

PERUBAHAN KARAKTERISRIK FISIK PADA DAGING KELINCI KARENA PERBEDAAN UMUR, WAKTU DAN TEMPERATUR PEMASAKAN

Oleh:

Rismi

Dosen Luar Biasa, Jurusan Penyuluhan Peternakan, STPP Bogor

ABSTRACT

The study was conducted to know physical characteristic changes due to differences of age, cooking time and temperature combination in native rabbit meat. Six male native rabbits were used 3 rabbit of 2 months and 3 rabbit of 4 months, they were processed into carcasses.

All carcasses were split into two sides, and each side was cut into 5 combination of treatments; fresh 80°C, 30 minutes cooking, 80°C, 60 minutes cooking, 90°C, 30 minutes cooking, 90°C, 60 minutes cooking. The physical characteristic changes of meat were focused on pH, WHC, cooking loss and tenderness. The treatment effects of different ages, cooking time and temperature combination were analyzed by 2x5 factorial of variance analysis. First factor is hare, consist of 2 level that is 2 months and 4 months. [both/ second] Factor is ripening temperature and time, consist of 5 level that is raw, cooked [at] temperature 80°C during 30 minute, 80°C during 60 minute, 90°C during 30 minute, and 90°C during 60 minute so that there are 10 set of attempt.

The result indicated that rabbit age, cooking time, and temperature combination affected significantly on physical property of native rabbit meat. There were interaction between three factor of treatment on pH, WHC, cooking loss and meat tenderness.

Increasing age of rabbit enhanced the pH, WHC of meat significantly, but it decreased cooking loss and meat tenderness. The increasing time of cooking decreased pH and cooking loss, but enhanced increased WHC and meat tenderness.

Keywords: *Physical characteristic, temperature, WHC (Water Holding Capacity), cooking loss.*

PENDAHULUAN

Kelinci merupakan jenis ternak *Ruminansia* yang memanfaatkan pakan hijauan secara efisien. Ternak kelinci memiliki potensi yang besar untuk dijadikan ternak penghasil daging, selain mudah dalam pemeliharaan juga cepat berkembang biak.

Untuk memenuhi kebutuhan gizi yang bersumber dari daging ternak terutama protein hewani, kelinci mempunyai potensi yang besar sebagai sumber protein. Secara teoritis seekor induk kelinci dapat menghasilkan 80 kg daging dalam satu

tahun, namun dalam prakteknya tidak sedemikian tinggi (Farrel, 1984).

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas daging, baik kualitas fisik maupun kimia. Faktor yang mempengaruhi tersebut antara lain umur, jenis otot, waktu dan temperatur pemasakan (Lawrie, 1979; Soeparno, 1990).

Komposisi kimia mempunyai hubungan yang erat dengan kualitas fisik daging (Setiyono, 1987). Lebih jauh dikemukakan bahwa variasi komponen daging terbesar terdapat pada jumlah lemak. Lemak telah dikenal sebagai komponen

daging yang bervariasi sehingga kualitas fisik daging banyak ditentukan oleh kadar lemaknya.

Protein merupakan penyusun jaringan daging dan mempunyai peranan yang sangat besar terhadap perubahan nilai karakteristik daging, sedangkan jenis otot berhubungan dengan jumlah jaringan ikat dan fungsi otot yang dapat berbeda menghasilkan asam laktat. Kedua hal tersebut akan berpengaruh terhadap pH, daya ikat air, susut masak, dan keempukan daging (Bouton *et al.*, 1971; Lawrie, 1979).

Perubahan terhadap struktur protein daging oleh panas akan mempengaruhi nilai pH, daya ikat air, susut masak, dan keempukan daging yang besarnya tergantung dari waktu dan temperatur pemasakan (Soeparno, 1991). Lamanya pemasakan dalam penangas air bervariasi dari 30 menit sampai 24 jam. Temperatur pemasakan juga bervariasi dari 45°C sampai 90°C, temperatur 80°C adalah temperatur yang ideal untuk pemasakan daging (Soeparno, 1994).

Pengaruh pemasakan terhadap perubahan komposisi kimia dan karakteristik fisik daging kelinci menunjukkan bahwa pemasakan dapat mengubah komposisi kimia daging terutama protein. Lama pemasakan mempengaruhi solubilitas kolagen, sedangkan temperatur berpengaruh terhadap kekuatan *miofibrilar* (Lawrie, 1979).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perubahan karakteristik fisik daging kelinci akibat pengaruh perbedaan umur, waktu, dan temperatur pemasakan melalui pengujian pH, *water holding capacity* (WHC), susut masak, dan keempukan daging.

METODE PENELITIAN

A. Materi

Penelitian ini menggunakan kelinci jenis *New Zealand White* jantan umur 2 bulan dan 4 bulan. Berat badan rata pada

umur 2 bulan sekitar 2 kg dan umur 4 bulan 3 kg (Calvert, 1973).

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan-bahan untuk analisis proksimat yaitu kadar air, protein, lemak, mineral dan kolagen

Peralatan yang digunakan untuk perlakuan yaitu *water-bath*, termometer dan peralatan untuk analisis sampel adalah pH meter.

B. Metode

Pemeliharaan kelinci dilakukan sampai berumur 4 bulan. Pemotongan dilakukan 2 tahap yaitu pada saat kelinci berumur 2 bulan dan 4 bulan. Sebelum pemotongan dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat hidup masing-masing.

Kelinci jantan berjumlah 6 ekor masing-masing 3 ekor berumur 2 bulan dan 3 ekor berumur 4 bulan dipotong dan diproses menjadi 6 sampel sebagai replikasi untuk uji kualitas fisik daging merupakan data utama dan uji komposisi kimia diambil 3 replikasi sebagai data pendukung. Dari 6 sampel tersebut dipotong menjadi 5 bagian yaitu kondisi mentah, 80°C, 30 menit, 80°C 60 menit, 90°C, 30 menit, 90°C 60 menit.

Metoda pemasakan sampel dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Sampel-sampel yang dipergunakan dipotong berbentuk balok lebih kurang seberat 50 gram.
2. Dimasukan kedalam kantong plastik *polietelina* yang diklip secara ketat.
3. Sampel dimasak dengan mencelupkan seluruhnya didalam penangas air dengan temperatur dan lama pemasakan terkontrol sesuai dengan perlakuan yaitu pada temperatur 80°C dan 90°C masing-masing selama 30 menit dan 60 menit.
4. Setelah pemasakan selesai kantong-kantong sampel daging diangkat dari penangas air dan didinginkan didalam air yang mengalir pada suhu ruang.
5. Sampel daging masak dikeringkan permukaannya dengan kertas isap tanpa ditekan dan ditimbang kembali untuk

menentukan susut masak. Kemudian sampel daging disimpan satu malam untuk pengujian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH, dan WHC meningkat dengan bertambahnya umur ternak, sedangkan nilai keempukan daging mengalami penurunan.

Nilai pH, WHC, susut masak, dan keempukan daging kelinci umur 2 bulan adalah 5.64, 25,10%, 14,82% dan 0,67 kg/cm². Sedangkan pH, WHC, susut masak, dan keempukan daging kelinci umur 4 bulan adalah 5.76, 26,12%, 13,74% dan 0,59 kg/cm².

Nilai karakteristik daging mengalami perubahan akibat perlakuan kombinasi waktu dan temperatur pemasakan dari 80°C ke 90°C dan lama waktu 30 menit sampai 60 menit, menyebabkan kenaikan nilai pH, susut masak, dan keempukan daging sedangkan WHC mengalami penurunan.

Nilai pH pada pemasakan 80°C, 30 menit, 80°C, 60 menit, 90°C, 30 menit, 90°C, 60 menit adalah 5.68, 5.86, 5.72, 5.80. Nilai WHC pada pemasakan 80°C, 30 menit, 80°C, 60 menit, 90°C, 30 menit, 90°C, 60 menit adalah 28.50, 28.36, 17.54, dan 26.68%.

Nilai susut masak pada 80°C, 30 menit, 80°C, 60 menit, 90°C, 30 menit, 90°C, 60 menit adalah 14.32, 10.84, 19.16, dan 20.26%. Sedangkan pemasakan 80°C, 30 menit, 80°C, 60 menit, 90°C, 30 menit, 90°C, 60 menit adalah 0.65, 0.73, 0.69% dan 0.82 kg/cm².

Kadar air daging kelinci umur 2 bulan lebih tinggi dibandingkan dengan daging kelinci umur 4 bulan. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (1990), yang menyatakan bahwa otot ternak muda mempunyai kadar air yang relatif tinggi dan menurun dengan meningkatnya maturitas. Akibatnya konsentrasi protein meningkat sesuai dengan maturitas. Menurut (Lawrie, 1995) dengan bertambahnya umur kenaikan sarkoplasma kurang berarti sementara kadar air dan stroma menurun.

Penimbunan lemak dengan bertambahnya umur ternak juga berpengaruh terhadap kandungan air.

Ada hubungan negatif antara lemak dan kadar air, bila kadar lemak naik, maka kadar air dalam karkas akan turun. Hal ini sesuai dengan pendapat (Lawrie, 1979) bahwa kandungan air dalam karkas mempunyai hubungan negatif dengan kadar lemak dan mempunyai hubungan positif dengan kadar protein.

Pengaruh pemasakan terhadap kadar air sangat nyata (P < 0.01). Pemasakan menyebabkan pengkerutan daging sehingga air banyak keluar dari daging selain itu air juga banyak menguap selama pemasakan. Kehilangan air dari daging mentah dan daging yang sudah dimasak diikuti dengan penurunan ruang antara grup serabut otot dan antara individu serabut serta penyusutan diameter urat daging.

Kadar air pada temperatur pemasakan 90°C selama 30 menit berbeda nyata (P < 0.05) dengan kadar air pemasakan 80°C, 30 menit, 80°C, 60 menit, dan 90°C, 60 menit.

Tabel 1. Kadar air daging kelinci

Umur (bulan)	Daging mentah dan masak				
	Mentah	80°C, 30'	80°C, 60'	90°C, 30'	90°C, 60'
2	72.45	64.50	66.25	60.72	65.74
4	70.43	61.92	62.86	61.74	64.52

Kehilangan air yang lebih besar pada temperatur pemasakan 90°C selama 30 menit menunjukkan bahwa kondisi tersebut daging sudah kurang mampu mengikat air, akan tetapi pada pemasakan yang diperlama sampai 60 menit ternyata kadar air meningkat, ini berarti pada daging tersebut terjadi perubahan komponen daging sehingga daging mampu menahan air.

WHC yang tinggi disebabkan karena perubahan kolagen menjadi gelatin dan bentuk gel ini dapat menahan air. Perbedaan kehilangan air secara nyata juga terjadi antara temperatur pemasakan 80°C selama 30 menit dengan temperatur pemasakan 90°C selama 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lama waktu dan temperatur yang ekstrim sangat berpengaruh terhadap kadar air.

Soeparno, 1994 menyatakan bahwa kolagen dalam daging mengikat *miofibril* bersama-sama dan dapat mengalami disintegrasi oleh perlakuan pemanasan. Pemasakan daging selama 60 menit pada temperatur 80°C akan mendegradasi kolagen yang sebelumnya telah mengalami pembengkakan dan pengkerutan (Lawrie, 1979).

Hasil penelitian terhadap kadar protein menunjukkan bahwa umur tidak berpengaruh terhadap kadar protein daging. Pengaruh temperatur terhadap kadar protein daging adalah sangat nyata ($P < 0.01$). Kadar protein daging meningkat pada temperatur pemasakan sampai 90°C selama 30 menit, kadar protein menurun dengan memperpanjang waktu pemasakan sampai 60 menit.

Kenaikan kadar protein akibat pengaruh temperatur dan waktu pemasakan sangat dipengaruhi oleh hilangnya air selama pemasakan. Komposisi kimia daging dapat berubah karena pemasakan. Daging masak akan mempunyai kadar protein lemak dan mineral yang lebih tinggi dibanding daging mentah sebagai akibat hilangnya cairan selama pemasakan.

Kadar protein meningkat pada temperatur pemasakan 90°C, 30 menit. Keadaan ini diperkirakan karena protein belum mengalami denaturasi secara sempurna terhadap jenis protein yang stabil terhadap panas. Hal ini direfleksikan dengan kadar protein yang rendah pada daging yang dimasak lebih lama sampai 60 menit. Diasumsikan bahwa ada hubungannya dengan kadar air yang meningkat pada kondisi pemasakan tersebut. Lawrie (1995), menyatakan bahwa pemasakan pada temperatur 107 dan 155°C terjadi kerusakan protein atau kerusakan asam-asam amino yang terjadi pada kisaran temperatur tersebut.

Umur, waktu, dan temperatur pemasakan berpengaruh nyata terhadap kadar lemak daging ($P < 0.05$), sedangkan interaksi antara kedua faktor tersebut menunjukkan perbedaan tidak nyata.

Kadar lemak daging kelinci pada umur 3 dan 4 bulan menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$) pada temperatur pemasakan 90°C selama 30 menit. Perbedaan ini diperkirakan karena pelelehan lemak terhalang oleh kadar protein yang berikatan dengan partikel-partikel lemak.

Tabel 2. Kadar protein daging kelinci

Umur (bulan)	Daging mentah dan masak				
	Mentah	80°C, 30'	80°C, 60'	90°C, 30'	90°C, 60'
2	21.03	26.08	24.78	25.32	25.18
4	19.87	24.03	23.18	25.58	24.45

Karakter Fisik Daging Kelinci

1. pH Daging

Nilai pH daging kelinci umur 2 bulan berbeda nyata dengan pH daging kelinci umur 4 bulan ($P < 0.05$). Menurut Soeparno, 1994, cadangan *glikogen* pada ternak muda lebih rendah dari pada ternak tua. Setelah hewan dipotong *glikogen* otot akan mengalami glikolisis secara enzimatis dan akan menghasilkan asam laktat yang akan menyebabkan perubahan pH daging (Forrest *et al.*, 1975). Penimbunan asam laktat akan berhenti setelah cadangan glikogen menjadi habis (Soeparno, 1994). Rendahnya cadangan glikogen otot menyebabkan proses glikolisis anaerob terbatas dan mengakibatkan penurunan pH sangat kecil karena pembentukan asam laktat relatif sedikit. Rerata pH adalah 5,7.

Otot kelinci umur 4 bulan mengandung lemak lebih banyak sebagai sumber energi dengan glikogen lebih rendah.

Nilai pH menunjukkan perbdaan nyata pada semua pemasakan, nilai pH meningkat dengan bertambahnya waktu dan temperatur pemasakan ($P < 0.05$). Pemasakan temperatur 80°C selama 30 menit maka pH meningkat 0.12 unit dari pH daging mentah, temperatur 80°C selama 60 menit pH meningkat 0.51 unit dan bila temperatur ditambah 90°C selama 30 menit pH menurun 0.21 unit. Peningkatan pH daging karena waktu dan temperatur pemasakan disebabkan daging kehilangan cairan selama pemasakan dan ini berkaitan dengan kerusakan struktur protein yang dapat menyebabkan terjumlah grup asidik hilang sehingga pH meningkat dan daging jadi kurang mengikat air.

Perbedaan tersebut diduga karena adanya perbedaan laju penurunan pH posmortem. Perkembangan otot terhambat karena terbatasnya ukuran serabut otot pada umur yang berbeda. Hal ini erat kaitannya dengan asam laktat yang dihasilkan (Soeparno, 1994).

Adanya interaksi antara umur dan pemasakan menunjukkan bahwa perbedaan pH yang sangat nyata di antara otot dapat tergantung pada umur dan tingkat pemasakan.

Denaturasi protein meningkat pada temperatur tinggi hal ini direfleksikan oleh daya ikat air yang rendah pada temperatur tersebut. Penurunan daya ikat air karena perebusan berhubungan dengan grup asidik (Lawrie, 1979).

Penurunan pH sampai kira-kira 5,4 – 5,5 atau lebih rendah berarti titik isoelektrik miosin telah tercapai. Dengan tercapainya titik isoelektrik ini maka akan terjadi pengerutan fibril daging dan protein akan kehilangan kemampuan untuk mengikat air, serta struktur daging menjadi longgar (Soeparno, 1994).

2. WHC

WHC adalah kemampuan daging untuk mengikat air (Seoparno, 1994). Pengaruh umur terhadap WHC sangat nyata.

WHC sangat dipengaruhi oleh laju dan besarnya penurunan pH, sedangkan penurunan pH berkaitan dengan perubahan mikrostruktur daging termasuk kontraksi otot sewaktu hewan masih hidup (Lawrie, 1979 dan Soeparno, 1990). Peningkatan umur dapat meningkatkan proporsi bahan kering dan penurunan air.

Tabel 3. Nilai pH daging kelinci

Umur (bulan)	Daging mentah dan masak				
	Mentah	80°C, 30'	80°C, 60'	90°C, 30'	90°C, 60'
2	5.46	5.58	6.09	5.88	5.83
4	5.53	5.67	5.69	5.48	6.27

Tabel 4. Nilai WHC daging kelinci

Umur (bulan)	Daging mentah dan masak				
	Mentah	80°C, 30'	80°C, 60'	90°C, 30'	90°C, 60'
2	37.60	32.45	36.85	21.57	30.72
4	24.23	29.56	24.14	18.03	25.09

Proporsi bahan kering daging yang paling besar didominasi oleh protein, sedangkan protein daging berhubungan dengan kandungan air yang terikat di dalamnya, sehingga kadar air juga meningkat (Soeparno, 1994).

Pada penelitian ini, WHC yang besar terdapat pada daging kelinci umur 2 bulan. Hal ini diperkirakan dipengaruhi oleh kandungan lemaknya. Lemak dapat melonggarkan mikrostruktur daging sehingga memberi lebih banyak kesempatan kepada protein daging untuk mengikat air (Soeparno, 1994 dan Hamm, 1964).

Nilai WHC berbeda sangat nyata antara umur 2 bulan dan 4 bulan. Rata-rata WHC umur 2 bulan 31,83 dan umur 4 bulan 23,41. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan aktifitas dan kandungan protein. WHC juga dipengaruhi oleh faktor pH yang tergantung pada spesies, umur, dan fungsi otot (Soeparno, 1994).

3. Susut Masak

Susut masak daging kelinci umur 2 bulan berbeda nyata dengan susut masak umur 4 bulan ($P < 0.05$). Susut masak umur 2 bulan lebih tinggi dari pada umur 4 bulan disebabkan oleh kandungan lemak lebih rendah susut masak dari susut masak daging umur 4 bulan. Lemak intramuskular

menghambat cairan daging yang keluar selama pemasakan, (Soeparno, 1994; Lawrie, 1995).

Lama waktu dan temperatur pemasakan 90°C tidak berpengaruh terhadap susut masak, hal ini direfleksikan oleh nilai susut masak yang tidak berbeda nyata pada perlakuan tersebut akan tetapi kenaikan temperatur 80°C ke 90°C menyatakan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$) pada daging yang dimasak dengan temperatur 80°C 30 menit dan 60 menit. Peningkatan susut masak selama pemasakan dapat disebabkan oleh perubahan struktur jaringan dan kimia protein daging tersebut terutama kerusakan protein miofibril dan sarkoplasma karena lama pemasakan akan menurunkan pengaruh panjang serabut otot dan pengerutan protein miofibril sehingga memaksa cairan daging dikeluarkan (Soeparno, 1990).

Pemasakan yang relatif lama pada temperatur pemasakan 90°C akan menurunkan panjang serabut otot (Soeparno, 1994), dan menurunnya panjang serabut otot akan meningkatkan susut masak. Pendapat ini didukung oleh Bouton *et al.* (1971), yang mengemukakan bahwa susut masak merupakan fungsi dari temperatur dan waktu lamanya pemasakan dan dipengaruhi oleh pH, panjang sarkomer serabut otot dan status kontraksi miofibril.

Tabel 5. Nilai susut masak daging kelinci

Umur (bulan)	Daging mentah dan masak			
	80°C, 30'	80°C, 60'	90°C, 30'	90°C, 60'
2	18.57	10.76	22.57	30.06
4	10.52	9.82	18.02	11.94

4. Keempukan

Keempukan daging umur 2 bulan berbeda nyata dengan keempukan daging umur 4 bulan karena penimbunan lemak pada umur 2 bulan lebih rendah daripada umur 4 bulan. Di samping itu, jaringan ikat ternak muda mengandung retikulin dan ikatan silang yang lebih rendah dari ternak tua.

Keempukan daging juga ditentukan oleh lemak. Selama pertumbuhan deposisi lemak terjadi di antara otot intra muscular dan di antara serabut otot. Akumulasi lemak dapat melunakkan kolagen sehingga daging menjadi lunak.

Keempukan daging mentah menunjukkan perbedaan nyata dengan daging yang dimasak ($P < 0.05$). Temperatur pemasakan mempengaruhi keempukan daging secara nyata sampai temperatur 90°C selama 60 menit ($P < 0.05$).

Keempukan daging meningkat secara tajam antara daging mentah dengan temperatur 90°C selama 30 menit dan 60 menit. Pada temperatur 80°C lama waktu pemasakan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perbedaan keempukan yang

tajam ini disebabkan oleh adanya perubahan struktur protein daging yang direfleksikan dengan rendahnya keadaan protein daging pada pemasakan dengan temperatur 90°C selama 60 menit.

Bouton dan Haris, (1972), mengemukakan bahwa lama waktu pemasakan mempengaruhi pelunakan kolagen, sedangkan temperatur pemasakan lebih mempengaruhi keliatan miofibril. Pemasakan akan menyebabkan perubahan struktur daging yaitu jaringan konektif daging akan menjadi lebih empuk karena konversi kolagen menjadi gelatin.

Keempukan daging menunjukkan perbedaan yang nyata antara umur 2 dan 4 bulan. Kelinci yang dipotong pada umur tua mempunyai jaringan ikat yang lebih kuat.

Secara linier keempukan daging kelinci berbeda nyata diantara kombinasi waktu dan temperatur pemasakan (Tabel 6), tetapi secara kuadratis belum menunjukkan perbedaan yang nyata.

Karakteristik fisik terbaik untuk daging kelinci umur 2 dan 4 bulan terlihat pada temperatur pemasakan 90°C selama 30 menit.

Tabel 6. Nilai keempukan daging kelinci

Umur (bulan)	Daging mentah dan masak				
	Mentah	80°C, 30'	80°C, 60'	90°C, 30'	90°C, 60'
2	0.89	1.28	1.55	1.41	1.51
4	1.51	1.61	1.28	1.35	1.61

KESIMPULAN

Umur, kombinasi waktu dan temperatur pemasakan yang berbeda berpengaruh terhadap perubahan nilai karakteristik fisik daging kelinci. Nilai pH dan WHC meningkat dengan bertambahnya umur, sedangkan nilai susut masak dan keempukan mengalami penurunan.

Interaksi antara umur dan kombinasi waktu, serta temperatur pemasakan

berpengaruh nyata terhadap pH, susut masak dan keempukan daging, sedangkan terhadap WHC memberikan pengaruh tidak nyata.

Kualitas fisik terbaik untuk daging kelinci umur 2 dan 4 bulan dilakukan pemasakan pada temperatur 90°C selama 30 menit. Karakteristik fisik terendah dari daging kelinci umur 2 dan 4 bulan adalah pada pemasakan temperatur 90°C selama 60 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouton, P.E., P.V. Harris and W.R. Shorthose. 1971. *Effect of Ultimate pH upon The Water Holding Capacity and Tenderness of Mutton*. J. Food Sci. 36:435 – 439.
- Bouton, P.E. and P.V. Harris. 1972. *The Effect of Cooking Temperature and Time on Mechanical Properties of Meat*. J. Food. Sci. 41:1092 – 1095.
- Calvert, J. 1973. *Commercial Rabbit Production*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Bull 50. London.
- Farrel, D.J., dan Y.C. Raharjo. 1984. *Potensi Ternak Kelinci sebagai Penghasil Daging*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Forrest, J.C., M.D. Judge, E.D. Aberle, H.B. Hedrick and R.A. Marhel. 1975. *Principles of Meat Science*. W.H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Hamm, R. 1964. *The Water-Holding Capacity of Meat*. CSIRO, Melbourne.
- Lawrie, R.A. 1979. *Meat Science*. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford.
- Lawrie, R.A. 1995. *Meat Science* 5th ed. Pergamon Press. Oxford.
- Setiyono. 1987. *Hubungan Kualitas Fisik dengan Komposisi Fisik dan Kimia Karkas dan Daging Domba Lokal Jantan yang Diberi Pakan dengan Level Energy dan Berat Potong Berbeda*. Tesis Pasca Sarjana. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Soeparno. 1990. Pengaruh lama pemasakan dan macam otot terhadap pH, water holding capacity, cooking loss dan keempukan daging. Laporan penelitian No. UGM/PT/2895/01/39. Fakultas Peternakan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Soeparno. 1994. Ilmu dan Teknologi Daging. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.