

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI PAYA TERHADAP TEKSTUR DAGING DAN NILAI FAALI DARAH AYAM PETELUR TUA

W. Sayang Yupardi¹

INTISARI

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh tekstur daging yang lembut dan mempelajari pengaruh paya dalam berbagai konsentrasi (diinjeksikan intravena) dan waktu pemotongan terhadap nilai faali darah ayam. Rancangan penelitian yang dipakai adalah rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan (A, B, C dan D yang secara berturut-turut adalah 0 = kontrol, 20, 40 dan 60% larutan paya). Dalam penelitian ini digunakan 48 ekor ayam petelur (jenis epiko) tua (telah selesai masa produksi/afkiran). Masing-masing perlakuan terdiri dari 12 ekor ayam. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan hasil yang berbeda nyata selanjutnya dianalisis dengan *Duncan's multiple range test*. Pemotongan I (1/2 jam setelah diinjeksikan larutan paya) sebanyak 50% (6 ekor) dari masing-masing perlakuan dipotong dan sisanya 50% (6 ekor) lagi dari masing-masing perlakuan dipotong pada pemotongan II (24 jam setelah diinjeksikan larutan paya). Pada pemotongan I, perlakuan D menghasilkan daging yang teksturnya nyata lebih lembut ($P < 0,05$) dibandingkan yang lainnya, sedangkan nilai faali darah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada semua perlakuan. Pada pemotongan II, tekstur daging dan nilai faali darah pada semua perlakuan hampir sama ($P > 0,05$) kecuali sel-sel darah merah dengan perlakuan B, C dan D nyata lebih rendah ($P < 0,05$) dibandingkan A. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa injeksi 60% larutan paya intravena setelah setengah jam (relatif singkat) menghasilkan tekstur daging yang nyata lebih lembut ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan lainnya tanpa mempengaruhi nilai faali darah, sedangkan dalam waktu 24 jam (relatif lama) injeksi larutan paya tidak mempengaruhi tekstur daging maupun nilai faali darah kecuali sel-sel darah merah.

(Kata Kunci: Paya, Ayam Epiko, Tekstur Daging, Faal Darah.)

Buletin Peternakan 21 (3): 150-157, 1997

¹ Fakultas Peternakan Udayana, Denpasar 80232

EFFECT OF VARIOUS CONCENTRATION OF PAYA ON MEAT AND BLOOD PHYSIOLOGICAL VALUES OF CULLED LAYER

ABSTRACT

The aims of this experiment was to increase tenderness of meat texture and to study the effect of various concentration of Paya (intravenous) and time of slaughter on blood physiological values of culled layer. The design of the experiment was the Completely Randomized Design with 4 treatments (A,B,C and D for 0 = controle, 20,40 and 60% of Paya solution respectively). There were 48 culled layers (Epiko) used in the experiment. Each treatment consisted of 12 culled layers. Data were analyzed by ANOVA, and the result which is significantly different was continued to Duncan's Multiple range Test. The first slaughter (30 minutes after injected with the Paya solution), 50% (6 layers) of each treatment was slaughtered, and the rest for 50% (6 layers) of each treatment was slaughtered at the second slaughter (24 hrs after injected with the Paya solution). On the first slaughter the treatment D resulted in more tender meat texture significantly ($P < 0,05$) than the others, while blood physiological values were not significantly different ($P > 0,05$) among treatments. On the second slaughter, the meat texture and the blood physiological values of all treatments were similar ($P > 0,05$) except the red blood cells of the treatment B, C and D were significantly lower ($P < 0,05$) than the treatment A. Results af the experiment showed that intravenous injection of 60% Paya solution for a relative short time (after 30 minutes) resulted in more tender meat texture ($P < 0,05$) than the others without affecting their blood physiological values, while for a relative long time (after 24 hrs) the injection of the Paya solution had no effect on the meat texture and blood physiological values except the red blood cells.

(Key Words: Paya, Culled Layer (Epiko), Meat Texture, Blood Physiological Values.)

Pendahuluan

Tekstur suatu daging merupakan suatu aspek yang penting karena sangat menentukan lembut atau alotnya daging tersebut. Daging ayam petelur yang telah selesai masa produksinya secara umum lebih alot dibandingkan daging ayam pedaging. Ada beberapa bahan yang dapat dipakai untuk meningkatkan kelembutan daging. Papain adalah suatu enzim protease yang sudah dikenal dapat meningkatkan kelembutan daging. Namun demikian, hal ini belum banyak dilakukan pada daging ayam, khususnya daging ayam petelur yang sudah tua atau selesai masa produksinya. Oleh

karena itu, pada kesempatan ini akan dicoba pemberian paya yang mengandung papain dengan konsentrasi yang berbeda-beda yang disuntikkan intravena pada ternak yang masih hidup (*antemortem*).

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh tekstur daging yang lembut dan mempelajari pengaruh paya dalam berbagai konsentrasi dan waktu pematangan terhadap nilai faali darah ayam.

Secara tradisi daun pepaya dipakai untuk membungkus daging dengan harapan agar daging menjadi lembut (Hertani-Djarmiko, 1982) karena adanya enzim-enzim seperti papain, kimopapain dan lisosim (Gayk *et al.*, 1974, dikutip oleh

Winarno, 1983). Papain ini aktif memecah protein disamping mempunyai kemampuan untuk membentuk plastin yang merupakan senyawa protein baru yang dibentuk dari hasil hidrolisis protein. Lebih jauh Reynolds (1982) menyatakan bahwa papain tersebut adalah suatu enzim proteolitik yang sangat labil terhadap lingkungan yang bersuhu tinggi. Enzim papain tidak merusak kesehatan konsumen yang memakan daging ternak yang diberi perlakuan papain 1/2 jam sebelum dipotong. Papain yang diberikan lewat peredaran darah yang mengalir ke seluruh tubuh, maka dagingnya akan mengandung sedikit papain yang dapat melembutkan daging tersebut setelah dimasak (Reynolds, 1982).

Untuk memperoleh daging bangsa unggas dengan tekstur lembut, Winarno (1983) menganjurkan dosis papain sebanyak 2 - 3 ml (larutan papain 1000 tyrosil unit per ml) yang disuntikkan intravena pada vena sayap unggas tersebut (*antemortem*). Menurut Goeser, 1961 dan Robinson & Goeser, 1962 (dikutip oleh Winarno, 1983) bahwa cara-cara tersebut di atas mempunyai beberapa keunggulan pada hewan hidup sebagai berikut: a). Dosis papain yang diinjeksikan ke dalam peredaran darah dapat disebarkan secara merata dan sempurna ke seluruh jaringan tubuh sesuai dengan kebutuhan. b). Jantung yang berfungsi sebagai pompa tekan akan memompa enzim ke seluruh tubuh.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tekstur daging

Jumlah jaringan ikat kolagen dalam daging, cara memasak (Cover dan Smith, 1956), umur (Hunsley *et al.*, 1967) dan penggunaan enzim proteolitik (Winarno, 1983) adalah faktor-faktor yang mempengaruhi tekstur daging. Umur ternak jelas merupakan suatu faktor penting yang mempengaruhi tekstur daging, karena

kelembutan daging akan berkurang (evaluasi dengan Warner-Bratzler Shear) pada umur ternak yang semakin tua (Goll *et al.*, 1963; Field *et al.*, 1966 dan Hunsley *et al.*, 1967). Bertambah kerasnya tekstur daging (alot) dengan meningkatnya umur ternak mungkin disebabkan oleh akumulasi unsur-unsur yang menyusun otot daging tersebut. McCuley (1971) menyatakan bahwa bertambah besarnya sel-sel/serabut-serabut otot (hipertrofi) akibat terjadinya akumulasi dalam jumlah yang besar protein aktin dan miosin, ATP, mitokondria dan zat gula akan meningkatkan pula kekuatan otot daging. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa hipertrofi serabut-serabut otot akan menyebabkan otot-otot teksturnya semakin keras.

Pada ternak-ternak yang sudah disuntik dengan papain dan karena suatu hal tidak jadi dipotong, ternak tersebut tidak akan mati karena darahnya dapat berfungsi sebagai pengencer enzim tersebut (Winarno 1983).

Sel-sel darah merah

Sel-sel darah merah bangsa burung, jumlahnya dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, hormon dan musim, mineral (Sturkie, 1965). Lebih jauh dinyatakan pula bahwa jumlah sel-sel darah merah ayam betina dewasa bervariasi antara 2,72 sampai 3,0 juta per mm³ darah, sedangkan menurut Swenson *et al.* (1970) adalah 2,5 sampai 3,2 juta.

Dalam tubuh, darah mempunyai banyak fungsi, salah satu yang sangat penting adalah menyerap dan mengedarkan zat-zat makanan dari saluran pencernaan ke jaringan-jaringan tubuh serta mengangkut hasil-hasil metabolisme. Semua zat yang diedarkan/diangkut ini akan mempengaruhi fungsi fisiologis tubuh.

Hemoglobin (Hb)

Jumlah Hb ($g\% = \text{gram}/100 \text{ ml}$ darah) dalam darah variasinya cukup besar yang disebabkan oleh metode pengukuran yang dipakai oleh masing-masing ahli atau peneliti. Sturkie (1965) mensitasi hasil penemuan beberapa peneliti bahwa jumlah Hb ayam betina dewasa bervariasi dari 7,44 - 10,95 gram/100 ml darah.

Kadar Hb dalam darah ayam akan dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain: 1) status ternak tersebut (sedang berproduksi telur atau belum), 2) hormon seks (Sturkie, 1965) dan rendahnya kadar oksigen (O_2) di dalam darah (Swenson, 1970).

Fungsi Hb adalah untuk memberi warna merah pada darah, dan mengangkut O_2 ke seluruh tubuh (HbO_2).

Kemampuan sel-sel darah/packed cell volume (PCV)

Yang dimaksud dengan PCV adalah persentase bagian padat dari seluruh volume darah. Bagian padat (sel-sel darah) dan cair (plasma) dari darah dapat dipisahkan dengan sistem kapiler hematokrit (Sturkie, 1965 dan Swenson, 1970).

Nilai PCV ayam betina dewasa telah dilaporkan oleh beberapa ahli bervariasi dari 29% (Newell dan Shoffner, 1950; dikutip oleh Sturkie, 1965) sampai 33% (Swenson, 1970). Jenis kelamin tidak mempengaruhi nilai PCV tersebut; namun demikian perbedaan nilai PCV antara genus dalam satu famili (ayam dengan kalkun) cukup tinggi yaitu kalkun mencapai 35,9% (McCartney, 1952; dikutip oleh Sturkie, 1965).

Materi dan Metode

Empat puluh delapan ekor ayam petelur (jenis epiko) tua (afkiran/tidak

produktif) berumur 2 tahun digunakan dalam penelitian ini (lokasi Denpasar).

Ransum petelur (Confeed) diberikan selama penelitian berlangsung. Ransum ini dibeli dari penyalur resmi ransum ayam (*Tohpati Poultry Shop*) di Denpasar.

Empat buah kandang batere yang masing-masing luasnya 4 m^2 diisi dengan 12 ekor ayam. Masing-masing kandang dilengkapi dengan tempat ransum dan air minum.

Paya (*product of Indonesia* no. MP. 4010200, dalam bentuk serbuk putih) digunakan sebagai sumber papain untuk melembutkan tekstur daging ternak yang bersangkutan.

Penelitian pendahuluan dilakukan selama 7 hari (ayam diberikan ransum dan air minum secara *ad lib*) agar ternak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya (tidak stres).

Ayam-ayam dibagi menjadi 4 grup/perlakuan (A = Kontrol = 0, B = 20, C = 40 dan D = 60% larutan paya). Masing-masing perlakuan terdiri dari 12 ekor ayam. Setiap ekor pada setiap perlakuan diinjeksi dengan 2 ml larutan paya secara intravena kecuali ayam kontrol hanya diinjeksi 2 ml aquades steril. Setengah jam setelah diinjeksikan larutan tersebut, 50% (6 ekor) dari masing-masing perlakuan/grup itu dipotong (pemotongan I), sedangkan sisanya 50% (6 ekor) lagi dari masing-masing perlakuan/grup dipotong 24 jam setelah injeksi larutan tersebut di atas (pemotongan II).

Darah dan daging sampel diambil dari pemotongan I dan II lalu dibawa ke Lab. Fisiologi FAPET UNUD, untuk dianalisis sesuai rencana kerja. Untuk menentukan kelembutan tekstur daging digunakan tes panel dengan pemberian skor (*score*): 1 = alot, 2 = kurang lembut, 3 = lembut, 4 = sangat lembut. Sel-sel darah merah, Hb dan PCV dihitung dengan

Hemositometer, Hemoglobinometer Sahli dan pipa hematokrit yang di *centrifuge* secara berturut-turut.

Analisis statistik

Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap; data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam/ANOVA (Snedecor dan Cochran, 1961) dan perbedaan di antara perlakuan, diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (Steel dan Torrie, 1960).

Hasil dan Pembahasan

Pada pemotongan I, rata-rata skor (*score*) kelembutan tekstur daging dengan perlakuan A = 2,83, B = 2,83, C = 2,73 dan D = 3,00. Perbedaan ini nyata ($P < 0,05$) antara perlakuan D yang jauh lebih lembut dibandingkan perlakuan lainnya A, B dan C (Tabel 1). Pada pemotongan II, rata-rata skor kelembutan tekstur daging pada perlakuan A = 2,80, B = 2,76, C = 2,87 dan D = 2,80. Perbedaan ini tidak nyata ($P > 0,05$) di antara perlakuan (Tabel 2). Dalam hal ini enzim papain yang terkandung dalam paya merupakan enzim proteolitik (Winarno, 1983) yang diedarkan oleh darah ke seluruh tubuh melalui peredaran darah dalam waktu yang relatif singkat (1/2 jam) dapat memecah protein otot daging, sehingga tekstur daging menjadi lebih lembut. Mekanisme/kerja dari enzim proteolitik telah dilaporkan oleh Harper (1971) bahwa pada umumnya serabut-serabut otot daging disusun antara lain oleh dua macam protein utama yaitu miosin dan aktin, masing-masing protein ini berperan dalam kontraksi otot. Miosin adalah protein yang terbanyak proporsinya dalam otot daging. Secara kimiawi miosin dan aktin dapat berikatan untuk membentuk suatu protein yang kompleks yaitu aktomiosin.

Protein ini membentuk benang-benang yang berkontraksi terus menerus (memerlukan ATP). Relaksasi dan kontraksi otot menyebabkan putusanya ikatan protein otot daging yaitu aktomiosin menjadi aktin dan miosin. Dengan pecahnya protein otot daging maka tekstur daging menjadi lebih lembut (Forrest *et al.*, 1975).

Sebagai perbandingan, bahwa pemberian papain pada permukaan daging menghasilkan tingkat kelembutan yang berbeda-beda diantara permukaan luar dan dalam dari daging, ternyata permukaan luarnya lebih lembut dibandingkan dengan bagian dalamnya (Miller, 1958). Lebih jauh Sudihartha (1985) melaporkan bahwa penambahan konsentrasi papain yang berbeda-beda (0 sampai 175 ppm/kg daging) pada permukaan daging menghasilkan tekstur daging yang berbeda-beda pula dan konsentrasi papain yang semakin tinggi menghasilkan tekstur daging yang semakin lembut pula. Dengan demikian papain yang terkandung dalam paya yang diinjeksikan intravena pada ternak cenderung menghasilkan daging yang teksturnya lembut pada seluruh dagingnya karena papain tersebut dapat diedarkan secara merata ke seluruh tubuh lewat peredaran darahnya dan ke seluruh bagian otot daging lewat cairan jaringan.

Pada pemotongan II (24 jam setelah injeksi larutan paya), tekstur daging tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) di antara perlakuan (A, B, C dan D yang secara berturut-turut adalah 0, 20, 40 dan 60% larutan paya). Hal ini mungkin disebabkan oleh fungsi darah yang antara lain adalah sebagai pengencer dari papain yang dalam waktu relatif cukup lama (24 jam) telah dapat menetralkan papain (Goesser, 1961) dan Robinson & Goesser, 1962, dikutip oleh Winarno, 1983) sehingga enzim papain tidak dapat bekerja lagi secara efektif dalam memecah protein otot daging. Disamping itu

mungkin papain/paya tersebut telah diserap kembali oleh dari otot daging dalam proses metabolisme tubuh dan diekskresikan melalui alat-alat ekskresi, sehingga tidak ada pengaruhnya lagi terhadap otot daging, karena efektivitas kerja enzim papain adalah 15-30 menit (Wilka, dikutip oleh Putra, 1973). Hipertrofi yang terjadi pada serabut-serabut otot daging (pada ternak-ternak tua) sebagai akumulasi dalam jumlah yang cukup besar dari bahan-bahan penyusun serabut-serabut otot tersebut yaitu protein aktin dan miosin, ATP, mitokondria dan zat gula memungkinkan pula daging menjadi kurang lembut (McCuley, 1971).

Injeksi 60% larutan paya sebanyak 2 cc ke dalam satu vena saja di bagian bawah kanan atau kiri telah menyebabkan *shock* kematian ayam (uji coba dilakukan pada ternak ayam sejenis yang tidak dipakai penelitian) beberapa detik (10-15 detik) setelah injeksi dilakukan. *Shock*/kematian ini mungkin disebabkan oleh terjadinya sumbatan pembuluh darah vena karena konsentrasi paya yang cukup tinggi (60%) dalam satu saluran pembuluh darah vena sehingga menghalangi peredaran darah yang kembali ke jantung, akibatnya jantung kekurangan darah dan tidak dapat berfungsi secara normal. Dengan demikian, pada penelitian ini injeksi dengan 60% larutan paya sebanyak 2 cc (perlakuan D) intravena pemberiannya diatur masing-masing 1 cc diinjeksikan pada vena bagian bawah sayap kanan dan kiri. Dengan cara ini semua ayam dengan perlakuan D dapat hidup sebagaimana biasa sampai akhir penelitian, sedangkan perlakuan lainnya (A, B dan C) dapat diinjeksikan pada salah satu vena saja di bawah sayap tanpa menyebabkan *shock*/kematian.

Nilai faali rata-rata darah yang terdiri dari sel-sel darah merah, hemoglobin (Hb) dan *packed cell volume* (PCV) pada pembedahan I adalah sebagai berikut: a). Sel-sel darah merah (μm^3 darah): perlakuan

A = 6,63, B = 2,30, C = 2,41 dan D = 2,55. Perbedaan ini tidak nyata ($P > 0,05$) diantara perlakuan (Tabel 1). b). Hb (g/100ml darah): perlakuan A = 8,27, B = 8,05, C = 8,03, dan D = 9,60. Perbedaan ini tidak nyata ($P > 0,05$) diantara perlakuan (Tabel 1). c). PCV : perlakuan A = 28,33, B = 26,67, C = 26,67, dan D = 28,33. Perbedaan ini tidak nyata ($P > 0,05$) diantara perlakuan (Tabel 1). Pada pembedahan II : a). Sel-sel darah merah: perlakuan A = 2,44, B = 2,07, C = 2,09 dan D = 2,02. Jumlah sel-sel darah merah perlakuan A lebih tinggi/banyak dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan lain yaitu B, C dan D (Tabel 2). b). Hb: perlakuan A = 7,92, B = 7,54, C = 8,88 dan D = 7,83. c). PCV : perlakuan A = 27,67, B = 27,67, C = 26,33 dan D = 25,67. Perbedaan ini tidak nyata ($P > 0,05$) diantara perlakuan (Tabel 2). Gambaran/nilai fisiologi darah ayam dari semua perlakuan baik pada pembedahan I maupun II tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) kecuali jumlah sel-sel darah merah perlakuan A pada pembedahan II lebih banyak dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya (B, C dan D). Kemungkinan hal ini disebabkan oleh terjadinya hemolisis (pecahnya dinding sel-sel darah merah) pada perlakuan B, C dan D. Telah diketahui bahwa sebuah sel terdiri dari air, garam-garam protein, lemak, karbohidrat, DNA, RNA dan lain lain (Giese, 1967). Protein ini di samping terdapat dalam stroma juga terdapat pada dinding sel (Swenson *et al.*, 1970). Lebih jauh Lamb *et al.*, (1980) mengatakan bahwa dinding sel terdiri dari dua lapisan fosfolipida yang masing-masing dilapisi oleh protein baik bagian luar maupun bagian dalamnya. Keberadaan paya atau papain (enzim proteolitik) dalam darah dalam waktu yang relatif lama akan memungkinkan pula pecahnya dinding sel-

Tabel 1. Pengaruh berbagai konsentrasi paya terhadap tekstur daging dan nilai faali darah ayam petelur tua (1/2 jam setelah injeksi larutan paya)

Perlakuan	kelembutan tekstur daging (skor)	sel-sel darah merah (juta/mm ³ darah)	Hb (g/100 ml darah)	PCV (%)
A	2,83 ^a	2,63	8,27	28,33
B	2,83 ^a	2,30	8,05	26,67
C	2,73 ^a	2,41	8,03	26,67
D	3,00 ^b	2,55	9,60	28,33

Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P \leq 0,05$)

Tabel 2. Pengaruh berbagai konsentrasi paya terhadap tekstur daging dan nilai faali darah ayam petelur tua (24 jam setelah injeksi larutan paya)

Perlakuan	kelembutan tekstur daging (skor)	sel-sel darah merah (juta/mm ³ darah)	Hb (g/100 ml darah)	PCV (%)
A	2,80	2,44 ^b	7,92	27,67
B	2,67	2,07 ^a	7,54	27,67
C	2,87	2,09 ^a	8,88	26,33
D	2,80	2,02 ^a	7,83	25,67

Nilai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P \leq 0,05$)

sel darah merah. Dengan demikian, jumlah sel-sel darah merah persatuan volume (mm³) akan berkurang juga. Nilai masing-masing Hb dan PCV tersebut di atas cenderung turun pada ayam yang diinjeksi larutan paya. Namun demikian, nilai-nilai tersebut masih berada dalam kisaran normalnya masing-masing sesuai dengan apa yang dilaporkan oleh Swenson dkk. (1970), Newell & Shaffner (1950, dikutip oleh Sturkie, 1965) dan Sturkie (1965).

Kesimpulan

Pemberian/injeksi 60% larutan paya sebanyak 2cc secara intravena sebelum ternak ayam dipotong (*antemortem*) dapat meningkatkan kelembutan tekstur daging.

Nilai faali darah ayam baik pada pemotongan I (1/2 jam setelah diinjeksi larutan paya) maupun II (24 jam setelah diinjeksi larutan paya) masih berada dalam kisaran nilai-nilai normalnya masing-masing.

Daftar Pustaka

- Cover, S and W.H. Smith. 1956. The effect of two methods of cooking on palatability scores, shear force value, and collagen content of two beef cuts. *Fd. Res.* 21 : 312.
- Field, R.A., G.E. Neims and C.O. Schoonover. 1966. Effect of age, marbling and sex on palatability of beef. *J. Anim. Sci.* 25 : 360.
- Forrest, J.C., E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge and R.A. Merkel. 1975. *Principles of Meat Science*. W.H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Giese, A.C. 1968. Cell physiology. 3rd ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia. London. Toronto.
- Goll, D.E., R.W. Bray and W.G. Hoekstra. 1963. Age associated changes in muscle composition. The isolation properties of collagenous residue from bovine muscle. *J. Fd. Sci.* 28 : 503.
- Harper, H.A. 1971. *Review of Physiological Chemistry*. Lange Medical Publikation. Los Altos, California.
- Hertami-Djarmika. 1982. Pepaya, budidaya, guna dan hasil pengolahannya. C.V. Yasa Guna Jakarta.
- Hunsley, R.E., R.L. Vetter, E.A. Kline and W. Burroughs. 1976. Effect of age, sex on quality, tenderness and collagen content of bovine *Longissimus dorsi* muscle. *J. Anim. Sci.* 26 (4): 1469 (Abstr).
- Lamb. J.F., C.G. Ingram, I.A. Jolston and R.M. Pitman. 1980. *Essentials of physiology*. Blackwell Sci. Pub. Oxford. London. Edinburgh. Boston. Melbourne.
- McCuley, W.J. 1971. *Vertebrate physiology*. W.B. Saunders Co. Philadelphia. London. Toronto.
- Miller, A.R. 1958. Meat tenderizer. *Meat Hygiene* 2nd ed. Lea & Febiger. Philadelphia. 176: 287-292.
- Putra, I.G.G. 1973. Pengaruh papain terhadap kelembutan daging dan kemungkinan penggunaan dalam teknologi daging. Skripsi sarjana Fakultas Kedokteran Hewan dan Peternakan Universitas Udayana, Denpasar.
- Reynolds, J.E.F. 1982. Martindale. The extra pharmacopoeia. 20th ed. The pharmaceutical press. London.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1961. *Statistical methods*. 5th ed. The Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa. USA.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. *Principles and Procedures of statistics*. McGraw Hill Book Co. Inc. Toronto. London.
- Sturkie, P.D. 1965. *Avian physiology*. 2nd ed. Comstock Pub. Ass. Cornell Univ. Press, Ithaca, N.Y.
- Sudhiartha, P. 1985. Pengaruh penambahan papain kasar terhadap tekstur dan penerimaan sosis daging babi induk. Skripsi Sarjana Peternakan, Fak. Peternakan, Unid., Denpasar.
- Swenson, M.J. 1970. *Duke's physiologi of domestic animals*. 8th ed. Comstock. Pub. Ass. Cornell Univ. Press, Ithaca & London.
- Winarno, F.G. 1983. *Enzim pangan*. PT. Gramedia Jakarta.