

## HUBUNGAN ANTARA METODE PELAYUAN DAN PEMASAKAN DENGAN KUALITAS DAGING SAPI PERANAKAN FRIESIAN HOLSTEIN JANTAN

Soepamo \*

### ABSTRAK

Enam (6) ekor sapi peranakan *Friesian Holstein* jantan umur lebih kurang 1,5 tahun dengan kondisi sedang, dipotong. Karkas dibelah menjadi dua, yaitu belahan kiri dan kanan. Enam (6) belahan karkas dilayukan dengan penggantungan pada tendo *Achilles* dan enam (6) belahan lainnya dilayukan dengan penggantungan pada pelvik sebagai pelayuan regang. Pelayuan dilakukan pada temperatur kamar (lebih kurang 28°C) selama 12 jam. Otot daging yang dipilih untuk pengujian komposisi kimia dan kualitas fisik adalah *Longissimus dorsi* (LD), *Biceps femoris* (BF), *Semitendinosus* (ST), dan *Semimembranosus* (SM). Parameter yang diamati meliputi kadar air, protein, lemak, abu, keempukan, susut masak (*cooking loss*) dan pH daging. Sebagian sampel adalah otot daging mentah dan sebagian lainnya dimasak pada temperatur 60°C, 70°C atau 80°C selama satu jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pelayuan tidak mempunyai hubungan yang erat dengan komposisi kimia daging (kadar air, protein, lemak dan abu), keempukan, *cooking loss* dan pH. Macam daging mempunyai hubungan yang erat dengan komposisi kimia daging ( $R^2 = 0,288$ ). Sumbangan efektif yang terbesar adalah kadar lemak (16,08%), kemudian kadar protein (7,93%), abu (3,55%) dan kadar air (1,27%). Macam daging mempunyai hubungan yang erat dengan *cooking loss* dan pH daging ( $R^2 = 0,412$  dan  $0,333$ ) dan tidak berhubungan dengan keempukan ( $R^2 = 0,080$ ). Untuk *cooking loss*, sumbangan efektif yang terbesar adalah *cooking loss* 80°C (22,54%), dan untuk pH adalah pH daging yang dimasak pada temperatur 80°C (15,76%).

### PENDAHULUAN

Kualitas daging dapat ditentukan mulai dari ternaknya hingga penanganan pasca pemotongan. Perlakuan pasca pemotongan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara termasuk metode pelayuan dan pemasakan yang berbeda. Di Indonesia, pelayuan karkas atau daging biasa dilakukan pada temperatur tertentu, misalnya 28°C atau temperatur kamar. Di beberapa Rumah Potong Hewan, pelayuan dapat dilakukan pada temperatur dingin sekitar 3°C - 5°C.

Pelayuan bisa menyebabkan melemahnya struktur miofibrilar otot (Davey dan Gilbert, 1969; Davey dan Dickson, 1970), tetapi hanya mempunyai pengaruh yang kecil terhadap sifat-sifat mekanik jaringan konektif (Krugel dan Field, 1971; Pfeiffer *et al.*, 1972). Selama proses pelayuan, jalur-Z (*Z-line*) miofibril termasuk protein-protein miofibrilar dan serabut kontraktil didegradasi oleh enzim-enzim proteolitik, yaitu proteinase netral dan katepsin (Etherington, 1984; Judge *et al.*, 1989).

Komposisi kimia daging dapat mengalami perubahan selama pemasakan (Judge *et al.*, 1989). Demikian pula *cooking loss*, keempukan dan pH daging dapat mengalami perubahan selama pemasakan (Bouton *et al.*, 1971, 1976). Pemasakan menyebabkan perubahan struktur daging, termasuk terjadinya pelunakan jaringan konektif dengan konversi kolagen menjadi gelatin yang diikuti dengan kealotan serabut-serabut otot daging karena koagulasi protein-protein miofibrilar (Draudt, 1972; Lawrie, 1985).

Pada penelitian ini dievaluasi hubungan antara metode pelayuan dan pemasakan yang berbeda dengan kualitas kimia dan fisik daging sapi peranakan *Friesian Holstein* jantan umur lebih kurang 1,5 tahun yang meliputi komposisi kimia (kadar air, lemak, protein dan abu) dan keadaan fisik, yaitu keempukan, *cooking loss* dan pH daging.

\* Staf pengajar jurusan Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan UGM.

## MATERI DAN METODE

Enam (6) ekor sapi peranakan *Friesian Holstein* (PFH) jantan berumur lebih kurang 1,5 tahun dengan kondisi sedang, dipotong. Segera setelah penyiapan karkas dan pembelahan karkas menurut garis punggung menjadi dua belahan yang relatif sama, setiap belahan karkas bagian kiri digantung didalam ruangan pelayuan pada tendo *Achilles* (TA) untuk pelayuan normal, dan setiap belahan karkas bagian kanan digantung pada tulang pelvik untuk pelayuan dengan peregang (pelayuan regang = PR). Jadi seluruhnya berjumlah enam belahan karkas bagian kiri untuk TA dan enam belahan karkas bagian kanan untuk PR.

Otot daging yang dipilih untuk pengujian komposisi kimia dan kualitas fisik adalah otot *Longissimus dorsi* (LD) bagian lumbar, *Biceps femoris* (BF), *Semitendinosus* (ST) dan *Semimembranosus* (SM). Keempat macam otot daging dibagi menjadi empat bagian, sebagian mentah segar dan bagian lainnya dimasak pada temperatur 60°C, 70°C atau 80°C selama satu jam.

Pemasakan dilakukan terhadap sampel daging yang telah ditimbang didalam kantong plastik dan dimasukkan kedalam penangas air pada temperatur perlakuan, yaitu 60°C, 70°C atau 80°C selama satu jam. Sampel daging masak dikeringkan permukaannya dengan kertas isap tanpa tekan, didinginkan pada temperatur kamar dan ditimbang kembali untuk menentukan berat cairan daging yang hilang selama pemasakan yang disebut susut masak (*cooking loss*). Keempukan daging ditentukan dengan menggunakan modifikasi alat Warner-Bratzler (Metode *Shear press*). Pemutusan sampel daging dilakukan tegak lurus terhadap arah serabut daging dengan luas penampang satu cm<sup>2</sup> (0,66 cm x 1,5 cm). Pemotongan sampel daging dilakukan setidak-tidaknya empat kali dan dirata-rata. Keempukan daging dinyatakan dalam kg/cm<sup>2</sup>. pH daging mentah dan masak diuji secara langsung pada temperatur kamar terhadap sampel daging (Bouton *et al.*, 1971). Tiga pencatatan pH dilakukan untuk setiap sampel daging. Nilai rata-rata pencatatan adalah nilai pH sampel daging. Kadar air sampel daging ditentukan dengan pemanasan didalam oven pada temperatur 105°C selama lebih kurang 24 jam atau sampai berat konstan (AOAC, 1975). Kadar protein daging (N x 6,25) ditentukan dengan metode Kjeldahl (AOAC, 1975). Kadar lemak daging ditentukan dengan menggunakan metode Atkinson *et al.* (1972). Ekstraksi lemak dilakukan dengan menggunakan kloroform-meta-nol (2:1) didalam perangkat *soxhlet* selama 12 jam. Kadar abu ditentukan dengan pemanasan pada temperatur 600°C selama 3,5 jam atau sampai sampel berwarna putih didalam tanur listrik (*electrical furnace*)

(AOAC, 1975).

Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan analisis korelasi regresi ganda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan garis regresi ganda hubungan antara metode pelayuan dengan komposisi kimia dan kualitas fisik daging sapi PFH disajikan pada tabel 1, dan persamaan garis regresi hubungan antara macam daging dengan komposisi kimia dan kualitas fisik daging sapi PFH disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Persamaan garis regresi dan koefisien determinasi hubungan antara metode pelayuan tendo *achilles* dan pelayuan regang dengan komposisi kimia dan kualitas fisik daging sapi PFH

Parameter	Persamaan garis regresi	Koefisien determinasi (R <sup>2</sup> )
Komposisi kimia a)	$Y = 6,794 - 0,054X_1 + 0,000003X_2 - 0,056X_3 + 0,025X_4$	0,022
Keempukan b)	$Y = 1,765 - 0,211X_1 - 0,064X_2 + 0,161X_3$	0,045
Cooking loss c)	$Y = 1,360 - 0,000003X_1 - 0,003X_2 + 0,11X_3$	0,0003
pH daging d)	$Y = 5,344 - 0,873X_1 + 0,780X_2 - 0,055X_3$	0,097

- a) Y = metode pelayuan; X<sub>1</sub> = kadar protein; X<sub>2</sub> = kadar lemak; X<sub>3</sub> = kadar air; X<sub>4</sub> = kadar abu  
 b) Y = metode pelayuan; X<sub>1</sub> = keempukan daging masak 60°C; X<sub>2</sub> = keempukan daging masak 70°C; X<sub>3</sub> = keempukan daging masak 80°C  
 c) Y = metode pelayuan; X<sub>1</sub> = *cooking loss* daging masak 60°C; X<sub>2</sub> = *cooking loss* daging masak 70°C; X<sub>3</sub> = *cooking loss* daging masak 80°C  
 d) Y = metode pelayuan; X<sub>1</sub> = pH daging mentah; X<sub>2</sub> = pH daging masak 60°C; X<sub>3</sub> = pH daging masak 70°C; X<sub>4</sub> = pH daging masak 80°C

Pada perlakuan metode pelayuan terhadap komposisi kimia daging diperoleh persamaan garis regresi :  $Y = 6,794 - 0,054X_1 + 0,000003X_2 - 0,056X_3 + 0,025X_4$  dengan koefisien determinasi (R<sup>2</sup> = 0,022) (tabel 1). Metode pelayuan tidak mempunyai hubungan yang erat dengan komposisi kimia, terutama dengan kadar protein, lemak dan abu. Terdapat hubungan positif antara metode

pelayuan dengan kadar protein ( $r = 0,14$ ), kadar lemak ( $r = 0,60$ ) dan kadar abu ( $r = 0,16$ ), dan terdapat hubungan negatif dengan kadar air ( $r = -0,94$ ). Sumbangan efektif yang terbesar adalah kadar air (1,94%), kemudian kadar protein (0,22%), kadar lemak (0,16%) dan kadar abu (0,12%). Metode pelayuan bisa mempengaruhi komposisi kimia daging terutama kadar air jika jumlah *drip* yang hilang secara relatif adalah besar. Kadar air karkas yang tinggi akan memperbesar hilangnya cairan karkas selama pelayuan sebagai *drip*. Jadi banyak sedikitnya *drip*, antara lain tergantung pada kandungan air karkas dan juga komposisi kimia daging serta metode pelayuan yang dipergunakan. Menurut Judge *et al.* (1989), jumlah *drip* yang hilang selama pelayuan, disamping dipengaruhi oleh kandungan air karkas, juga dipengaruhi oleh lemak karkas dan lama pelayuan. Pada penelitian ini, pelayuan yang relatif singkat (12 jam) tidak mempunyai pengaruh yang berarti terhadap perubahan komposisi kimia daging yang diwakili oleh otot LD, BF, ST dan SM.

Persamaan garis regresi hubungan antara metode pelayuan dengan keempukan daging masak 60°C, 70°C dan 80°C adalah:  $Y = 1,765 - 0,211X_1 - 0,064X_2 + 0,161X_3$  dengan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,045$  (tabel 1). Metode pelayuan tidak mempunyai hubungan yang erat dengan keempukan daging masak. Terdapat hubungan negatif antara metode pelayuan dengan keempukan daging masak 60°C ( $r = -0,185$ ) dan daging masak 70°C ( $r = 0,088$ ) serta hubungan positif dengan daging masak 80°C ( $r = 0,059$ ). Lama pelayuan yang relatif singkat, diduga belum mempunyai pengaruh yang berarti terhadap keempukan daging. Proses keempukan daging selama pelayuan lebih banyak ditentukan, antara lain oleh aktivitas dan efektivitas enzim-enzim proteolitik (Etherington, 1984; Judge *et al.*, 1989) pemecah protein miofibril (misalnya aktin, miosin dan kompleks aktomiosin) dan protein jaringan konektif. Diduga, keempukan daging masak lebih banyak ditentukan oleh temperatur dan lama pemasakan.

Persamaan garis regresi hubungan antara metode pelayuan dengan *cooking loss* adalah:  $Y = 1,360 - 0,000003X_1 - 0,003X_2 + 0,011X_3$  dengan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,0003$  (tabel 1). Pelayuan tidak mempunyai hubungan yang erat dengan *cooking loss* yang ditandai dengan sumbangan efektif yang sangat kecil, masing-masing yaitu 0,40% (untuk *cooking loss* 80°C), 0,23% (*cooking loss* 70°C) dan 0,000003% (untuk *cooking loss* 60°C). Pemasakan pada temperatur 80°C ternyata menghasilkan *cooking loss* yang lebih besar dibandingkan dengan pemasakan pada temperatur yang lebih rendah, misalnya 70°C atau 60°C. Bouton *et al.* (1975, 1976) juga melaporkan bahwa *cooking loss* akan lebih besar pada temperatur yang tinggi dibandingkan dengan *cooking loss* pada temperatur

yang lebih rendah. Hubungan antara metode pelayuan dengan *cooking loss* yang tidak erat adalah positif pada temperatur 80°C ( $r = 0,051$ ) dan 60°C ( $r = 0,0003$ ), dan negatif pada temperatur 70°C ( $r = -0,041$ ).

Persamaan garis regresi hubungan antara metode pelayuan dengan pH daging mentah dan pH daging masak pada temperatur 60°C, 70°C dan 80°C adalah:  $Y = 5,344 - 0,873X_1 + 0,780X_2 - 0,055X_3 + 0,104X_4$  dengan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,097$ . Seperti halnya komposisi kimia daging, keempukan dan *cooking loss*, metode pelayuan tidak mempunyai hubungan yang erat dengan pH daging, baik mentah maupun masak pada temperatur 60°C, 70°C dan 80°C. Sumbangan efektif yang terbesar adalah pH daging mentah (6,00%), pH daging masak 80°C (2,17%), pH daging masak 70°C (0,79%) dan pH daging masak 60°C (0,73%), dan terdapat hubungan positif yang tidak erat dengan pH daging masak 60°C ( $r = 0,061$ ) dan pH daging masak 80°C ( $r = 0,150$ ) serta hubungan negatif dengan pH daging mentah ( $r = -0,221$ ) dan pH daging masak 70°C ( $r = -0,100$ ). Menurut Etherington (1984) dan Judge *et al.* (1989), selama proses pelayuan terjadi degradasi ikatan jalur-Z (*Z-line*) miofibril dan jaringan konektif oleh enzim-enzim proteolitik. Degradasi komponen fisik dan kimia daging atau glikolisis pascamerta yang dapat menyebabkan penurunan pH daging, ternyata tidak berhubungan dengan metode pelayuan yang berbeda tetapi diduga berhubungan dengan sifat-sifat fisik dan komposisi kimia daging. pH daging masak juga tidak tergantung pada metode pelayuan, tetapi kemungkinan besar tergantung pada temperatur dan lama pemasakan.

Tabel 2. Persamaan garis regresi dan koefisien determinasi hubungan antara macam daging dengan komposisi kimia dan kualitas fisik daging sapi PFH

Parameter	Persamaan garis regresi	Koefisien determinasi ( $R^2$ )
Komposisi kimia a)	$Y = 9,192 - 0,158X_1 + 0,634X_2 - 0,029X_3 - 1,057X_4$	0,288
Keempukan b)	$Y = 4,300 - 0,442X_1 + 0,511X_2 - 0,714X_3$	0,080
<i>Cooking loss</i> c)	$Y = 11,849 + 0,0003X_1 - 0,127X_2 - 0,158X_3$	0,412
pH daging d)	$Y = 17,035 - 1,361X_1 - 0,22X_2 - 0,505X_3 - 0,598X_4$	0,333

a)  $Y$  = macam otot daging (SM, ST, BF dan LD);  $X_1$  = kadar protein;  $X_2$  = kadar lemak;  $X_3$  = kadar air;  $X_4$  = kadar abu

- b)  $Y$  = macam otot daging;  $X_1$  = keempukan daging masak 60°C;  $X_2$  = keempukan daging masak 70°C;  $X_3$  = keempukan daging masak 80°C
- c)  $Y$  = macam otot daging;  $X_1$  = *cooking loss* daging masak 60°C;  $X_2$  = *cooking loss* daging masak 70°C;  $X_3$  = *cooking loss* daging masak 80°C
- d)  $Y$  = macam otot daging;  $X_1$  = pH daging mentah;  $X_2$  = pH daging masak 60°C;  $X_3$  = pH daging masak 70°C;  $X_4$  = pH daging masak 80°C

Hasil analisis korelasi dan regresi ganda antara macam daging dengan komposisi kimia diperoleh persamaan garis regresi :  $Y = 9,192 - 0,158X_1 + 0,634X_2 - 0,029X_3 - 1,057X_4$ , dengan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,288$  (tabel 2). Terdapat hubungan yang erat ( $P < 0,01$ ) antara macam daging dengan komposisi kimia, dengan sumbangan efektif yang tertinggi adalah kadar lemak (16,08%), kemudian kadar protein (7,93%), kadar abu (3,55%) dan kadar air (1,27%). Kadar lemak mempunyai hubungan yang positif dengan macam daging, sedangkan kadar protein, kadar air dan abu mempunyai hubungan yang negatif. Menurut Bouton *et al.* (1976), adanya perbedaan struktur dan komposisi kimia, terutama kadar lemak, antara lain adalah karena perbedaan tingkat kontraksi miofibril dan serabut kolagen. Tuomy dan Lechnir (1964) telah menyatakan adanya hubungan yang erat antara sifat-sifat mekanik daging mentah dan aktivitas serabut otot dengan komposisi kimia yang sesuai dengan persediaan energi untuk kontraksi, sehingga terdapat perbedaan komposisi kimia, terutama kadar lemak diantara otot daging. Kadar lemak dan kadar air karkas telah terbukti mempunyai hubungan yang erat dengan berat atau komposisi kimia karkas (Soeparno dan Davies, 1987), jadi juga mencerminkan adanya hubungan yang erat antara macam daging dengan komposisi kimianya.

Persamaan garis regresi ganda hubungan antara macam daging dengan keempukan daging masak 60°C, 70°C dan 80°C adalah :  $Y = 4,300 - 0,422X_1 + 0,511X_2 - 0,714X_3$ , dengan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,080$  (tabel 2). Macam daging tidak mempunyai hubungan yang erat dengan keempukan. Terdapat hubungan positif antara macam daging dengan keempukan daging masak 70°C ( $r = 0,056$ ) dan hubungan negatif dengan keempukan daging masak 60°C ( $r = -0,165$ ) serta keempukan daging masak 80°C ( $r = -0,208$ ). Sumbangan efektif yang terbesar adalah keempukan daging masak 80°C (4,22%), kemudian keempukan daging masak 60°C (2,95%) dan keempukan daging masak 70°C (0,85%). Keempukan daging masak banyak ditentukan oleh temperatur dan lama pemasakan serta aktivitas otot sewaktu ternak masih hidup (Lawrie, 1985; Judge *et al.*, 1989), sedangkan variasi keempukan banyak ditentu-

tukan oleh nilai kompresi (kealotan jaringan konektif), *cooking loss* (berhubungan dengan jus daging), dan nilai daya putus Warner-Bratzler (kealotan miofibrilar) (Bouton *et al.*, 1975), serta tidak banyak ditentukan oleh macam daging.

Pada hubungan antara macam daging dengan *cooking loss* daging masak 60°C, 70°C dan 80°C diperoleh persamaan garis regresi :  $Y = 11,819 + 0,0003X_1 - 0,127X_2 - 0,158X_3$ , dengan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,412$  (tabel 2). Macam daging mempunyai hubungan yang erat dengan *cooking loss* ( $P < 0,01$ ). Macam daging mempunyai hubungan negatif dengan *cooking loss* daging masak 60°C ( $r = -0,180$ ), *cooking loss* 70°C ( $r = -0,479$ ) dan *cooking loss* 80°C ( $r = -0,517$ ). Sumbangan efektif yang terbesar adalah *cooking loss* daging masak 80°C (22,54%), kemudian *cooking loss* 70°C (18,80%) dan *cooking loss* 60°C (0,024%). *Cooking loss* dipengaruhi oleh temperatur dan lama pemasakan, tingkat kontraksi otot daging, kontraksi miofibril dan panjang potongan serabut otot daging (Bouton *et al.*, 1975, 1976), jadi macam daging juga mempunyai pengaruh terhadap besar kecilnya *cooking loss*.

Macam daging mempunyai hubungan yang erat dengan pH daging mentah, pH daging masak 60°C, 70°C dan 80°C, dengan persamaan garis regresi :  $Y = 17,035 - 1,361X_1 - 0,220X_2 - 0,505X_3 - 0,598X_4$ , dan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,333$  (tabel 2). Sumbangan efektif yang terbesar adalah pH daging masak 80°C (15,76%), kemudian pH daging masak 70°C (12,28%), pH daging mentah (4,98%) dan pH daging masak 60°C (0,29%). Macam daging mempunyai hubungan negatif dengan pH. Perbedaan pH diantara otot daging dipengaruhi, antara lain oleh tingkat kontraksi otot sewaktu ternak masih hidup, kekuatan miofibril, cadangan energi otot dan produksi asam laktat pascamerta (Swatland, 1984; Judge *et al.*, 1989), jadi macam daging juga mempengaruhi tinggi rendahnya pH. pH daging masak berhubungan dengan daya ikat air oleh protein daging masak, sehingga perubahan (kenaikan) pH selama pemasakan bisa merupakan fungsi dari pH daging mentah yang antara lain tergantung pada macam otot daging.

## KESIMPULAN

Metode pelayuan tidak mempunyai hubungan yang erat dengan komposisi kimia daging, yaitu kadar air, protein, lemak dan abu (koefisien determinasi,  $R^2 = 0,022$ ), dengan keempukan ( $R^2 = 0,045$ ), dengan *cooking loss* ( $R^2 = 0,0003$ ), dan dengan pH ( $R^2 = 0,097$ ).

Macam daging mempunyai hubungan yang erat dengan komposisi kimia daging ( $R^2 = 0,286$ ) dan sumbangan efektif yang terbesar adalah kadar lemak (16,08%). Macam

daging tidak mempunyai hubungan yang erat dengan keempukan ( $R^2 = 0,080$ ), dan mempunyai hubungan yang erat dengan *cooking loss* ( $R^2 = 0,412$ ), serta dengan pH daging mentah dan masak ( $R^2 = 0,333$ ). Sumbangan efektif yang terbesar untuk *cooking loss* adalah *cooking loss* daging masak  $80^\circ\text{C}$  (22,54%), dan untuk pH adalah pH daging masak  $80^\circ\text{C}$  (15,76%).

#### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 1975. Official Method of Analysis. 12 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Atkinson, T., V.R. Fowler, G.A. Garton dan A. Lough. 1972. A rapid Method for the Accurate Determination of lipid in Animal Tissue. *Analyst*, London, 97:562.
- Bouton, P.E., A.L. Ford, P.V. Harris dan D. Ratcliff, 1975. Objective-Subjective Assessment of Meat Tenderness. *Journal of Texture Studies*, 6:315.
- Bouton, P.E., P.V. Harris dan W.R. Shorthose, 1971. Effect of Ultimate pH upon the Water-Holding Capacity and Tenderness of Mutton. *Journal of Food Science*, 36:435.
- Bouton, P.E., P.V. Harris dan W.R. Shorthose, 1976. Factors Influencing Cooking Losses from Meat. *Journal of Food Science*, 41:1092.
- Davey, C.L. dan M.R. Dickson, 1970. Studies in Meat Tenderness. 7. Changes in the Fine Structure of Meat during Aging. *Journal of Food Science*, 34:69
- Davey, C.L. dan M. R. Dickson, 1970, Studies in Meat Tenderness 8. Ultra Structural Changes in Meat during Aging. *Journal of Food Science*, 35: 56.
- Draudt. H.N., 1972. Changes in Meat during Cooking. Proc. 25th Annual Reciprocal Meat Conference of the American Meat Association. Iowa State University, p.243.t
- Etherington, D.J., 1984. The Contribution of Proteolytic Enzymes to Postmortem Changes in Muscle. *Journal of Animal Science*, 59:1644.
- Judge, M.D., E.D. Aberle, J.C. Forrest, H.B. Hedrick dan R.A. Merkel, 1989. Principles of Meat Science. 2nd ed. Kendall / Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.
- Kruggel, W.G. dan R.A. Field, 1971. Soluble Intramuscular Collagen Characteristics from Stretched and Aged Muscle. *Journal of Food Science*, 36:317.
- Lawrie, R.A., 1985. Meat Science. 4th ed. Pergamon Press.
- Pfeiffer, N.E., R.A. Field, T.R. Varnell, W.G. Kruggel dan I.I. Kaiser, 1972. Effects of Postmortem Aging and Stretching on the Macromolecular Properties of Collagen. *Journal of Food Science*, 37:897.
- Soeparno dan H.L. Davies, 1987. Studies on the Growth and Carcass Composition in Daldale Wether Lambs. I. The Effect of Dietary Energy Concentration and Pasture Species. *Australian Journal of Agricultural Research*, 38:403.
- Swatland, H.J. 1984. Structure and Development of Meat Animals. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Tuomy, J.M. dan R.J. Lechnir, 1964. Effect of Cooking Temperature and Time on the Tenderness of Pork. *Food Technology*, 18:219.