

APLIKASI TEKNOLOGI STIMULASI LISTRIK UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAGING KERBAU

Oleh : Khasrad dan Mery Susanty

ABSTRAK

Kualitas daging kerbau masih rendah dan belum memenuhi standar persyaratan yang dikehendaki. Apalagi kerbau umumnya berfungsi ganda yaitu sebagai penghasil daging dan sebagai tenaga kerja untuk mengolah lahan pertanian. Kerbau-kerbau yang dipekerjakan serat dagingnya tentu menjadi kasar dan hemoglobinnya meningkat, hal ini menyebabkan daging sapi akan menjadi alot, pH daging tinggi dan warnanya menjadi lebih gelap. Untuk itu perlu diusakan cara terbaik untuk meningkatkan kualitas daging kerbau agar bisa diterima oleh semua kalangan konsumen, terutama untuk mensuplai kebutuhan daging pada restoran dan hotel-hotel berbintang yang menghendaki daging yang berkualitas. Beberapa penelitian untuk meningkatkan kualitas daging telah dilakukan tetapi penanganan pascapanen yang efektif dan ekonomis belum dapat didefinisikan secara pasti. Stimulasi listrik merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas daging setelah pemotongan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh lama waktu stimulasi listrik dan jenis otot terhadap keempukan, pH dan cooking loss daging kerbau, serta melihat kualitas daging kerbau yang terbaik yang dihasilkan oleh perlakuan stimulasi listrik.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pola percobaan faktorial 3×3 dengan dasar Rancangan Acak Kelompok, dengan 3 kelompok. Faktor pertama (faktor A) ialah lama waktu dilaksanakan stimulasi listrik, dimana terdiri dari 3 taraf yaitu $A_1 = 1$ menit, $A_2 = 2$ menit dan $A_3 = 3$ menit. Sedangkan faktor B adalah jenis otot daging yaitu $B_1 = \text{Otot Longissimus dorsi}$, $B_2 = \text{Otot Supra spinatus}$ dan $B_3 = \text{Otot Biceps femoris}$.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi antara lama waktu stimulasi listrik dan jenis otot terhadap pH daging kerbau ($P < 0.05$), sedangkan keempukan dan cooking loss tidak dipengaruhi. Lama waktu stimulasi listrik berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap keempukan daging kerbau dan tidak berpengaruh nyata terhadap pH dan cooking loss daging. Jenis otot berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap keempukan daging dan cooking loss, sedangkan pH tidak dipengaruhi. Otot yang paling bagus kualitasnya adalah otot longissimus dorsi yang distimulasi listrik selama 1 menit.

Kata Kunci : Stimulasi Listrik, keempukan, cooking loss, daging, kerbau

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan, kesadaran pangan dan gizi masyarakat serta meningkatnya arus wisatawan luar ke Indonesia menyebabkan permintaan daging untuk konsumsi dalam negeri terus meningkat. Peningkatan permintaan tersebut belum dapat diimbangi oleh peningkatan produktivitas ternak penghasil daging. Menurut Dirjen Peternakan (2003) produksi daging nasional mencapai 1.767.339 ton.

Beberapa jenis ternak penghasil daging telah diupayakan untuk meningkatkan produktivitasnya, baik melalui perbaikan pakan, penanganan kesehatan, perbaikan manajemen, penanganan pasca panen dan lain-lain. Namun demikian banyak ternak terutama kerbau umumnya dipekerjakan, karena ciri khas peternak kita tidak semata-mata memelihara ternak, tetapi mengintegrasikannya dengan lahan pertanian. Dengan demikian sebagian peternak mempekerjakan ternaknya untuk mengolah lahan. Ternak kerbau yang dipekerjakan tentu berpengaruh terhadap kualitas daging yang dihasilkan. Kerbau yang dipekerjakan serat dagingnya menjadi lebih kasar, dagingnya lebih alot, pH daging rendah dan warna daging menjadi lebih gelap.

Di lain pihak saat ini konsumen lebih selektif dalam memilih daging. Untuk itu peneliti harus selalu berusaha meningkatkan kualitas daging terutama pada ternak kerbau yang dipekerjakan yang mempunyai kualitas rendah. Kadang-kadang konsumen terpaksa menerima apa yang ada di pasar, dan konsisten kualitas tidak dapat dijamin. Padahal kebutuhan pasar saat ini meminta adanya konsistensi kualitas, dan adanya patokan standar kualitas.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas daging kerbau yang berkualitas rendah adalah dengan menerapkan teknologi stimulasi listrik postmortem pada otot karkas. Stimulasi listrik merupakan teknologi yang sederhana tetapi mempunyai dampak yang besar pada nilai ekonomis daging.

Penelitian-penelitian di manca negara menunjukkan bahwa stimulasi listrik dapat memperpendek waktu rigormortis dan meningkatkan kualitas daging. Hasil penelitian Khasrad (1994) penggunaan stimulasi listrik pada tegangan 220 V selama 30 detik pada sapi Brahman cross dapat meningkatkan keempukan, warna daging menjadi lebih cerah dan cooking loss menjadi lebih tinggi serta pada uji organoleptik, rasa daging menjadi lebih enak dibandingkan dengan yang tidak distimulasi listrik.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu stimulasi listrik dan jenis otot terhadap keempukan, pH dan cooking loss daging kerbau.
2. Melihat kualitas daging kerbau yang terbaik yang dihasilkan oleh perlakuan stimulasi listrik.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan daging kerbau jantan umur 4 tahun yang dipotong di Rumah Potong Hewan Kota Padang. Pengambilan sampel daging dilakukan pada bagian otot *Longissimus dorsi*, *Supra spinatus* dan *Biceps femoris*.

Alat yang digunakan dalam penelitian, antara lain: timbangan ternak, seperangkat alat abatoir, timbangan karkas, alat stimulasi listrik yang mempunyai tegangan 220 volt dan peralatan analisis keempukan, pH dan cooking loss.

Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang menurut pola percobaan faktorial 3 x 3 dengan dasar Rancangan Acak Kelompok, dengan 3 kelompok (ulangan). Faktor A ialah lama waktu dilaksanakan stimulasi listrik, dimana terdiri dari 3 taraf yaitu A1 = 1 menit, A2 = 2 menit dan A3 = 3 menit. Sedangkan faktor B adalah jenis otot daging yaitu B1 = Otot *Longissimus dorsi*, B2 = Otot *Supra spinatus* dan B3 = Otot *Biceps femoris*. Sebagai kelompok adalah hari pengambilan sampel.

Model statistik yang digunakan adalah model linear (Steel dan Torric, 1980), yaitu :

$Y(ijk) = \mu + k_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$, dimana:

$Y(ijk)$ = nilai pengamatan pada perlakuan i dan j, kelompok ke k

μ = nilai tengah umum

k_i = pengaruh kelompok yang ke-i

α_j = pengaruh taraf ke-j dari perlakuan A

β_k = pengaruh taraf ke-k perlakuan B

$(\alpha\beta)_{jk}$ = pengaruh interaksi taraf ke-j perlakuan A dan taraf ke-k perlakuan B

ϵ_{ijk} = pengaruh sisa

Peubah yang diamati adalah keempukan, pH dan cooking loss.

Keempukan Daging

Keempukan daging diukur dengan alat hardness meter. Cara kerjanya adalah sampel daging seberat 200 gram dengan panjang 7 cm, sebelum dimasukkan ke dalam panci perebus dipasang dengan termometer bimetal dengan cara ditancapkan sampai menembus bagian dalam daging. Kemudian daging yang telah dipasang dengan termometer ini dimasukkan ke dalam panci aluminium yang telah diisi air sebanyak kurang lebih 1 liter, sehingga bagian daging terendam semuanya. Lalu dipanaskan dengan kompor gas sampai termometer menunjukkan angka 81 °C, daging diangkat. Setelah daging diangkat, didinginkan selama 60 menit, kemudian

dicetak dengan alat pengebor (corer) dengan diameter bagian dalam 1.27 cm, sehingga diperoleh potongan daging diameter 1.27 cm dengan panjang kurang lebih 4 sampai 5 cm. Potongan-potongan daging yang diperoleh dengan cara begini dinilai keempukannya secara objektif dengan hardness meter, yang dinyatakan dalam kg/cm^2 .

pH Daging

Sampel daging sebanyak 10 g, diiris kecil-kecil dan dicacah sampai halus. Selanjutnya dimasukkan ke dalam beker glas 50 ml, diencerkan dengan dengan aquades sebanyak 10 ml diaduk sampai homogen dan pH (derajat keasaman) diukur dengan pH meter (Ngadiono, 1995).

Cooking Loss

1. Timbang sampel daging seberat 100 gr, lalu rebus selama lebih kurang 1 jam pada temperatur 80°C .
2. Bilas dengan kertas tisu lalu ditimbang kembali.
3. Hitung selisih antara berat sebelum dimasak dengan sesudah dimasak.
4. Kemudian hasil ini dipresentasikan terhadap berat sebelum dimasak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keempukan Daging

Penilaian keempukan daging dilakukan dengan alat hardness meter, yang hasilnya dinyatakan dalam kg/cm^2 . Semakin rendah nilai hardness yang kita dapatkan berarti daging tersebut semakin empuk. Rataan nilai hardness daging kerbau hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Nilai Hardness (Keempukan) Daging Kerbau yang Distimulasi Listrik (kg/cm^2)

| Faktor A Lama SL | Jenis Otot (Faktor B) | | | Rataan |
|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | LD | SS | BF | |
| SL 1 menit | 3.56 | 3.75 | 3.93 | 3.75 ^a |
| SL 2 menit | 3.31 | 3.54 | 3.74 | 3.53 ^b |
| SL 3 menit | 2.94 | 3.34 | 3.39 | 3.22 ^c |
| Rataan | 3.27 ^b | 3.54 ^a | 3.69 ^a | 3.50 |

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0.05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi ($P > 0.05$) antara stimulasi listrik dengan jenis otot terhadap keempukan daging kerbau. Sedangkan pengaruh masing-masing faktor lama waktu stimulasi listrik dan jenis otot memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap keempukan daging.

Berdasarkan uji statistik terlihat bahwa daging yang distimulasi listrik selama 1 menit nilai hardnessnya berbeda nyata dengan daging yang distimulasi listrik selama 2 menit dan 3 menit. Begitu juga daging yang distimulasi listrik selama 2 menit nilai hardnessnya berbeda nyata dengan daging kerbau yang distimulasi listrik selama 3 menit. Rataan nilai hardness daging kerbau yang distimulasi listrik selama 1 menit, 2 menit dan 3 menit berturut-turut adalah 3.75, 3.53 dan 3.22 kg/cm². Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama daging kerbau distimulasi listrik maka nilai hardnessnya semakin kecil, dengan demikian berarti daging tersebut semakin empuk. Meningkatnya keempukan daging dengan semakin lamanya stimulasi listrik kemungkinan disebabkan karena stimulasi listrik menyebabkan struktur otot menjadi lebih longgar, sehingga ikatan kolagennya menjadi lemah. Stimulasi listrik juga menyebabkan kerja enzim cathepsin menjadi lebih aktif dalam pengempukan daging. Sesuai dengan pendapat Koohmarie et al. (1991) bahwa karkas yang distimulasi listrik akan mempercepat laju glikolisis, laju penurunan pH dan aktifitas enzim, sehingga daging menjadi lebih empuk.

Nilai hardness diantara ketiga jenis otot (longissimus dorsi, supra spinatus dan bicep femoris) pada analisis ragam juga memperlihatkan perbedaan yang nyata. Hasil uji statistik diketahui bahwa nilai hardness otot longissimus dorsi berbeda nyata dengan otot bicep femoris dan otot supra spinatus. Tetapi keempukan otot supra spinatus tidak berbeda nyata dengan otot bicep femoris. Diantara ketiga jenis otot tersebut yang paling empuk adalah otot longissimus dorsi. Lebih empuknya otot longissimus dorsi dibandingkan dengan otot supraspinatus dan otot bicep femoris kemungkinan disebabkan karena otot tersebut aktifitasnya termasuk rendah sehingga serat dagingnya lebih halus. Sesuai dengan pendapat Lister (1980) komponen utama yang mempengaruhi keempukan adalah kelompok jaringan ikat, kelompok serat otot dan kelompok lemak. Soeparno (1992) menyatakan otot daging yang sedikit melakukan aktifitas serat dagingnya akan lebih halus, warna daging lebih cerah dan dagingnya lebih empuk.

pH Daging

Rataan pH daging kerbau yang distimulasi listrik dengan waktu 1 menit, 2 menit dan 3 menit pada otot longissimus dorsi, supra spinatus dan bicep femoris adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Rataan Nilai pH Daging kerbau yang Distimulasi Listrik dengan waktu yang berbeda pada Berbagai Jenis Otot

| Lama SL (Faktor A) | Jenis Otot (Faktor B) | | | Rataan |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|
| | LD | SS | BF | |
| SL 1 menit | 5.49 ^a | 5.23 ^{ab} | 5.34 ^{ab} | 5.35 |
| SL 2 menit | 5.16 ^b | 5.29 ^{ab} | 5.29 ^{ab} | 5.25 |
| SL 3 menit | 5.19 ^{ab} | 5.35 ^{ab} | 5.17 ^{ab} | 5.24 |
| Rataan | 5.28 | 5.29 | 5.26 | 5.28 |

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada interaksi antara baris dan kolom yang menunjukkan berbeda nyata ($P < 0.05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara lama waktu stimulasi listrik dengan jenis otot terhadap nilai pH daging kerbau ($P < 0.05$). Sedangkan pengaruh masing-masing faktor lama stimulasi listrik dan jenis otot tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH daging. Dari uji statistik yang dilakukan ternyata perbedaan yang nyata hanya terdapat antara interaksi antara A1B1 dengan A2B1, sedangkan interaksi terhadap yang lainnya tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata. Dengan demikian berarti perbedaan pH yang nyata hanya pada otot longissimus dorsi antara stimulasi listrik selama 1 menit dan 2 menit. Hal ini berarti pada daging kerbau yang distimulasi listrik, penurunan pH yang drastis terjadi pada otot longissimus dorsi. Kemungkinan pada otot longissimus dorsi ini penimbunan glikogen sewaktu kerbau istirahat lebih banyak terjadi, sehingga dengan lamanya stimulasi listrik penimbunan asam laktat juga banyak terjadi. Begitu juga otot longissimus dorsi termasuk otot yang tidak aktif, sehingga penimbunan glikogen sewaktu hewan istirahat semakin meningkat. Pada waktu stimulasi listrik glikogen ini yang dirombak menjadi asam laktat. Hal ini sesuai dengan pendapat McCollum dan Henrickson (1977) bahwa stimulasi listrik akan mempercepat proses glikolisis postmortem, sehingga akan mempercepat habisnya ATP dan penurunan pH daging.

Rataan pH daging yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 5.16 sampai 5.49. Dengan demikian pH daging kerbau yang telah distimulasi listrik termasuk pH yang normal. Menurut Forrest et al (1975) perubahan pH daging sesudah ternak dipotong dipengaruhi oleh ketersediaan asam laktat dalam otot dan ketersediaan asam laktat ini dipengaruhi pula oleh kandungan glikogen serta penanganan ternak sebelum dipotong. Nilai pH akhir yang dicapai mempengaruhi kualitas daging yang dihasilkan dan pada umumnya berkisar antara 5.1 sampai 6.1. Menurut Buckle, dkk. (1985) daging dengan pH rendah (pH 5.1 – 6.1) lebih disukai untuk mempertahankan faktor kualitas daging, diantaranya keempukan.

Cooking Loss

Cooking loss merupakan salah satu peubah kualitas daging yang dapat menentukan besarnya terjadinya penyusutan berat daging setelah dilakukan pemasakan daging. Semakin besarnya terjadinya penyusutan tentu kualitas daging semakin rendah, sebab selama terjadinya penyusutan, disamping keluarnya air dari daging juga diikuti oleh kandungan gizi yang terkandung dalam daging tersebut. Nilai cooking loss daging kerbau yang distimulasi listrik dengan waktu 1 menit, 2 menit dan 3 menit pada otot longissimus dorsi, supra spinatus dan bicep femoris dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Nilai Cooking loss Daging kerbau yang Distimulasi Listrik dengan waktu yang berbeda pada Berbagai Jenis Otot (%)

| Lama SL (Faktor A) | Jenis Otot (Faktor B) | | | Rataan |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|
| | LD | SS | BF | |
| SL 1 menit | 30.58 | 27.15 | 25.94 | 27.89 |
| SL 2 menit | 30.84 | 29.57 | 27.47 | 29.29 |
| SL 3 menit | 28.99 | 24.43 | 28.21 | 27.21 |
| Rataan | 30.14 ^a | 27.05 ^b | 27.21 ^b | 28.13 |

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda Nyata ($P < 0.05$)

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara lama waktu stimulasi listrik dengan jenis otot kerbau ($P > 0.05$) terhadap nilai cooking loss daging kerbau. Begitu juga pengaruh lama waktu stimulasi listrik tidak berpengaruh nyata terhadap nilai cooking loss ($P > 0.05$). Sedangkan jenis otot berpengaruh nyata terhadap nilai cooking loss daging kerbau. Dari hasil uji statistik diketahui bahwa otot longissimus dorsi cooking lossnya berbeda nyata dengan nilai cooking loss otot supra spinatus dan otot bicep femoris, sedangkan otot supra spinatus nilai cooking lossnya tidak berbeda nyata dengan otot bicep femoris. Rataan nilai cooking loss otot longissimus dorsi, supra spinatus dan bicep femoris berturut-turut adalah 30.14 %, 27.05 % dan 27.21 %. Menurut Bouton dkk. (1976) faktor yang mempengaruhi cooking loss atau susut masak daging yaitu status kontraksi myofibril. Serabut otot yang lebih pendek dapat meningkatkan susut masak (cooking loss), sebaliknya penambahan umur ternak atau penggemukan yang semakin lama dapat menurunkan susut masak.

Rataan nilai cooking loss yang didapatkan selama penelitian berkisar antara 25.94 – 30.84 %, dimana rata-rata cooking loss daging kerbau lebih rendah dari pada daging sapi. Dilihat dari rata-rata tersebut nilai susut masak daging kerbau termasuk normal, dimana menurut Soeparno (1992) susut masak (cooking loss) daging yang termasuk dalam kisaran normal adalah antara 15% - 40%. Hasil penelitian Khasrad (2006) nilai susut masak daging sapi Pesisir berkisar antara 37,27% - 44,16% dengan

rata-rata 40,02%. Besar kecilnya nilai cooking loss daging erat kaitannya dengan keempukan, daya mengikat air dan pH daging. Menurut Lawrie (1985) daya mengikat air daging sangat mempengaruhi susut masak daging, dimana daya mengikat air yang tinggi akan mengurangi terjadinya penyusutan selama daging dimasak. Menurut Judge dkk. (1989) daya ikat air oleh protein daging mempunyai pengaruh yang besar terhadap susut masak daging masak, dimana daging yang mempunyai daya ikat air dan pH yang rendah akan banyak kehilangan cairan sehingga terjadi penurunan berat daging.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat interaksi antara lama waktu stimulasi listrik dan jenis otot terhadap pH daging, sedangkan keempukan dan cooking loss tidak dipengaruhinya.
2. Lama waktu stimulasi listrik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap keempukan daging kerbau dan tidak berpengaruh nyata terhadap pH dan cooking loss daging.
3. Jenis otot berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap keempukan daging dan cooking loss, sedangkan pH tidak dipengaruhinya.
4. Otot yang paling bagus kualitasnya adalah otot longissimus dorsi yang distimulasi listrik selama 1 menit.

Saran

Dari penelitian ini dapat disarankan bahwa :

1. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh stimulasi listrik terhadap nilai gizi dan uji organoleptik daging kerbau
2. Hasil penelitian ini dapat sebagai masukan bagi pemerintah dalam membuat standar kualitas daging nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouton, P.E., A.L. Ford, P.V. Harris dan F.D. Shaw. 1978. Effect of low voltage stimulation of beef carcasses on muscle tenderness and pH. *J. Fd. Sci.* 43:1392-1396.
- Buckle, K.A., R.A. Edwar, G.H. Fleet, dan M. Wooton. 1985. *Food Science*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Direktprat Jenderal Peternakan. 2003. Rumusan Verifikasi dan Validasi Data. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Edwards, R.L., S.B. Tove, T.N. Blumer dan E.R. Barrick. 1961. Effects of added dietary fat on fatty acid composition and carcass characteristics of fattening steers. *J. Anim. Sci.* 20:712-717.
- Forrest, G.J., Aberle, H.B. Hendrick, M.D. Judge dan R.A. Merkel. 1975. *Principles of Meat Science*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Judge, M.D., E.D. Aberle, J.C. Forrest, H.B. Hedrick and R.A. Merkel. 1989. *Principles of Meat Science*. 2nd ed. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.
- Khasrad. 1994. Pengaruh Stimulasi Listrik dan Penyimpanan Pada Suhu Rendah Terhadap Keempukan, Daya Mengikat Air dan Cooking Loss Daging Sapi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- _____. 2006. Pertumbuhan, Karakteristik Karkas dan Kualitas Daging Sapi Pesisir yang Dipelihara secara Intensif Pada Periode Waktu yang Berbeda.
- Lawrie, R.A. 1985. *Meat Science*. 4th ed. Pergamon Press, Oxford-New York.
- Lister, D. 1980. Growth and Meat Quality in Animals. *In* T.L.J. Lawrence (ed). *Growth in Animal*. Butter worths, London, Boston, Sydney, Wellington, Duban dan Toronto.
- McCollum, P.D. dan R.L. Henrickson. 1977. *In* Animal Science Research Report. Editor R.H. Thayer dan J.R. Cozart. Oklahoma State University dan USDA.

- McKeit, F.K., G.C. Smith, J.W. Savell, T.R. Dutson, Z.L. Carpenter dan D.R. Hammons. 1980. Electrical stimulation of mature cow carcasses. *J. Anim. Sci.* 50:694-698.
- Merkens, 1989. Pengembangan Ternak Sapi dan Kerbau di Indonesia. LIPI.
- Murtidjo, B.A. 1997. Beternak Kerbau. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Natasasmita, A. 1984. Body composition of swamp buffalo (*Bubalus bubalis*), a study of development growth and sex differences. Ph.D. Thesis. University of Melbourne.
- Soeparno. 1992. Ilmu dan Teknologi Daging. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1980. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Swatland, H.J. 1984. Structure and Development of Meat Animals. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Williamson, G dan W.J.A Payne. 1993. Pengantar Peternakan Di daerah Tropis. Gajahmada University Press. Yogyakarta.