

## Potensi Enzim Protease dari *Pediococcus pentosaceus* Sebagai Pengempuk dan Gambaran Histologis Daging

### Potency of *Pediococcus pentosaceus* Protease on Meat Tenderness and Histological

<sup>1</sup>Kun Muliati, <sup>2</sup>Nenny Harijani, <sup>2</sup>Thomas V. Widiyatno

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga  
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga  
Email : [kun\\_muliati@yahoo.com](mailto:kun_muliati@yahoo.com)

#### Abstract

Tenderness is a determining factor of customer satisfaction. Protease enzyme used for meat tenderizer through protein degradation. *Pediococcus pentosaceus* is a lactic acid bacteria that have been known to produce extracellular protease enzymes. This study aims to determine potency of *Pediococcus pentosaceus* Protease On Meat Tenderness And Histological. Meat samples were divided into three groups, one group is immersed in a solution of a commercial papain enzyme, another group immersed in a protease enzyme from *Pediococcus pentosaceus* and last group as a control. After incubation for 60 min, the tenderness of the meat was measured using a penetrometer. Statistical test showed there were significant differences  $p < 0.05$  between the control with treated meat. Treatment with papain enzyme showed the highest level of tenderness, although not significantly different from the sample is added enzyme protease from *Pediococcus pentosaceus*. Histological examination showed degeneration of muscle fibers in both treatment groups compared to the control. bonds between the muscle fibers is lose, the muscle fibers easily disconnected and separated so that the meat becomes tender.

**Keywords:** protease enzyme, *Pediococcus pentosaceus*, meat tenderizer, meat histological

---

#### Pendahuluan

Tingkat keempukan daging merupakan salah satu faktor yang paling penting bagi kepuasan konsumen. Keempukan daging dinilai dari tiga aspek yaitu kemudahan saat penggigitan, kemudahan daging masuk ke dalam tenggorokan, dan jumlah residu tersisa setelah mengunyah (Weir dalam Maiti, 2008). Struktur primer yang mempengaruhi keempukan daging adalah integritas miofibril (aktin dan miosin), kontribusi jaringan ikat (kolagen dan elastin) serta kandungan lemak dalam daging (*marbling*) (Calkin dan Sullivan, 2010). Keempukan daging berbeda antara otot sapi dari berbagai lokasi anatomi terutama

karena perbedaan komponen struktural yaitu protein jaringan ikat dan miofibrilar.

Masyarakat Indonesia umumnya membeli daging segar tanpa proses pelayuan, sehingga daging menjadi keras dan membutuhkan waktu yang lama untuk memasak. Maka untuk mempersingkat waktu pemasakan perlu diberikan enzim proteolitik eksogen. Protease adalah enzim proteolitik yang dapat diperoleh dari tanaman (papain pepaya, bromelin nenas), hewan, maupun mikroba. Enzim yang banyak digunakan di Indonesia saat ini adalah enzim papain. Kekurangan dari penggunaan enzim papain pada daging adalah peningkatan rasa pahit (Qihe, 2006)

dan jika digunakan dalam waktu lama dapat mengakibatkan daging menjadi terlalu empuk sehingga daging menjadi lembek dan berasa aneh (Crounlund dan Woychik, 1986 dalam Qihe, 2006). Meningkatnya kebutuhan akan enzim protease menyebabkan perlu dikembangkan mikroba penghasil protease alternatif yang aman digunakan sebagai pengempuk daging.

*Pediococcus pentosaceus* adalah termasuk bakteri asam laktat dan dikenal sebagai bakteri yang aman untuk pangan “food grade microorganism” (Harijani, 2007). *Pediococcus pentosaceus* menghasilkan bakteriosin yaitu agen antimikroba yang aktivitasnya mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur (Shafiq *et al.*, 2013, Swetwiwathana *et al.*, 2013, Harijani, 2007), dan dapat digunakan sebagai pengawet makanan (Osmanagaoglu *et al.*, 2001)

*Pediococcus pentosaceus* diketahui menghasilkan enzim proteolitik. Aktivitas enzim proteolitik dapat menyebabkan perubahan dalam struktur sarkomer daging dan berpengaruh dalam pengempukan daging. Pada penelitian sebelumnya disebutkan enzim protease bakteri *Pediococcus pentosaceus* terbukti mampu mengempukkan daging dengan konsentrasi tanpa pengenceran selama 60 menit (Siswaty, 2013).

Efektifitas enzim protease *Pediococcus pentosaceus* sebagai pengempuk jika dibandingkan dengan enzim papain komersil dan perubahan histologis pada daging belum pernah diujikan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi enzim protease dari *Pediococcus pentosaceus* sebagai pengempuk jika dibandingkan dengan enzim papain komersil dan perubahan histologis pada daging.

## Materi dan Metode Penelitian

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah isolat bakteri asam laktat *Pediococcus pentosaceus*, *deMann Rogosa Sharpe*

(MRS) broth, *deMann Rogosa Sharpe* (MRS) agar, aquades.

Bahan kimia yang digunakan untuk pemeriksaan histologi dalam penelitian adalah formalin 10%, alkohol 70%, 80%, 85%, 90%, 95%, alkohol absolut, paraffin, xylol, kanada balsam, zat warna *Hemotoxillin-Eosin*, aquadest, daging sapi, enzim papain komersil

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pinset, ose, timbangan analitik, cawan petri, pipet, tabung reaksi, tabung sentrifus, pengangas air, termometer, pisau, penetrometer, *stopwacth*, erlenmeyer, sentrifuge, gunting, penggaris, pinset, pot kecil, *tissue prosesor*, *embedding set*, mikrotom, penangas air, gelas obyek, inkubator dan mikroskop dengan potograf.

### Prosedur Penelitian

#### Uji Aktivitas Protease Secara Kualitatif

Satu ose isolat *Pediococcus pentosaceus* yang sudah dilakukan peremajaan sebelumnya ditanam ke dalam media susu skim agar. Diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C.

#### Ekstraksi Enzim Protease Kasar

Isolat *Pediococcus pentosaceus* dari MRS agar ditanam ke dalam 10 ml MRS broth. dan diinkubasi selama 48 jam secara anaerob. Setelah itu disentrifus dengan kecepatan 4000 rp selama 15 menit. Supernatan merupakan ekstrak enzim kasar.

#### Uji Keempukan Daging

Daging sapi segar bagian “eyeround” dipotong dengan ukuran 3x3x3 cm dibagi menjadi tiga perlakuan berbeda. Perlakuan pertama daging sapi direndam dalam 50 ml larutan ekstrak kasar *Pediococcus pentosaceus* tanpa pengenceran. Perlakuan ke dua daging direndam dalam 50 ml larutan enzim papain komersil. Satu bagian lainnya sebagai kontrol tanpa perlakuan. Sampel kemudian disimpan dengan waktu inkubasi 60 menit pada suhu kamar.

Setelah inkubasi daging dicuci, kemudian dimasak selama 30 menit hingga matang.

Penetrometer digunakan sebagai alat untuk mengukur keempukan daging dengan satuan keempukan yaitu mm/50g. Setiap sampel diletakkan tepat di bawah jarum penetrometer yang telah diatur ketinggian, berat beban serta posisinya. Kunci pemegang jarum ditekan sehingga jarum dengan bebas jatuh menusuk daging sehingga jarak tembus jarum ke dalam daging dapat diukur. Pengukuran dilakukan dua kali dari permukaan berlawanan. Kedalaman tusukan jarum sebanding dengan keempukan daging (Siswaty, 2013). Semakin dalam daya tembus jarum, maka keempukan daging semakin meningkat.

#### Pembuatan Preparat Histologis

Sampel daging sapi dibagi menjadi tiga perlakuan, sampel pertama direndam dalam 50 ml larutan ekstrak kasar *Pediococcus pentosaceus* tanpa pengenceran. Sampel kedua direndam dalam 50 ml larutan enzim papain komersil dan lainnya sebagai kontrol tanpa perlakuan. Sampel kemudian disimpan dengan waktu inkubasi 60 menit pada suhu kamar

Sampel daging difiksasi selama 24 jam dengan larutan formalin untuk menghentikan proses metabolisme dan mencegah pembusukan daging. Sampel kemudian dihidrasi alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 85%, alkohol 90%, alkohol 95%, alkohol absolut I, alkohol absolut II. Kemudian dilakukan *clearing* dengan xylol I, xylol II dan Xylol III. Selanjutnya dilakukan pencetakan (*embedding*) dengan menambahkan parafin cair I dan parafin cair 2 biarkan sampai membeku. Setelah itu dilakukan sayatan secara melintang dan membujur dengan ketebalan 5 mikron. Sayatan tersebut diletakkan dalam objek gelas. Deparafinisasi dengan larutan xylol I, xylol II, dan xylol III. Hidrasi dengan alkohol absolut, alkohol 96%, alkohol 90%, alkohol 80%, dan alkohol 70%.

Pewamaan dengan *Mayers Haematoxylin* selama 5 menit, kemudian ditambahkan eosin selama 3-5 menit lalu dicuci dengan air. Kemudian dilakukan dehidrasi secara berurutan dengan alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 90%, alkohol 96%, dan alkohol absolut. Kemudian *clearing* dengan xylol I, xylol II, xylol III. Kemudian dilakukan *mounting* dengan *canada balsam*. Pengamatan histologis daging dilakukan di bawah mikroskop yang dilengkapi dengan fotograf. Struktur histologis daging yang diamati pada penelitian ini adalah perubahan morfologi dan degenerasi serabut otot

#### Hasil dan Pembahasan

##### Analisa Kualitatif Aktivitas Enzim Protease

Aktivitas protease diuji secara kualitatif dalam *skim milk* agar 10% zona bening yang terbentuk kemudian diamati setelah inkubasi 48 jam. Aktivitas protease *Pediococcus pentosaceus* mulai terlihat setelah inkubasi 48 jam, ditandai dengan terbentuknya zona bening disekeliling isolat. Seiring bertambahnya waktu, zona bening semakin besar. Lama waktu inkubasi berpengaruh terhadap lebar zona bening yang terbentuk, makin lama masa inkubasi mengakibatkan zona bening makin lebar. Aktivitas protease akan semakin cepat terlihat pada media skim agar dengan jumlah susu skim yang lebih sedikit, karena jumlah kasein susu yang dihidrolisis lebih kecil.

*Skim Milk Agar* digunakan untuk melihat adanya proteolisis kasein. Kasein merupakan campuran dari phosphoproteins (polimer kompleks asam amino esensial) yang terdapat sebanyak sekitar 2,5% dalam susu sapi (Lehmann, 2013). Enzim proteolitik menghidrolisis protein menjadi peptida yang lebih kecil dan asam amino (Lehman, 2013). Bakteri proteolitik menghidrolisis kasein untuk membentuk senyawa nitrogen larut, aktivitas protease kemudian terlihat dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Zona lebih jelas

terlihat pada agar susu jika, bakteri menghasilkan asam dari fermentasi karbohidrat dalam medium. Pertumbuhan koloni bakteri memiliki pengaruh besar pada ukuran zona bening, koloni bakteri besar cenderung mendorong zona bening lebih lebar (Dajanta *et al.*, 2009).

#### Produksi Enzim Protease *Pediococcus pentosaceus*

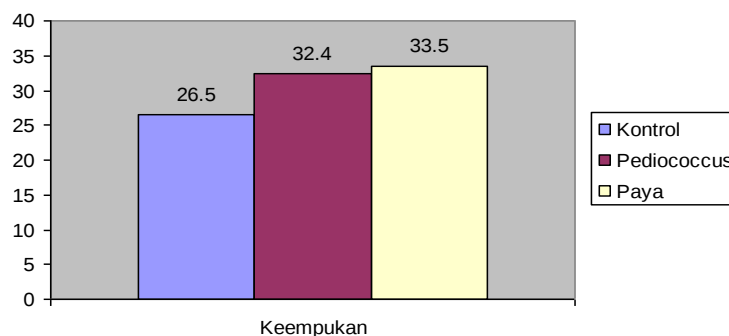
*Pediococcus pentosaceus* ditanam dalam media MRS broth dengan masa inkubasi 48 jam dengan suhu 37 °C untuk menghasilkan enzim protease. Waktu inkubasi berhubungan erat dengan pertumbuhan bakteri dan produksi enzim. Produksi protease maksimum diperoleh setelah 48 jam, hal ini berhubungan dengan fase logaritmik bakteri (Ikram-ul-haQ, 2013). Menurut Hebert *et al.*, (1996) bakteri asam laktat memproduksi protease pada awal fase eksponensial hingga fase logaritmik. Aktivitas proteolitik maksimum diperoleh setelah 48 jam pertumbuhan dimana bakteri berada pada fase stasioner (Rao *et al.*, 2007).

Suhu merupakan hal penting dalam mempengaruhi sekresi enzim ekstraseluler. Suhu yang tinggi memiliki beberapa efek buruk pada aktivitas metabolik mikroorganisme dan menyebabkan pertumbuhan terhambat. Pada suhu tinggi enzim terdenaturasi dengan kehilangan sifat katalitik. Penurunan suhu pertumbuhan juga menyebabkan penurunan aktivitas protease (Kaur, 2013).

Ukuran inokulum suatu bakteri merupakan faktor biologis penting dalam menentukan jumlah produksi enzim. Keseimbangan antara bakteri yang berkembang biak dan tersedia bahan nutrisi akan menghasilkan produksi enzim yang maksimal. Ukuran inokulum tinggi belum tentu memberikan hasil protease yang lebih tinggi hal ini terjadi mungkin karena peningkatan volume inokulum menyebabkan kepadatan spora sehingga menurunkan aktivitas enzim. Jika ukuran inokulum terlalu kecil, jumlah bakteri tidak cukup maka akan menyebabkan berkurangnya jumlah protease yang disekresikan (Kaur, 2013).

#### Keempukan Daging

Uji keempukan daging dengan penetrometer pada daging kontrol dibandingkan dengan daging perlakuan yang telah ditambah enzim protease dari *Pediococcus pentosaceus* dan larutan enzim papain komersil berdasarkan uji *Oneway Anova* menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). Daging yang direndam dalam larutan enzim papain komersil memiliki rerata keempukan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging yang direndam dalam enzim protease dari *Pediococcus pentosaceus*, meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan. Hal ini mungkin terjadi karena enzim protease *Pediococcus pentosaceus* masih berupa ekstrak kasar sehingga masih terdapat zat yang dapat menghambat aktivitas protease.



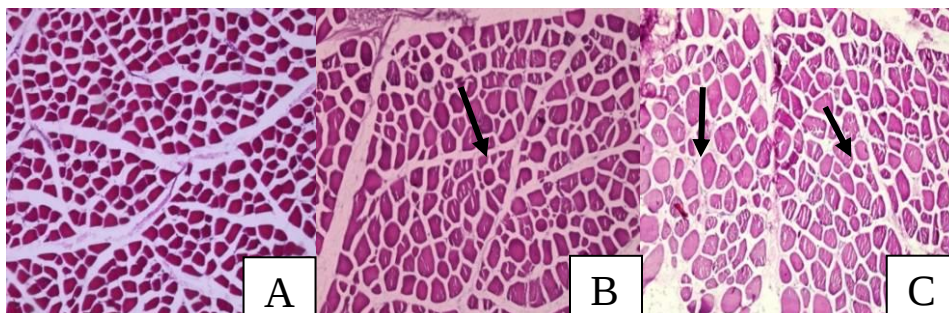
Gambar 1. Grafik hubungan antara perlakuan dan nilai keempukan daging

Aktivitas enzim dipengaruhi oleh faktor pH, suhu dan konsentrasi enzim. Suhu merupakan faktor yang dapat dikontrol dalam aktivitas enzim, sebagian besar enzim eksogen yang digunakan untuk mengempukkan daging memiliki aktivitas optimum pada suhu 50-70 °C. Sebagian besar aktivitas enzim terjadi pada saat pemasakan (Calkin dan Sullivan, 2010). Aktivitas enzim akan meningkat dengan bertambahnya suhu. Aktivitas maksimum enzim protease *Pediococcus pentosaceus* adalah 50 °C (Suri dkk., 2013), sedangkan enzim papain seperti juga enzim tanaman lainnya memiliki aktivitas suhu optimum pada kisaran 70 sampai 85°C yang dicapai selama memasak (Lawrie, 1998). Menurut Swacita (2002), pengempukan daging sapi dipengaruhi oleh kadar protease dan waktu inkubasi. Masa inkubasi 30 menit, enzim protease dengan kadar 0,075% dari berat daging mampu mengempukkan daging. Sedangkan jika konsentrasi protein lebih kecil yaitu 0,050%, maka daging akan menjadi empuk dalam waktu 45 menit. Siswaty (2013) mengemukakan bahwa penggunaan ekstrak enzim dari *Pediococcus pentosaceus* dapat mengempukkan daging dengan konsentrasi tanpa pengenceran

dengan waktu inkubasi 60 menit. Ionescu (2008) merekomendasikan untuk mengempukkan daging, dosis enzim papain yang digunakan adalah 10mg/100g daging selama 2 sampai 4 jam pada suhu 4 °C, setelah itu enzim dinonaktifkan sampai suhu 70 °C.

#### Gambaran Histologis Daging

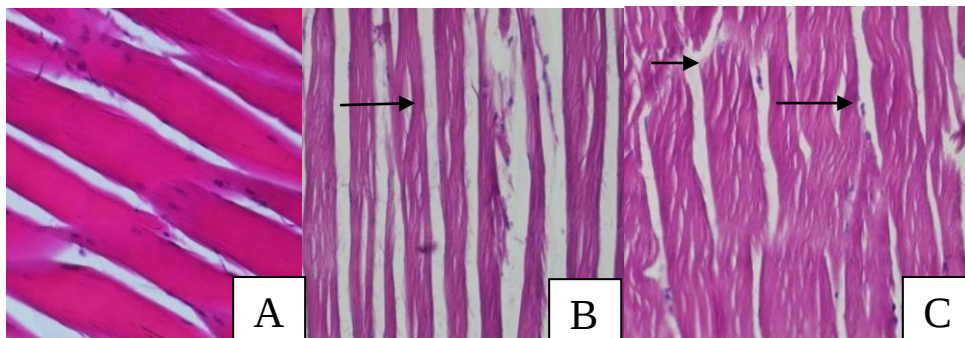
Daging sapi direndam dalam larutan enzim selama 60 menit, untuk kemudian dibuat preparat histologi untuk melihat efek pemberian enzim terhadap struktur morfologi otot. Pada potongan membujur semua serat otot dari sampel kontrol terorganisasi dengan baik dan terikat erat satu sama lain serabut otot terlihat bersiku dan terkesan kaku, struktur serabut otot utuh dan rapat (Gambar 2A). Sedangkan pada sampel perlakuan yang diberi enzim baik enzim papain komersil ataupun enzim dari *Pediococcus pentosaceus*, serat otot dalam bundel yang berbeda ada yang rusak, serat otot terpecah, dan nampak kehilangan interaksi antar serat otot serat otot terlihat lebih bulat dan tidak kaku akibat degenerasi jaringan ikat endomisium (Gambar 2B dan 2C).



Gambar 2. Gambaran histologi daging potongan melintang perbesaran 100 x.; A; Daging Kontrol, serabut otot terlihat bersiku, terkesan kaku, struktur serabut otot utuh dan rapat; B. Daging + protease dari *P. pentosaceus*, struktur serabut otot pecah, tidak utuh dan rapat; C. Daging dalam enzim papain komersil. Serabut otot membulat, serabut otot yang mengalami degenerasi dan pecah.

Potongan melintang serabut otot pada sampel kontrol terlihat utuh dan rapat, tidak terdapat serat otot miofibril yang terurai. Gambaran tersebut terlihat sangat berbeda dengan struktur serabut otot pada daging yang direndam dalam enzim protease dari *Pediococcus pentosaceus* (Gambar 3B) dan daging yang direndam dalam larutan enzim papain komersil (Gambar 3C) pada keduanya

serabut otot mengalami degenerasi sehingga tidak lagi rapat dan miofibril terurai dan terpisah adanya disintegrasi miofibrillar menghasilkan peningkatan rongga antara serat otot yang terlihat jelas pada otot yang diberi enzim papain, hal ini mungkin disebabkan karena degradasi kolagen endomisial dan sarkolema sekitar serat otot.



Gambar 3. Gambaran Histologi daging Potongan Membujur 400x; A. Daging kontrol, serabut otot terlihat utuh dan rapat; B. Daging direndam dalam protease dari *P. pentosaceus*, serat otot miofibril terurai dan terpisah; C. Daging direndam dalam larutan enzim papain komersil, serat otot miofibril terurai dan terputus.

Gangguan struktur jaringan ikat intramuskular adalah salah satu penyebab untuk keempukan daging. Meningkatnya keempukan daging merupakan hasil dari aktivitas enzim proteolitik pada protein miofibrillar. Pemecahan pada protein miofibrillar, menghasilkan peptida kecil, atau protein dengan berat molekul rendah, dan mengakibatkan meningkatnya keempukan pada daging sampel.

Kerja enzim papain dengan protease pada bakteri berbeda. Papain dalam daging akan aktif pada jaringan ikat terutama kolagen dan elastin tetapi sedikit pada protein serabut otot. Papain mendegradasi bukan hanya kolagen tapi juga protein miofibril sehingga dapat menyebabkan daging terlalu empuk (Qihe *et al.*, 2006). Sedangkan protease bakteri mempunyai aktivitas nyata pada protein serabut otot dan hanya sedikit pada kolagen serta tidak

sama sekali pada serabut elastin (Dransfeld dan Etherington, 1981).

Sarkomer pada sampel perlakuan dengan *P. pentosaceus* lebih panjang dibandingkan kontrol karena terjadinya degenerasi pada protein miofibrillar. Degenerasi protein miofibril menyebabkan berkurangnya ikatan aktin dan miosin mengakibatkan daging menjadi empuk. Panjang sarkomer (jarak antara dua garis Z) digunakan untuk mengukur kontraksi otot dan berhubungan dengan keempukan (Lyan dan Buhr, 2003). Degenerasi miofibril mengakibatkan pemendekan panjang miofibril dan penurunan jumlah sarkomer disebabkan destruksi pada garis Z (Qihe *et al.*, 2006).

### Kesimpulan

Penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan enzim protease *Pediococcus pentosaceus* mampu mengempukkan daging

dengan efektifitas yang tidak berbeda dengan enzim papain komersil sehingga enzim protease dari *Pediococcus pentosaceus* dapat digunakan sebagai enzim alternatif untuk pengempuk daging. Gambaran histologis menunjukkan bahwa pemberian enzim protease dari *Pediococcus pentosaceus* menimbulkan kerusakan pada struktur otot seperti miofibril terurai, serat otot terpecah serta memanjangnya sarkomer.

### Daftar Pustaka

- Calkins. C. R, and G. Sullivan. 2010. Adding Enzymes to Improve Beef Tenderness. University of Nebraska.
- Dajanta, K., S. Wongkham, P. Thirach, P. Baophong, A. Apicharts-rangkoon, P. Santithum and E. Chukeatirote. 2009. Maejo Int. J. Sci. Technol. 3(02) : 269-276
- Dransfield, E dan D.E. Etherington. 1981. Enzyme in the Tenderization of Meat. In: Brick, G.G., N.Blakekebrough dan K.J. (eds). Enzymes and Food Producing. Applied Sci. Publ. Ltd., London
- Harijani, N. 2007. Studi bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat dalam peranannya pada biopreservasi susu pasteurisasi dan terapeutika Mastitis Sub Klinis pada sapi perah (Disertasi Pascasarjana) Universitas Padjajaran. Bandung
- Hebert, E.M., R. Raya, G. Oliver And S.D. Giori. 1996. Characterization of proteolytic activity of *Lactobacillus belveticus*. M.A.N. Microbiol. Aliment. Nutr. 14(1) : 65-72
- Ikram-Ul-Haq And H. Mukhtar. 2013. Protease Biosynthesis from *Lactobacillus* Species: Fermentation Parameters And Kinetics. Institute of Industrial Biotechnology government College University Lahore, Pakistan
- Ionescu, A., I. Apodu and G. Pascoru. 2008. Effect of Papain and Bromelin on muscle an Collagen protein in Beef Meat. The Annals of the University of Dunarea. Food Technology. 31 : 9-16.
- Kaur N. 2013. Proteolytic Profile of Lactic Acid Bacteria A Thesis Department of Biotechnology and Environmental Sciences Thapar University.
- Lawrie, R.A. 1998. The Eating Quality of Meat. In: Lawrie's Meat Science, 6th Ed., Technomic Publishing Company, Lancaster, UK
- Lehmann, C. 2013. Laboratory to Biology III in Diversity of Microorganisms/ Microbial Ecology Group. University of Zürich.
- Lyon, C.E. and R.J. Buhr. 2013. Biochemical Basis of Meat Texture dalam Poultry Meat Science, Poultry Science Symposium Series. Vpl 2. CABI International
- Mahajan, R .T. and S.B. Badgujar. 2010. Biological aspects of proteolytic enzymes: A Review J. Pharmacy Research. 3(9) : 2048-2068 ISSN: 0974-6943
- Maiti, A.K., S.S. Ahlawat, D.P. Sharma and N. Khana .2008. Aplication of natural tenderizer in meat- a review. Departement of animal Product Technology India. Agric. Rev. 29(3): 226-230
- Osmanagaoglu, O., Y. Beyatli and U. Gunduz. 2001. Isolation and Characterization of Pediocin Producing *Pediococcus pentosaceus* Pep1 from Vacuum-Packed Sausages. Turkish Journal of Biology. 25 : 133-143.
- Qihe, C., H. Guoqing, J. Yingchun and N. Hui. 2006. Effects of elastase from a *Bacillus* strain on the tenderization of beef meat. Food Chem. 98 : 624-629.
- Rao M.B., A.M. Tanksale, S.G. Mohini, and V.V. Deshpande. 1998. Molecular and Biotechnological Aspect of Microbial Proteases. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 62 : 597

- Shafiq, S. A., H.A. Ajja, S.N. Muslim and S.A. Shafiq. 2013. Antimicrobial Activity of Crude And Purified of *Pediococcus Pentosaceus* Bacteriocin World Journal of Pharmaceutical research. 3 (1) : 89-98.
- Siswaty, R.S. 2013. Potensi Protease Bakteri asam Laktat (BAL) *Pediococcus pentosaceus* sebagai pengempuk daging. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Suri, W.L., S. Syukur dan Jamsari. 2013. Optimization of Protease Activity Lactidacid Bacteria (LAB) *Pediococcus Pentosaceus* Isolated from Soursop Fermentation (*Annona Musicata L.*) Jurnal Kimia Unand Issn. 2303-3401
- Swetwiiwathana, A., A. Jindapraser and K. Pilasombut. 2013. Synergistic Effect of Pediocin Pa-1 from *Pediococcus Pentosaceus* Tistr 536 And Lactic Acid On *Salmonella* Anatum And S. Ratchaburi In Simulated Nham (Fermented Meat Sausage) Model Broth59th International Congress of Meat Science And Technology, 18-23rd August 2013, Izmir, Turkey