

PENGARUH PENAMBAHAN BERBAGAI *STARTER* PADA PEMBUATAN SILASE TERHADAP KUALITAS FISIK DAN pH SILASE RANSUM BERBASIS LIMBAH PERTANIAN

The Effect of Starter Addition in Silage Making to Physic Quality and pH Silage of Feed from Agriculture Waste

Depo Kurniawan^a, Erwanto^b, dan Farida Fathul^b

^aThe Student of Department of Animal Husbandry Faculty of Agriculture Lampung University

^bThe Lecture of Department of Animal Husbandry Faculty of Agriculture Lampung University
Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture Lampung University
Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145
Telp (0721) 701583. e-mail: kajur-jptfp@unila.ac.id. Fax (0721)770347

ABSTRACT

Objective of the research was to study the effect of using starter on silage making. Four treatments with 3 replications were applied in a completely randomized design. The treatments were R0 = Basal diet; R1 = R0 + EM-4 4%; R2 = R0 + enriched EM-4 4%; and R3 = R0 + rumen fluid 4%. Results of the experiment showed that EM-4, enriched EM-4, and rumen fluid significantly affect the color, texture, pH, as well as the smell of the silage. The best quality of silage was achieved by using EM-4 4% and using rumen fluid 4% as starter in silage making.

Keywords: Em-4, Em-4 culture 4% , rumen liquid, silage, the physical quality of the Silage.

PENDAHULUAN

Pada musim penghujan ketersediaan hijauan sangat melimpah sedangkan pada musim kemarau hijauan sangat terbatas sehingga perlu dilakukan pengawetan hijauan untuk menanggulangi kelangkaan hijauan pada musim kemarau. Pengawetan bahan pakan dapat dilakukan dengan cara pembuatan silase. Tujuan pembuatan silase yaitu untuk mengawetkan serta mengurangi kehilangan nutrisi pada hijauan agar dapat dimanfaatkan untuk pakan pada masa mendatang (Susetyo *et al.*, 1969). Silase merupakan hasil penyimpanan dan fermentasi hijauan segar dalam kondisi anaerob dengan bantuan bakteri asam laktat (Lubis, 1982). Proses pembuatan silase (*ensilage*) akan berjalan optimal apabila pada saat proses ensilase diberi penambahan akselerator. Akselerator dapat berupa inokulum bakteri asam laktat. Fungsi dari penambahan akselerator yaitu untuk menambahkan bahan kering, mengurangi kadar air silase, membuat suasana asam pada silase, mempercepat proses ensilase, menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan jamur, merangsang produksi asam laktat, dan meningkatkan kandungan nutrisi dari silase (Schroeder, 2004).

Upaya untuk meningkatkan kualitas silase sebagai pakan ternak ruminansia dengan menggunakan metode fermentasi diharapkan dapat meningkatkan kandungan protein kasar, menurunkan serat kasar serta dapat meningkatkan

kecernaannya. Fermentasi yaitu proses perombakan bahan pakan dari struktur keras secara fisik, kimia, dan biologi sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana, sehingga daya cerna ternak menjadi lebih efisien. Upaya meningkatkan nilai gizi silase dapat dilakukan dengan menambahkan *starter* bakteri asam laktat. Banyak cara dalam menambahkan *starter* bakteri asam laktat antara lain dapat menggunakan cairan rumen, EM-4 Peternakan, dan EM-4 Peternakan yang dikembangkan sebagai biodekomposernya.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2014—Februari 2015 di Jurusan Peternakan, analisis silase dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Bahan dan Alat Penelitian

Adapun alat penelitian ini: adalah toples, pisau, adukan, kompor, panci, saringan derigen, plastik kapasitas 5 kg, terpal, timbangan digital, pisau/golok, kertas label, sabit *copper*, buku, pulpen, borang penilaian panelis, pH meter, oven, cawan petri, *blender*, dan *aquades*.

Adapun bahan penelitian ini adalah dedak padi, molases, tempe busuk, EM4 Peternakan, cairan rumen, dan air pembuatan silase ampas tahu, kulit coklat, rumput gajah, bungkil sawit,

jenjet jagung, mineral, molases, urea, kulit singkong, onggok, *starter* EM-4 Peternakan, *starter* EM-4 Peternakan yang dikembangkan dan *starter* cairan rumen.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga jumlah satuan percobaan ada 12 unit.

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5 % dan atau 1 %. Apabila diperoleh hasil yang nyata pada taraf nyata tersebut maka akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil.

Prosedur Penelitian

Pembuatan *starter* rumen dan EM-4 Peternakan yang dikembangkan dibuat dengan memodifikasi panduan pada Bureenok dkk. (2006) yakni mencampur dedak 0,5 kg dengan 2,5 liter air, kemudian mendidihkan dan dinginkan selanjutnya menyaring dan mengambil airnya, campurkan cairan rumen/EM-4 Peternakan yang dikembangkan + tempe busuk sebanyak 1 liter dengan molases sebanyak 1 liter, mencampur air rebusan dedak ke dalam larutan campuran, memasukkan larutan bio-aktivator tersebut pada wadah kerupuk/ember yang terbuat dari bahan plastik dan tutup rapat, menambahkan selang yang dihubungkan ke dalam botol berisi air, mendiamkan selama 3—4 hari di tempat yang aman dan teduh, pada hari 3—4 bakteri hasil pengembangan ini sudah bisa diambil dengan disaring memakai saringan; hasil cairan rumen dan EM-4 Peternakan yang dikembangkan dapat digunakan.

Pembuatan silase ransum berbasis limbah pertanian yaitu melayukan rumput gajah yang baru dipanen selama 3—12 jam untuk mengurangi kandungan airnya, mencacah tanaman rumput gajah menggunakan *chopper* ukuran 1—5 cm, memotong limbah kulit kakao dengan ukuran 1—2 x 5—10 cm, mencampurkan rumput gajah sebanyak 1,18 kg, kulit singkong 1,03 kg, jenjet jagung 0,10 kg, kulit kakao 0,33 kg, bungkil sawit 0,87 kg, ampas tahu 0,99 kg, onggok 0,18 kg, molases 0,26 kg, urea 0,01 kg, dan mineral 0,002 kg. Semua bahan dalam keadaan segar. Bahan-bahan tersebut dihomogenkan lalu ditimbang keseluruhannya sebanyak 5 kg untuk setiap unit percobaan, menambahkan perlakuan yang diterapkan pada ransum tersebut dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali, ransum difermentasi selama 21 hari. Setelah 21 hari, silase dibuka kemudian dilakukan uji organoleptik, dan pH.

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati pada penelitian ini meliputi pemeriksaan kualitas fisik (aroma, warna, tekstur), dan pH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Organoleptik

a. Warna

Warna silase merupakan salah satu indikator kualitas fisik silase, warna yang seperti warna asal merupakan kualitas silase yang baik dan silase yang berwarna menyimpang dari warna asal merupakan silase yang berkualitas rendah. Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap warna silase limbah pertanian dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dengan adanya penambahan *starter* dalam pembuatan silase.

Warna silase limbah pertanian yang diperoleh dari uji organoleptik pada masing-masing perlakuan yakni R0 berwarna mendekati coklat kehitaman; R1 berwarna mendekati coklat kehitaman; R2 berwarna mendekati coklat kehitaman sedangkan R3 memiliki warna silase yang berbeda dengan perlakuan lain yaitu coklat kehitaman namun lebih gelap dibandingkan dengan perlakuan lain (Tabel 1), sehingga nilai rata-rata setiap perlakuan yaitu antara 1,20—1,43. Data diatas menunjukkan bahwa warna silase limbah pertanian berkisar pada warna coklat sampai hitam.

Warna silase yang baik memiliki warna seperti warna aslinya menurut Suyatno *et al.*, (2011) warna silase yang baik yaitu seperti warna asalnya. Berdasarkan literatur tersebut R0, R1, dan R2 menunjukkan hasil yang terbaik terhadap warna silase. Perubahan warna silase yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada silase dengan penambahan *starter* cairan rumen (R3) menjadi lebih gelap dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 1). Menurut Reksohadiprodjo (1998), menyatakan bahwa perubahan warna yang terjadi pada tanaman yang mengalami proses ensilase disebabkan oleh proses respirasi *aerobic* yang berlangsung selama persediaan oksigen masih ada, sampai gula tanaman habis. Gula akan teroksidasi menjadi CO₂ dan air, panas juga dihasilkan pada proses ini sehingga temperatur naik.

Temperatur yang tidak dapat terkendali akan menyebabkan silase berwarna coklat tua sampai hitam. Hal ini menyebabkan turunnya nilai kandungan nutrisi pakan, karena banyak sumber karbohidrat yang hilang dan pencernaan protein turun. Ensminger dan Olentine (1978), menyatakan bahwa warna coklat tembakau, coklat kehitaman, karamel (gula bakar) atau gosong menunjukkan silase kelebihan panas. Hasil penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap warna, aroma, tekstur dan pH

Peubah	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Warna	1,37±0,06 ^b	1,43±0,06 ^b	1,37±0,06 ^b	1,20±0,06 ^b
Aroma	2,37±0,06 ^a	2,67±0,12 ^b	2,77±0,15 ^b	2,63±0,15 ^b
Tekstur	2,97±0,06 ^b	2,97±0,06 ^b	2,87±0,06 ^a	2,80±0,06 ^a
pH	6,78±0,07 ^b	4,66±0,13 ^a	5,05±0,38 ^{ab}	4,35±0,03 ^a

Keterangan: Nilai dengan huruf superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01) berdasarkan uji BNT

R0: silase limbah pertanian

R1: silase limbah pertanian dengan penambahan 4% *starter* EM-4 Peternakan

R2: silase limbah pertanian dengan penambahan 4% *starter* EM-4 Peternakan yang dikembangkan (EM-4 Peternakan 1 liter + molases 1 liter ml + air 2,5 liter + dedak 0,5 kg + tempe busuk 1/4 kg)

R3: silase limbah pertanian dengan penambahan 4% *starter* cairan rumen (cairan rumen 1 liter + molases 1 liter ml + air 2,5 liter, dan dedak 0,5kg)

Asumsi nilai warna:

- 1: hitam
- 2: coklat kehitaman
- 3: coklat kekuningan

Asumsi nilai aroma:

- 1: tidak khas silase
- 2: agak khas silase (agak khas tape/agak asam)
- 3: khas silase (khas tape/asam)

Asumsi nilai tekstur:

- 1: basah (menggumpal, berlendir, dan berair)
- 2: agak basah (agak menggumpal dan terdapat lendir)
- 3: agak kering (tidak menggumpal, tidak berlendir, dan remah)

b. Aroma

Aroma silase limbah pertanian merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas fisik, karena warna dapat menunjukkan ada tidaknya penyimpangan aroma yang terjadi pada silase limbah pertanian dari bahan asalnya. Aroma pada silase memiliki aroma yang asam karena pada proses ensilase berlangsung terjadi proses fermentasi. Berdasarkan hasil uji organoleptik aroma silase limbah pertanian dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh yang nyata (P<0,05) dengan adanya penambahan *starter* dalam pembuatan silase (Tabel 1).

Pengujian organoleptik pada silase limbah pertanian menunjukkan hasil aroma agak khas silase/agak asam mendekati khas silase/asam yaitu pada R1, R2, dan R3, sedangkan pada R0 menunjukkan hasil yang lebih rendah yaitu agak khas silase/agak asam. Rata-rata nilai aroma silase limbah pertanian tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki aroma yang cenderung asam. Penambahan *starter* pada pembuatan silase limbah pertanian menyebabkan perubahan aroma menjadi lebih asam (Tabel 1). Hal ini juga didukung hasil pengukuran pH (Tabel 1) yang mengalami penurunan seiring dengan adanya penambahan *starter* pada pembuatan silase. Menurut Stefani *et al.*, (2010) hasil reaksi aerob yang terjadi pada fase awal fermentasi silase menghasilkan asam lemak *volatil* sehingga penambahan *starter* fermentasi akan mempercepat terjadinya suasana asam dan mengakibatkan penurunan pH silase.

Perlakuan dengan penambahan *starter* memberikan aroma yang khas silase, artinya proses ensilase telah berlangsung secara sempurna. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan aroma. Aroma yang dihasilkan pada setiap perlakuan mendekati aroma khas silase/asam. Silase dengan penambahan EM-4

Peternakan, EM-4 Peternakan yang dikembangkan, dan cairan rumen tidak memberikan perbedaan yang nyata. Perbedaan antar perlakuan kemungkinan disebabkan dosis yang digunakan pada masing-masing perlakuan jumlahnya kurang.

Menurut Soekanto (1980), karakteristik aroma silase yang baik ditunjukkan dengan aroma tidak asam atau tidak busuk sampai dengan bau asam. Pola perubahan bau yang semakin asam tentu sejalan dengan pH silase yang semakin rendah. Utomo (1999) menambahkan bahwa aroma silase yang baik agak asam, bebas dari bau manis, bau amonia, dan bau H₂S. Silase dengan atau tanpa penambahan *starter* memiliki aroma cenderung asam, sehingga setiap perlakuan yang berbeda tidak mempengaruhi aroma silase. Berdasarkan literatur tersebut perlakuan yang menunjukkan aroma terbaik pada R1, R2, dan R3 dibandingkan dengan R0. Menurut Departemen Pertanian (1980), silase dengan kriteria aroma kurang asam termasuk dalam silase dengan kualitas sedang.

Berdasarkan uji lanjut yang telah dilakukan diperoleh setiap perlakuan memiliki pengaruh yang sama, yaitu silase yang beraroma cenderung asam/mendekati khas silase. Menurut Utomo (1999), aroma silase berasal dari senyawa asam yang dihasilkan selama proses ensilase

berlangsung. Selain senyawa asam (asam laktat, asam asetat, asam butirrat, dan asam propionat), aroma silase juga dipengaruhi oleh jumlah ethanol yang dihasilkan. Ethanol merupakan senyawa alkohol yang dihasilkan oleh proses fermentasi secara heterofermentatif. Bakteri asam laktat heterofermentatif akan memfermentasi heksosa melalui jalur 6-fosfoglukonat atau fosfoketolase (Rahayu dan Margino, 1997).

c. Tekstur

Tekstur merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas fisik silase limbah pertanian, karena semakin padat tekstur yang dihasilkan menunjukkan bahwa silase berkualitas baik. Berbeda halnya apabila tekstur silase limbah pertanian yang tidak padat maka silase memiliki kualitas yang rendah. Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap tekstur silase limbah pertanian dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dengan adanya penambahan *starter* dalam pembuatan silase (Tabel 1).

Rata-rata hasil uji organoleptik tekstur pada silase limbah pertanian masing-masing perlakuan yakni R0 dan R1 memiliki tekstur agak kering sedangkan, R2 dan R3 memiliki tekstur mendekati agak kering. Rata-rata nilai tekstur silase limbah pertanian menunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki tekstur yang padat dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan dengan silase limbah pertanian tanpa penambahan *starter* (R0) dan silase limbah pertanian dengan penambahan *starter* EM-4 Peternakan (R1), sedangkan rata-rata terendah terdapat pada silase dengan penambahan *starter* EM-4 Peternakan yang dikembangkan dan *starter* cairan rumen (R3). Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki tekstur yang masih jelas seperti bahan dasar silase dengan tekstur yang padat dan tidak lembek. Menurut Siregar (1996), silase yang baik mempunyai ciri-ciri, yaitu tekstur masih jelas, seperti asalnya. Apabila kadar air hijauan pada saat dibuat silase masih cukup tinggi, maka tekstur silase dapat menjadi lembek. Setiap perlakuan bahan silase dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari dengan tujuan untuk menurunkan kadar air sampai 30% dan dilakukan pemadatan bahan saat proses pembuatan silase. Menurut Siregar (1996), agar tekstur silase baik, hijauan yang akan dibuat silase diangin-anginkan terlebih dahulu, untuk menurunkan kadar airnya. Selain itu, pada saat memasukkan hijauan ke dalam silo, hijauan dipadatkan dan diusahakan udara yang tertinggal sedikit mungkin.

McDonald (1981) Penggunaan bakteri asam laktat 60 ml sehingga dengan bakteri asam laktat yang lebih banyak maka menghasilkan air yang lebih banyak juga, karena bakteri asam laktat dapat mengubah glukosa menjadi air. selama proses ensilase berlangsung maka terjadi penurunan kandungan bahan kering (BK) dan peningkatan kadar air yang disebabkan oleh tahap ensilase pertama yaitu dimana respirasi masih terus berlangsung, glukosa diubah menjadi CO_2 , H_2O dan panas.

B. Pengaruh perlakuan terhadap pH

Derajat keasaman merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas silase limbah

pertanian, karena pH yang baik yaitu antara 4,2 – 4,5. pH yang tinggi ($> 4,8$) dan pH yang rendah ($< 4,1$) menunjukkan bahwa silase yang dihasilkan berkualitas rendah. Kadar pH yang rendah akan menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan (*Clostridium* dan *Enterobacterium*), ragi dan jamur yang dapat mengakibatkan kebusukan (Heinritz, 2011). Hasil uji pH silase limbah pertanian disajikan pada Tabel 1

Rata-rata hasil uji pH pada silase limbah pertanian masing-masing perlakuan yakni R0 sebesar 6,87, R1 sebesar 4,66, R2 sebesar 5,05, dan R3 sebesar 4,35. Nilai pH silase limbah pertanian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik pada R3 dan R1 karena pH silase yang dihasilkan lebih mendekati kisaran pH yang baik yaitu antara 4,2—4,5 (Departemen Pertanian, 1980). Penambahan *starter* pada pembuatan silase limbah pertanian menyebabkan terjadinya penurunan pH. Diduga penurunan pH pada silase disebabkan oleh meningkatnya jumlah mikroorganisme terutama bakteri asam laktat yang dapat mempercepat terjadinya ensilase sehingga pH yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan R0. Hasil penambahan EM-4 Peternakan berdampak sama dengan penambahan cairan rumen, sedangkan pada penambahan *starter* EM-4 Peternakan yang dikembangkan menunjukkan perubahan namun tidak begitu signifikan, tetapi pada semua perlakuan pH semakin menurun (ke arah asam) dengan nilai antara $4,35 \pm 0,03$ – $5,05 \pm 0,38$ menunjukkan bahwa proses silase telah berlangsung. Percobaan pH terbaik dihasilkan pada silase R1, R2, dan R3. Menurut Tangendjaja et al., (1992), bila $\text{pH} > 5,0$ dan kadar bahan kering 50% maka bakteri beracun *Clostridia* akan tumbuh, sedangkan nilai pH yang terlalu rendah $< 4,1$ dan bahan kering 15% akan mengaktifkan mikroba kontaminan. Hal ini berarti bahwa silase yang dihasilkan memiliki kemungkinan terdapat bakteri beracun *Clostridia*.

Pertumbuhan bakteri asam laktat akan membuat produksi asam laktat akan meningkat dan mengakibatkan kondisi asam yang ditandai dengan penurunan pH. Hal ini berarti bahwa perlakuan dengan penambahan *starter* dapat menurunkan pH. Menurut Pataya (2005), cairan rumen mengandung enzim α -amilase, galaktosidase, hemiselulase, selulase, dan xilanase. Rumen diakui sebagai sumber enzim pendegradasi polisakarida. Polisakarida dihidrolisis dalam rumen disebabkan pengaruh sinergis dan interaksi dari kompleks mikroorganisme, terutama selulase dan xilanase.

Menurut Amin dan Leksono (2001), bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa), menjadi asam laktat. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH lingkungan menjadi 3 sampai 4,5 sehingga pertumbuhan

bakteri lain termasuk bakteri pembusuk menjadi terhambat. Hal ini berarti bahwa silase tanpa dan penambahan *starter* EM-4 Peternakan dan EM-4 Peternakan yang dikembangkan dalam proses ensilase dapat dimungkinkan tidak berjalan dengan sempurna karena pH yang dihasilkan diatas pH yang sesuai yaitu 4,2—4,5. Hijauan yang diensilase dengan kadar air yang rendah (di bawah 50%) akan berakibat fermentasi yang terbatas.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. perlakuan pada percobaan penambahan 4% *starter* EM-4 Peternakan, EM-4 Peternakan yang dikembangkan dan cairan rumen sangat berpengaruh terhadap warna, tekstur, dan pH, serta berpengaruh nyata terhadap aroma silase.
2. perlakuan pada warna yang menyerupai warna asalnya yaitu perlakuan dengan penambahan EM-4 Peternakan 4% dan EM-4 Peternakan yang dikembangkan 4%, aroma terbaik dihasilkan pada perlakuan penambahan *starter* 4% EM-4 Peternakan dan cairan rumen dengan aroma agak khas silase mendekati khas silase, sedangkan pada tekstur, tekstur yang sama seperti tekstur asalnya (tanpa perlakuan) pada perlakuan penambahan *starter* EM-4 Peternakan 4% dengan tekstur yang dihasilkan mendekati agak kering.
3. pH silase terbaik dihasilkan pada silase ransum dengan penambahan *starter* EM-4 Peternakan dan cairan rumen.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh kualitas fisik dan pH pada silase limbah pertanian dengan kadar air >30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 2010. Pengaruh lama penyimpanan telur ayam buras terhadap fertilitas, daya tetas telur dan berat tetas. *Jurnal Agrisistem*, Vol 6, No 2 : 1858-4330
- Hasan, S.M.A., A. Siam, M.E. Mady and A.L. Cartwright. 2005. "Physiology, endocrinology, and reproduction: egg storage period and weight effect on hatchability". *J. Poultry Sci.* 84: 1908-1912
- Iskandar. R. 2003. Pengaruh Lama Penyimpanan Telur dan Frekuensi Pemutaran Telur terhadap Daya Tetas dan Mortalitas Telur Puyuh. Skripsi. FP-USU. Medan
- Jazil, N., A. Hintono., dan S. Mulyani. 2012. Penurunan kualitas telur ayam ras dengan intensitas warna cokelat kerabang berbeda selama penyimpanan. *Jurnal*. Vol. 2. No.1 :43-47.
- Karnama, I. K. 1996. Studi beberapa faktor yang mempengaruhi daya tetas telur itik Bali pada penetasan tradisional dengan gabah. Tesis. Program studi pasca sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kurtini, T., R. Riyanti, dan D. Septinova. 2010. Teknologi Penetasan Unggas. Penuntun Praktikum. Universitas Lampung. Lampung
- North, M.O. dan D.D. Bell. 1990. Commercial Chicken Production Manual. Edisi ke-4. By Van Nestrod Rainhold. New York.
- Peebles, E.D dan J. Brake. 1985. Relationship of egg shell porosity of stage of embrionic development in broiler breeders. *Poult. Sci.* 64 (12): 2388
- Rasyaf, M. 1991. Pengelolaan Penetasan. Edisi ke-2. Kanisius. Yogyakarta
- Salombe, J. 2012. Fertilitas, Daya Tetas, dan Berat Tetas Telur Ayam Arab pada Berat Telur yang Berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Sartika, T dan S. Iskandar. 2008. Mengenal Plasma Ayam Indonesia dan Pemanfaatannya. KEPRAKS. Sukabumi.
- Shanawany, M.M. 1987. Hatching weight in relation to egg weight in domestic birds. *World's Poultry Sci. Journal.* 43 (2): 107-114
- Steel, R.G.D. dan J. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Alih Bahasa B. Sumantri. Gramedia. Jakarta.
- Sudaryani, T.H. dan Santoso. 1994. Pembibitan Ayam Ras. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sukardi dan M. Mufti, 1989. Penampilan prestasi ayam buras di kabupaten banyumas dan pengembangannya. *Proceedings, Seminar Nasional tentang Unggas Lokal*, Semarang.
- Survei Sosial Ekonomi Nasional. 2013. Konsumsi Rata-rata per Kapita setahun Beberapa Bahan Makanan di Indonesia, 2009-2013.
- Winarno, F.G. dan S. Koswara. 2002. Telur : Komposisi, Penanganan, dan Pengolahannya. M-Brio Press. Bogor.