat Science and Technology*. 16–19. www.jakraya.com/journal/jmst.
- Bhat, ZF, JD Morton, SL Mason, dan AEDA Bekhit. 2018. Applied and Emerging Methods for Meat Tenderization: A Comparative Perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 17(4):841–859. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12356>
- Buyukyavuz, A. 2014. Effect of Bromelain on Duck Breast Meat Tenderization. Thesis. Master of Food, Nutrition, and Culinary Sciences. Clemson University, South Carolina.
- Calkins, CR dan G Sullivan. 2007. Adding Enzymes to Improve Beef Tenderness. *National Cattlemen's Beef Association*. 1–5.
- DeVitre, HA dan FE Cunningham. 1985. Tenderization of Spent Hen Muscle Using Papain, Bromelin, or Ficin Alone and in Combination with Salts. *Poultry Science*. 64(8):1476–1483. <https://doi.org/10.3382/ps.064147>.
- Dubey, R, S Reddy, dan NYS Murthy. 2012. Optimization of Activity of Bromelain. *Asian Journal of Chemistry*. 24(4):1429–1431.
- Gagaoua, M, AL Dib, N Lakhdera, M Lamri, C Botineștean, dan JM Lorenzo. 2021. Artificial Meat Tenderization Using Plant Cysteine Proteases. *Current Opinion in Food Science*. 38:177–188. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.12.002>
- Gaughran, ERL. 1976. Ficin: History and Present Status. *Pharmaceutical Biology*. 14(1):1–21. <https://doi.org/10.3109/13880207609081900>
- Kakash, SB, M Hojjatoleslamy, G Babaei, dan H Molavi. 2019. Kinetic Study of The Effect of Kiwi Fruit Actinidin On Various Proteins of Chicken Meat. *Food Science and Technology*. 39(4):980–992. <https://doi.org/10.1590/fst.14118>
- Ketnawa, S dan S Rawdkuen. 2011. Application of Bromelain Extract for Muscle Foods Tenderization. *Food and Nutrition Sciences*. 2(5):393–401. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.25055>.
- Lee, KA, SH Jung, dan I Park. 2010. Applications of Proteolytic Enzymes from Kiwifruit On Quality Improvements of Meat Foods in Foodservice. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 30(4):669–673. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2010.30.4.669>.
- Madhusankha, GDMP dan RCN Thilakarathna. 2021. Meat Tenderization Mechanism and The Impact of Plant Exogenous Proteases: A Review. *Arabian Journal of Chemistry*. 14(2):1–18. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.102967>
- Manohar, JR dan VV Gayathri. 2016. Tenderisation of Meat Using Bromelain from Pineapple Extract. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 17:81–85.
- Maqsood, S, K Manheem, A Gani, dan A Abushelaibi. 2018. Degradation of Myofibrillar, Sarcoplasmic and Connective Tissue Proteins by Plant Proteolytic Enzymes and Their Impact on Camel Meat Tenderness. *Journal of Food Science and Technology*. 55(9):3427–3438. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3251-6>
- Naveena, BM dan SK Mendiratta. 2001. Tenderisation of Spent Hen Meat Using Ginger Extract. *British Poultry Science*. 42(3):344–349. <https://doi.org/10.1080/00071660120055313>.
- Sharma, S, D Vaidya, dan CS Sharma. 2018. Application of Kiwifruit Protease Enzyme for Tenderization of Spent Hen Chicken. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(1):581–584.
- Shouket, HA, I Ameen, O Tursunov, K Kholikova, O Pirimov, N Kurbonov, I Ibragimov, dan B Mukimov, B. 2020. Study on Industrial Applications of Papain: A Succinct Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 614(1):1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012171>.
- Warner, RD, CK McDonnell, AED Bekhit, J Claus, R Vaskoska, A Sikes, FR Dunshea, dan M Ha. 2017. Systematic Review of Emerging and Innovative Technologies for Meat Tenderisation. *Meat Science*. 132:72–89. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.241>