

# Pengaruh Daun Ubi Jalar sebagai Substitusi Konsentrat dalam Ransum Domba terhadap Produksi VFA dan NH<sub>3</sub> (In Vitro)

*Effect of Sweet Potato Leaves as a Substitute for Concentrate in Sheep Rations on VFA and NH<sub>3</sub> Production (in Vitro)*

Muhammad Raihan Sadam<sup>1</sup>, Budi Ayuningsih<sup>1</sup>, Iman Hernaman<sup>1\*</sup>, Tidi Dhalika<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Bandung  
Kampus Jatinangor, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM. 21, Jatinangor-Sumedang, Jawa Barat, Indonesia 45363

## Abstrak

Penggunaan daun ubi jalar ke dalam ransum domba adalah salah satu upaya peningkatan kualitas pakan dengan memanfaatkan pakan hasil limbah pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi konsentrat oleh daun ubi jalar pada ransum domba terhadap kandungan VFA (*volatile fatty acid*) dan NH<sub>3</sub> cairan rumen, serta untuk mengetahui persentase daun ubi jalar sebagai substitusi konsentrat yang menghasilkan produksi total VFA dan NH<sub>3</sub> terbaik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat empat perlakuan level penggunaan daun ubi jalar yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30% dengan 5 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam, dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap VFA, tetapi tidak nyata terhadap NH<sub>3</sub>. Penggunaan daun ubi jalar sebanyak 20% menghasilkan produksi VFA dan NH<sub>3</sub> tertinggi.

Kata Kunci: daun ubi jalar, VFA, NH<sub>3</sub>, in vitro

## Abstract

The use of sweet potato leaves in sheep rations is one of the efforts to improve feed quality by utilizing feed from agricultural waste. This study aims to determine the effect of substitution of concentrate by sweet potato leaves in sheep rations on the content of NH<sub>3</sub> and VFA of rumen fluid and to determine the percentage of substitution of concentrate by sweet potato leaves that produces the best total production of VFA and NH<sub>3</sub>. This study used an experimental method with a completely randomized design (CRD). There were four treatments of sweet potato leaf usage levels, namely 0, 10, 20, and 30%, with five replicates. The data obtained were analyzed using analysis of variance, and to determine differences between treatments, Duncan's multiple range test was conducted. The results showed that the treatment significantly affected VFA but not significantly on NH<sub>3</sub>. Using sweet potato leaves, as much as 20% produced the best VFA and NH<sub>3</sub> production.

Keywords: sweet potato leaves, VFA, NH<sub>3</sub>, in vitro

## PENDAHULUAN

Pada tahun 2021, Indonesia memiliki 17,9 juta ekor domba. Jumlah tersebut mengalami peningkatan sebanyak 2,16% dibandingkan pada setahun sebelumnya, yakni sebanyak 17,52 juta ekor (Bayu, 2022). Jawa Barat menjadi wilayah yang memiliki populasi domba terbanyak, yakni 12,25 juta ekor. populasi domba terus meningkat tiap tahunnya yang disebabkan oleh peningkatan permintaan pasar. Hal tersebut menjadikan domba memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan. Salah satu cara untuk mengembangkannya adalah dengan meningkatkan populasi ternak yang didukung oleh ketersediaan sumber bahan pakan yang memadai. Sumber bahan pakan tentunya harus memenuhi kebutuhan nutrisi ternak.

Dengan demikian, keberlanjutan populasi domba yang semakin meningkat dapat terpenuhi.

Pakan domba umumnya terdiri dari hijauan dan konsentrat. Penggunaan konsentrat berguna untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada ransum domba. Namun, penggunaan konsentrat dalam ransum domba sering kali menyebabkan biaya pakan menjadi sangat besar. Penggunaan konsentrat yang tidak optimal menyebabkan biaya pakan meningkat dan tidak efisien sehingga perlu adanya alternatif bahan pakan yang dapat menekan biaya pakan akibat penggunaan pakan konsentrat dalam ransum serta memiliki kandungan nutrisi yang tinggi.

Salah satu bahan pakan yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menekan biaya adalah daun ubi jalar

(*Ipomoea batatas* L.). Daun ubi jalar berasal dari limbah pertanian yang merupakan limbah dari hasil panen tanaman ubi jalar yang sudah diambil produk utamanya. Kelebihan dari daun ubi jalar sebagai bahan pakan alternatif adalah kandungan nutriennya yang tinggi. Daun ubi jalar kering mengandung protein kasar sebesar 20-35% (Adewolu, 2008).

Domba memiliki rumen yang dapat mencerna bahan pakan atau ransum yang dikonsumsi secara fermentatif. Pencernaan fermentatif di dalam rumen tersebut adalah hasil kerja dari mikroba rumen. Produk akhir dari fermentabilitas dalam rumen adalah VFA dan NH<sub>3</sub>. VFA dan NH<sub>3</sub> dibutuhkan oleh mikroba rumen untuk pertumbuhannya dan memperbanyak diri. Oleh karena itu, produksi VFA dan NH<sub>3</sub> yang tinggi dapat dijadikan indikator fermentabilitas yang optimal di dalam rumen. Dengan kata lain, kualitas suatu bahan pakan pada ruminansia dapat dilihat dari produk fermentasi berupa VFA dan NH<sub>3</sub> yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari penggunaan daun ubi jalar sebagai substitusi konsentrat dalam ransum domba terhadap produksi VFA dan NH<sub>3</sub> secara *in vitro*.

## METODOLOGI

### Ransum Percobaan

Penelitian menggunakan bahan penyusun ransum percobaan berupa rumput odot, konsentrat dan daun ubi jalar. Rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott.) digunakan sebagai pakan hijauan utama. Rumput odot diperoleh dari kebun milik Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran. Konsentrat sebagai pakan pelengkap yang digunakan diperoleh dari KUD Tandang Sari, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang. Daun ubi jalar (*Ipomea batatas* L.) adalah bahan pakan yang digunakan sebagai substitusi konsentrat dalam ransum. Daun ubi jalar diambil dari limbah tanaman ubi jalar yang sudah dipanen hasil utamanya di Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang. Rumput odot dan daun ubi jalar dilakukan pengeringan di bawah matahari, 14 hari untuk rumput odot dan 10 hari untuk daun ubi jalar. Konsentrat dioven selama satu hari untuk menurunkan kadar air. Adapun kandungan nutrisi masing-masing bahan pakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi dan TDN bahan pakan yang digunakan

Bahan Pakan	Bahan kering (%)	Protein Kasar (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)	BETN (%)	Abu (%)	TDN (%)
Daun Ubi Jalar	98,36	23,15	3,54	23,15	52,89	8,03	59,46
Konsentrat	87,91	14,05	10,11	18,48	45,33	12,03	68,09
Rumput Odot	96,25	13,71	3,48	33,01	34,06	15,73	42,75

Kemudian, sampel ditimbang dan dicampurkan sesuai dengan persentase masing-masing perlakuan, dan disajikan pada Tabel 2 berikut dengan kandungan nutrisi dan TDN.

Tabel 2. Kandungan Nutrien Ransum Penelitian tiap Perlakuan

Bahan Pakan	P1	P2	P3	P4
Rumput odot (%)	70	70	70	70
Konsentrat (%)	30	20	10	0
Daun Ubi Jalar (%)	0	10	20	30
Kandungan Nutrien				
Bahan Kering (%)	93,75	94,79	95,84	96,88
Protein Kasar (%)	13,81	14,72	15,63	16,54
Lemak Kasar (%)	5,47	4,81	4,16	3,50
Serat Kasar (%)	28,65	29,12	29,59	30,05
BETN (%)	37,44	38,20	38,95	39,71
Abu (%)	14,62	14,22	13,82	13,42
TDN (%)	50,35	49,49	48,63	47,76

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dengan pengujian fermentabilitas *in vitro* mengikuti metode Tilley dan Terry (1963). Thermos diisi air bersih dengan suhu 39-40°C. Cairan rumen dari domba yang baru dipotong dan dikeluarkan bagian rumen dari tubuhnya, kemudian air dari dalam termos dikeluarkan dan cairan rumen disaring,

serta dimasukkan ke dalam termos sampai penuh. Sampel ransum ditimbang sebanyak 1 gram, lalu dimasukkan ke dalam tabung fermentor sesuai label perlakuan. Pada tabung tersebut dimasukkan cairan rumen domba sebanyak 10 mL dan larutan (McDougall, 1948) sebanyak 40 mL. Berikutnya, gas CO<sub>2</sub> dimasukkan ke dalam tabung dan ditutup dengan penutup karet. Tabung fermentor dimasukkan ke dalam rak yang telah tersedia di

dalam waterbath dengan pengaturan suhu 39-40°C. Lama inkubasi selama 3 jam. Selama inkubasi dilakukan pengocokan secara kontinyu setiap 30 menit sekali. Setelah tiga jam, kemudian membuka tabung fermentor dan ditetesi HgCl<sub>2</sub> jenuh guna membunuh mikroba. Isi tabung fermentor dipindahkan ke tabung sentrifuge untuk sentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 20 menit. Bagian yang cair (supernatan) diambil untuk digunakan analisis VFA menggunakan metode destilasi uap Markam dan NH<sub>3</sub> menggunakan teknik mikrodifusi cawan Conway.

### **Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik**

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Data yang terkumpul dilakukan analisis Sidik Ragam kemudian dilanjutkan dengan Uji Duncan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilaksanakan pengujian *in vitro* diperoleh data VFA dan NH<sub>3</sub> yang disajikan pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi VFA menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan NH<sub>3</sub> tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Produksi VFA dan NH<sub>3</sub> Hasil Penelitian

Peubah	R1	R2	R3	R4
VFA (mM)	104,61 <sup>a</sup>	146,12 <sup>b</sup>	173,57 <sup>b<sup>c</sup></sup>	194,54 <sup>d</sup>
Ammonia (NH <sub>3</sub> ) (mM)	4,25	4,34	4,92	4,55

Keterangan : superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Volatile fatty acid (VFA) merupakan produk utama dari metabolisme karbohidrat dalam rumen dan produk akhir dari fermentasi bahan organik yang dimanfaatkan sebagai sumber energi utama ruminansia (Siska, dkk., 2013). Rataan produksi VFA hasil penelitian adalah 104,61 mM – 194,54 mM. Perlakuan yang diberikan menyebabkan bervariasinya nilai rata-rata produksi VFA yang dihasilkan. Menurut McDonald, dkk., (2022) jenis ransum yang diberikan pada ternak mempengaruhi produksi VFA dalam cairan rumen.

Ransum perlakuan R4 menghasilkan produksi VFA yang nyata berbeda lebih tinggi dibandingkan ransum perlakuan lainnya (R1, R2, R3). Produksi VFA terendah 104,61 mM dimiliki oleh ransum perlakuan R1 yang tidak menggunakan daun ubi jalar dan produksi VFA tertinggi 194,54 mM dimiliki oleh ransum perlakuan R4 dengan penggunaan daun ubi jalar sebagai substitusi konsentrat sebanyak 30%. Walaupun ransum perlakuan R4 memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan ransum perlakuan lainnya, tetapi hal itu bukan merupakan hal yang baik. Hal ini karena berada di atas nilai kisaran normal. Menurut Fathul, dkk., (2010) bahwa konsentrasi VFA cairan rumen berada dalam kisaran normal apabila berada pada nilai 80 – 180 mM. Kemudian, Rahayu, dkk., (2018) memperjelas bahwa semakin tinggi konsentrasi VFA

mengindikasikan fermentasi semakin efektif dan apabila konsentrasi VFA terlalu tinggi dapat berdampak mengganggu keseimbangan rumen. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa ransum perlakuan R3 memiliki produksi VFA terbaik, di mana produksi VFA yang dihasilkan 173,57 mM.

Tingginya nilai produksi VFA yang dihasilkan oleh ransum perlakuan R4 didukung dengan tingginya kandungan karbohidrat berupa serat kasar dalam ransum tersebut sebanyak 30,05%. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Tanuwiria dkk., (2005) Produksi VFA total yang dihasilkan terlihat dari banyaknya bahan organik dalam bahan pakan yang mampu didegradasi oleh mikroba rumen. Kandungan serat kasar pada tiap ransum perlakuan R1, R2, R3, R4 berturut-turut 28,65, 29,12, 29,59, dan 30,05%. Komponen serat kasar terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa didegradasi oleh enzim selulase menghasilkan selobiosa, kemudian didegradasi kembali dengan produk akhir gula-gula sederhana. Hemiselulosa didegradasi oleh enzim hemiselulase mikroba menghasilkan xilosa. Hal ini sesuai dengan pendapat Tillman, dkk., (1998) bahwa selulosa pati, dan hemiselulosa yang terkandung dalam pakan akan dicerna oleh mikroba rumen menghasilkan gula-gula sederhana. Gula-gula sederhana akan mengalami proses glikolisis menjadi asam piruvat melalui oksidasi glukosa secara anaerob. Asam piruvat kemudian diubah menjadi VFA dalam bentuk asam asetat, propionate, butirat, serta menghasilkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>), air (H<sub>2</sub>O), dan metan (CH<sub>4</sub>). Hal ini sesuai dengan pendapat Soebarinoto, dkk., (1991) menyatakan bahwa hasil akhir oksidasi glukosa secara anaerob melalui jalur glikolisis adalah asam piruvat, yang kemudian diubah menjadi VFA.

Keberadaan lignin dalam pakan mengakibatkan pengikatan selulosa dan hemiselulosa, yang menghambat aktivitas mikroba rumen dalam mencerna komponen serat kasar. Kandungan lignin yang tinggi dalam pakan akan sangat berpengaruh pada nilai fermentabilitas ransum di dalam rumen yaitu akan mempengaruhi produksi VFA. Hal ini dapat dikatakan bahwa daun ubi jalar yang digunakan pada penelitian memiliki kandungan lignin yang rendah. Hal ini disebabkan daun bukan merupakan bagian untuk menopang tanaman, namun bagian yang banyak melakukan metabolisme, sehingga kandungan lignin rendah.

Produksi VFA juga dipengaruhi oleh bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) pada masing-masing ransum perlakuan. Kandungan BETN dalam ransum perlakuan R1, R2, R3, dan R4 berturut-turut 37,44, 38,20, 38,95, dan 39,71%. Ransum perlakuan yang memiliki kandungan BETN yang tinggi diduga mengandung bahan organik yang mudah larut dan mudah dicerna seperti pati dan gula. Pati dihidrolisis oleh enzim amilase menghasilkan maltose. Kemudian, maltose didegradasi menjadi gula-gula sederhana. Selanjutnya gula-gula sederhana mengalami glikolisis menjadi asam piruvat yang kemudian diubah menjadi VFA utamanya asam propionat. Hal ini sesuai

dengan pendapat Soebarinoto, dkk., (1991), bahwa hasil pencernaan pati dan karbohidrat mudah dicerna adalah berupa asam propionat.

Protein kasar juga berpengaruh terhadap produksi VFA yang dihasilkan. VFA yang dihasilkan selain berasal dari fermentasi karbohidrat, juga berasal dari fermentasi protein dalam rumen. Protein kasar dalam ransum perlakuan yang menggunakan daun ubi jalar lebih tinggi dibandingkan dengan ransum perlakuan yang hanya menggunakan konsentrat. Hal ini diduga protein yang terkandung dalam ransum perlakuan menggunakan daun ubi jalar mudah terdegradasi menjadi asam amino. Montagnac, dkk., (2009) menyatakan bahwa total kandungan asam amino esensial dalam protein daun ubi jalar lebih tinggi dibanding protein kedelai. Selanjutnya asam amino tersebut akan mengalami deaminasi menjadi NH<sub>3</sub> dan asam  $\alpha$  keto. Asam  $\alpha$  keto diubah menjadi VFA, yang berupa iso butirrat, iso valerat dan 2 metil butirrat yang digunakan sebagai kerangka karbon bagi sintesis protein mikrobial rumen.

Amonia (NH<sub>3</sub>) merupakan produk fermentasi protein yang dihasilkan dari perombakan protein dalam pakan oleh mikroba rumen (Jenny, dkk., 2012). Mikroba rumen memanfaatkan protein dalam pakan untuk pertumbuhan sel-sel mikroba, selanjutnya mikroba rumen dimanfaatkan oleh ternak sebagai sumber protein yang memiliki nutrisi tinggi (Suryani, dkk., 2014). Tingginya produksi NH<sub>3</sub> pada cairan rumen menunjukkan banyaknya protein pakan yang dikonsumsi mengalami degradasi di dalam rumen.

Rataan produksi NH<sub>3</sub> berkisar antara 4,25 mM – 4,92 mM. Produksi NH<sub>3</sub> yang dihasilkan tergolong optimal. Menurut Badarina, dkk., (2014) bahwa nilai produksi NH<sub>3</sub> total yang optimal untuk pertumbuhan mikroba rumen adalah 4 mM – 12 mM.

Setiap ransum perlakuan menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> yang relatif sama. Padahal semakin tinggi penggunaan daun ubi jalar menyebabkan tinggi protein yang terdapat di ransum tersebut sesuai dengan perlakuan, namun tidak berdampak terhadap produksi NH<sub>3</sub>. Hal ini diduga disebabkan daun ubi jalar mengandung senyawa alkaloid yang menghambat fermentasi protein menjadi NH<sub>3</sub>. Menurut Arum, dkk., (2013) bahwa kandungan protein dalam pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi NH<sub>3</sub>. Izzatullah, dkk., (2018) menambahkan bahwa konsentrasi NH<sub>3</sub> menunjukkan tinggi rendahnya kandungan protein kasar yang dirombak oleh mikroba rumen. Protein pakan di dalam rumen akan dihidrolisis oleh enzim proteolitik mikrobial rumen menjadi oligopeptida. Selanjutnya, oligopeptida ini mengalami proses pencernaan lebih lanjut menjadi peptida. Sebagian dari peptida ini berhasil melewati degradasi rumen, sementara sebagian lainnya dihidrolisis menjadi asam amino. Asam amino ini kemudian mengalami deaminasi, yang menghasilkan asam  $\alpha$  keto dan NH<sub>3</sub> (Kamal, 1994).

## KESIMPULAN

Penggunaan daun ubi jalar sebagai substitusi konsentrat dalam ransum domba memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi VFA, tetapi tidak berbeda nyata terhadap produksi NH<sub>3</sub>. Kemudian, penggunaan daun ubi jalar sebanyak 20% menghasilkan produksi VFA dan NH<sub>3</sub> terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adewolu, M. A. 2008. Potentials of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf meal as dietary ingredient for *Tilapia zilli* fingerlings. *Pak. J. Nutr.* 7(3): 444-449.
- Arum, I., S. Rahayu dan M. Bata. 2013. Pengaruh pemberian ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) pada pakan sapi potong lokal terhadap produksi VFA total dan NH<sub>3</sub> secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu Peternakan.* 1(1): 21-38.
- Badarina, I., D. Evvyernie, T. Tohamat, E.N. Herliyana. 2014. Fermentabilitas rumen dan pencernaan *in vitro* ransum yang disuplementasi kulit buah kopi produk fermentasi jamur *Pleurotus ostreatus*. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia* 9(2):102-109
- Bayu, D. 2022. Produksi Daging Domba Sebanyak 55,86 Ribu Ton pada 2021. [Online]. Tersedia di <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-daging-domba-sebanyak-5586-ribu-ton-pada-2021> (diakses 18 Januari 2023).
- Fathul, F. dan Wajizah, S. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara *in vitro*. *JITV.* 15(1), 9-15.
- Izzatullah, A.Y., Sutrisno dan L.K. Nuswantara. 2018. Produksi VFA, NH<sub>3</sub> dan protein total secara *in vitro* pada fooder jagung hidroponik dengan media perendaman dan penggunaan dosis pupuk yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan.* 6 (1): 13 – 18.
- Jenny, Surono dan M. Christiyanto. 2012. Produksi amonia, undegraded protein dan protein total secara *in vitro* bungkil biji kapuk yang diproteksi dengan tanin alami. *Animal Agricultural Journal*, Vol. 1. No. 1, 2012, p 277 – 284.
- Kamal, M. 1994. *Nutrien Ternak 1.* Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- McDougall, E. (1948) *Studies on Ruminant Saliva. The Composition and Output of Sheep's Saliva.* *Biochemical Journal*, 43, 99-109.
- McDonald, P., R.A. Edwards., J.F.D. Greenhalgh., C.A. Morgan., L.A. Sinclair, and R.G. Wilkinson. 2022. *Animal Nutrition 8th Edn.* Pearson. Singapore.
- Montagnac, A.J., R.D. Christopher, dan S.A. Tanumihardjo. 2009. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement. *Compr. Rev. Food. Sci. Food. Saf.* 8: 186-194.
- Rahayu, R.I, A. Subrata, dan J. Achmadi. 2018. Fermentabilitas ruminal *in vitro* pada pakan berbasis jerami padi amoniasi dengan suplementasi tepung bonggol pisang dan molasses. *Jurnal Peternakan Indonesia.* 20 (3): 166 – 174.
- Siska, N., T. Widiyastuti, dan T.R. Sutardi. 2013. Pengujian kecemasan bungkil biji jarak fermentasi ditinjau dari produksi VFA dan N-NH<sub>3</sub> secara *in vitro*. *Jurnal Ilmiah Peternakan.* 1 (2): 446-

- Soebarinoto, S. Chuzaemi dan Mashudi. 1991. Ilmu Gizi Ruminansia. Animal Husbandary Project, Universitas Brawijaya, Malang.
- Suryani, N.N., I.K. Mangku, dan I.P. Astawa. 2014. Fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba kambing peranakan etawa yang diberi pakan dengan komposisi hijauan beragam dan level konsentrat berbeda. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 17(2): 56-60.
- Tanuwiria, U. H., Ayuningsih, B., dan Mansyur. 2005. Fermentabilitas Dan Kecernaan Ransum Lengkap Sapi Perah Berbasis Jerami Padi dan Pucuk Tebu Teramoniasi (in vitro). *Jurnal Ilmu Ternak*. 5(2): 64-69.
- Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry, 1963. A two stages technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*. 18: 104 – 111.
- Tillman, A. D. Hartadi, H. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo, dan S. Soekoyo, S.L. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 195 – 202.