

**KECERNAAN BAHAN KERING DAN ORGANIK WAFER DAUN  
KALIANDRA PADA KAMBING PERANAKAN ETAWAH**

***DRY MATTER AND ORGANIC DIGESTIBILITY OF CALIANDRA LEAF  
WAFER ON ETAWAH DESCENT GOAT***

**Novia Qomariyah, Yuli Retnani dan Idat G Permana<sup>1</sup>**

***Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan,  
Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor***

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pencernaan bahan kering dan BAHAN organik, konsentrasi VFA dan NH<sub>3</sub> wafer suplemen Kaliandra. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah IPB. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik, konsentrasi VFA dan konsentrasi NH<sub>3</sub>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencernaan wafer yang mengandung daun Kaliandra memiliki pencernaan bahan kering berkisar antara 70,65±0,97%, pencernaan bahan organik 69,20±1,20%, NH<sub>3</sub> 22,63±1,05 mM dan VFA 193,67±0,54 mM. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Pengolahan Kaliandra menjadi wafer suplemen pakan sebanyak 30% mampu meningkatkan pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik, konsentrasi NH<sub>3</sub>, dan VFA secara *in vitro*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan percobaan *in vivo*.

Kata kunci: pencernaan, wafer, Kaliandra

**ABSTRACT**

*The objective of this research was to study the effect supplementation Calliandra wafer to increase digestibility organic matter and digestibility dry matter, concentration VFA and NH<sub>3</sub>. This research was conducted at Laboratory of Ruminant Nutrition Faculty of Animal Science Bogor Agricultural Institute. Parameters recorded in this experiment were digestibility organic matter and digestibility dry matter, concentration VFA and NH<sub>3</sub>. Results of the experiment showed that digestibility dry material ranges between 70,65±0,97%, digestibility organic material 69,20±1,20%, NH<sub>3</sub> 22,63±1,05 mM and VFA 193,67±0,54 mM. The conclusion of this research is processing calliandra to be wafer feed supplements by 30 percent able to increase digestibility of dry material and organic matter, NH<sub>3</sub> concentration and VFA with in vitro analysis. Need to do further research with in vivo analysis.*

*Key-words: digestibility, wafer, calliandra*

---

<sup>1</sup> Alamat penulis untuk korespondensi: Novia Qomariyah, Yuli Retnani, Idat G Permana. Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Jln. Agatis Kampus IPB Dramaga Bogor 16680, email: novia\_joyo@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Rendahnya produktivitas temak kambing di Indonesia, khususnya di peternakan rakyat, disebabkan oleh pola pemberian pakan yang kurang memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, yaitu tinggi serat, rendah protein dan energi. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pakan di tingkat peternak adalah dengan teknologi pakan konsentrat. Tambahan konsentrat ini berfungsi untuk meningkatkan daya guna pakan, meningkatkan konsumsi dan pencernaan pakan. Namun hal ini tidak mudah untuk dilakukan, keterbatasan sumberdaya, pengetahuan peternak, dan sulitnya mendapatkan bahan pakan menjadi kendala utama. Oleh karena itu untuk meningkatkan produktivitas ternak yang optimal perlu dilakukan suplementasi pakan tinggi protein dan energi untuk mengimbangi kualitas pakan yang rendah di tingkat peternak. Suplementasi bertujuan untuk meningkatkan daya guna pakan yang rendah kualitasnya, mudah pemberiannya, dan mudah diaplikasikan peternak. Salah satu sumber protein yang keberadaannya melimpah sepanjang tahun dan memiliki kandungan nutrisi tinggi adalah leguminosa pohon seperti Kaliandra, Lamtoro, dan Gamal. Di satu sisi kandungan senyawa antinutrisi yang terkandung dalam leguminosa pohon seperti tanin, mimosin dapat mengurangi pemanfaatan leguminosa pohon sebagai pakan suplemen. Oleh karena itu, pemberian suplemen komplis dalam bentuk wafer yang disusun dari campuran leguminosa dengan konsentrat diharapkan dapat mengatasi persoalan rendahnya kualitas nutrisi pakan di tingkat peternak. Teknologi suplemen dalam bentuk wafer ini selain mudah pemberiannya, praktis

pengolahannya juga memudahkan transportasi dan penyimpanan.

*Calliandra calothyrsus* merupakan jenis tanaman yang sangat mudah ditemukan di Indonesia. *C. calothyrsus* merupakan pakan ternak yang memiliki kandungan protein tinggi dan dapat dijadikan sebagai anti nutrisi yang dapat memengaruhi kandungan cacing dalam saluran pencernaan ruminansia. Kaliandra dapat digunakan sebagai anthelmintika (obat cacing) (Nguyen et al. 2005), dikarenakan terdapat zat aktif atau anti nutrisi, yaitu: tanin dan linamarin yang termasuk *cyanogenic-glucosida* sehingga dapat meningkatkan pemanfaatan pakan ternak dalam saluran pencernaan dan sekaligus meningkatkan nafsu makan pada ternak. Kendala penggunaan Kaliandra sebagai pakan tunggal adalah ketersediaan nutrisi menjadi rendah karena Kaliandra mengandung tanin yang dapat melindungi protein dari proses perombakan oleh mikroba rumen dan proses enzimatik dalam usus, sehingga dapat menurunkan pemanfaatan nutrisi oleh ternak. Tangendjaja *et al.* (1992) melaporkan bahwa kandungan tanin dalam Kaliandra sebesar 1,5 hingga 11,3 persen dan memiliki daya cerna bahan kering secara *in vitro* berkisar antara 35 hingga 53 persen. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan tanaman leguminosa lainnya, seperti Lamtoro, Gamal, dan Sengon. Oleh karena itu pengolahan Kaliandra dengan bahan konsentrat sebagai sumber suplemen pakan melalui pembuatan wafer diharapkan dapat meningkatkan nilai guna kaliandra dan produktivitas ternak sekaligus memperbaiki kualitas pakan serta memudahkan penyimpanan dan pengangkutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pencernaan bahan kering dan bahan organik wafer suplemen kaliandra (*C. calothyrsus*)

secara *in vitro* pada kambing Peranakan Etawah.

## MATERI DAN METODE

**Materi. Bahan penelitian.** Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. Materi yang digunakan adalah cairan rumen kambing yang diperoleh dari RPH Empang Bogor, larutan Mc. Dougall's sebagai buffer, dan wafer suplemen pakan yang mengandung daun Kaliandra. Wafer suplemen pakan tersusun atas daun Kaliandra, Bungkil Kelapa, Bungkil Kedelai, Corn Gluten Meal (CGM), molasses, urea, dan kapur.

**Peralatan penelitian.** Peralatan pembuatan wafer meliputi: timbangan digital, mesin grinder, mesin mixer, dan mesin press wafer. Peralatan analisis *in vitro* meliputi konsentrasi VFA,  $\text{NH}_3$ , dan pencernaan bahan kering dan bahan organik seperti: timbangan digital, termos, kain saring steril, tabung *in vitro*, penutup karet, *shaker waterbath*, pH meter, gelas ukur, centrifuge, termometer, tabung reaksi, erlenmeyer, toples plastik, oven, buret, cawan Conway, tabung destilasi uap, kertas saring, cawan porselin.

**Metode.** Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dua tahap. Tahap pertama adalah tahap persiapan, yaitu pembuatan wafer suplemen Kaliandra menggunakan metode Retnani *et al.* (2014) dan tahap kedua adalah tahap pengujian pencernaan wafer suplemen secara *in vitro* menggunakan metode Tilley & Terry (1963).

Tahap Pertama: Pembuatan Wafer Suplemen Kaliandra. Adapun proses pembuatan wafer suplemen Kaliandra

mengacu pada penelitian Retnani *et al.* (2014), yaitu daun Kaliandra yang telah dipanen, dipotong menjadi bagian yang lebih kecil dan dikeringkan dengan sinar matahari. Setelah kering daun tersebut digiling menggunakan mesin *grinder* dan dicampur dengan bahan penyusun wafer yang lain, seperti bungkil kedelai, bungkil kelapa, CGM, molasses, urea, dan kapur. Setelah tercampur secara merata selanjutnya campuran dari bahan pakan tersebut dimasukkan dalam mesin wafer lalu dilakukan penekanan, pemanasan, dan pencetakan dengan suhu  $115^\circ\text{C}$  selama 10 hingga 15 menit untuk menjadikan wafer suplemen pakan. Setelah itu wafer didinginkan pada suhu ruang.

Tahap Kedua: In Vitro. Metoda penelitian ini melakukan fermentasi wafer kaliandra dengan inokulum cairan rumen kambing selama 48 jam. Langkah pertama adalah cairan rumen disaring dengan menggunakan kain saring steril untuk memisahkan antara supernatan dan endapan. Pada bagian supernatan dilakukan analisis pH cairan rumen,  $\text{NH}_3$ , dan VFA. Sisanya, pada bagian endapan untuk menganalisis KCBK dan KCBO. Pengukuran pH cairan rumen dengan cara mencelupkan alat detektor pH-meter ke dalam supernatan, kemudian dibaca dimonitor angka yang menunjukkan nilai pH tersebut. Pengukuran  $\text{NH}_3$  dengan cara supernatan dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (terpisah) dimasukkan ke bagian tepi dalam cawan Conway; dan bagian tengah lingkaran cawan Conway diisi asam borat. Kemudian cawan Conway ditutup rapat dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah itu, bagian tengah lingkaran cawan Conway dititrasi dengan 0,0116 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai warna kembali ke warna asal asam borat.

Tabel 1. Komposisi dan Kandungan Nutrisi Wafer Suplemen Kaliandra (%BK)

Bahan Pakan	Komposisi (%)
Bungkil Kelapa	35
Bungkil Kedelai	18
Molases	5
CGM	10
Urea	1
Kapur/CaCO <sub>3</sub>	1
Daun Kaliandra	30
Total	100
Bahan Kering <sup>1</sup>	93,02
Abu <sup>1</sup>	7,72
PK <sup>1</sup>	31,38
LK <sup>1</sup>	5,46
SK <sup>1</sup>	9,72
BETN <sup>2</sup>	38,74
TDN <sup>2</sup>	65,74

Keterangan : <sup>1</sup>)Dianalisis di Laboratorium Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB (2014); <sup>2</sup>) Berdasarkan Hasil Perhitungan BETN : Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen : 100% - (Air+Abu+PK+LK+SK)%; Rumus Perhitungan TDN menurut Wardeh (1981): TDN wafer = 2,6407 + 0,6964 (% protein kasar) + 1,2159 (% lemak kasar) - 0,1043 (% serat kasar) + 0,9194 (% BETN).

Perhitungan kadar NH<sub>3</sub> dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar NH}_3 \text{ (mM)} = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM}}{(\text{bobot sampel} \times \% \text{BK})}$$

N = normalitas larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$$\text{Konsentrasi VFA (mM)} = \frac{(\text{ml Blanko} - \text{Vol HCl}) \times (\text{N HCl} \times 200) \text{ mM}}{(\text{bobot sampel} \times \% \text{BK})}$$

N = normalitas larutan HCl.

Analisis VFA dengan cara mendestilasi supernatan hasil fermentasi, kemudian terjadi kondensasi dan ditampung ke dalam gelas Erlenmeyer yang berisi 5 ml 0,5 N NaOH sampai menjadi 250 ml. Kemudian, menambahkan dua hingga tiga tetes indikator fenolftalin dan dilanjutkan titrasi menggunakan larutan 0,6097 N HCl sampai terjadi perubahan warna dari merah jambu menjadi tidak berwarna. Kemudian, menghitung konsentrasi VFA berdasarkan rumus:

Analisis KCBK dan KCBO menggunakan prosedur Tilley & Terry (1963). Wafer suplemen serta bagian endapan hasil fermentasi dianalisis kadar air dan kadar abu. Kemudian, menghitung kadar bahan kering (BK) dengan cara mengurangi 100 persen dengan kadar air (persen); dan menghitung kadar bahan organik (BO) dengan cara mengurangi BK (persen) dengan kadar abu (persen). Dilanjutkan dengan menghitung KCBK dan KCBO sebagai berikut.

$$\text{KCBK (\%)} = \frac{\text{BKA} - (\text{BKS} - \text{BKB})}{\text{BKA}} \times 100\%$$

Keterangan :

KCBK = koefisien cerna bahan kering

BKA = bahan kering awal

BKS = bahan kering sisa

BKB = bahan kering blanko

$$\text{KCBO (\%)} = \frac{\text{BOA} - (\text{BOS} - \text{BOB})}{\text{BOA}} \times 100\%$$

Keterangan:

KCBO = koefisien cerna bahan organik

BOA = bahan organik awal

BOS = bahan organik sisa

BOB = bahan organik blanko

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah (1) Kadar Volatile Fatty Acid (VFA) (Kroomann *et al.* 1967), (2) Amonia dengan teknik mikrodifusi Conway (Conway 1958), (3) KCBK dan KCBO Tilley & Terry (1963).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Kandungan Nutrien dan Tanin Wafer Suplemen Kaliandra.** Kandungan nutrien wafer suplemen kaliandra (persen bahan kering) disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis kandungan nutrisi wafer sebelum dan setelah dicetak tampak tidak terjadi perubahan signifikan pada kandungan nutrisinya. Proses pemanasan pada saat pembuatan wafer menyebabkan air bebas yang terkandung didalamnya menguap sehingga kadar airnya menurun, penurunan kadar air akan diikuti dengan peningkatan kadar bahan keringnya. Proses pembuatan wafer menyebabkan kadar lemak menurun, namun meningkatkan kadar proteinnya. Proses pengeringan menyebabkan meningkatnya kadar tanin dalam kaliandra dibandingkan kadar tanin kaliandra segar hasil penelitian Wina *et al.* (1994). Proses penurunan kadar tanin hasil penelitian Wina *et al.* (1994) dengan

menggunakan penyemprotan PEG dan perendaman kapur kurang efektif dan harganya mahal. Kadar tanin akibat proses pencetakan menjadi wafer tidak menunjukkan penurunan yang signifikan namun memberi nilai tambah, yaitu memudahkan proses pengangkutan dan penyimpanan bila dibandingkan bentuk tepung (*mash*). Dengan adanya proses pembuatan wafer suplemen kaliandra diharapkan mampu meningkatkan kualitas nutrisi, yaitu protein. Hal ini sesuai pendapat Norton & Ahn (1997) bahwa proses pengeringan memperbaiki kualitas, khususnya dalam pemanfaatan nitrogen.

**Analisis In Vitro. Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik,  $\text{NH}_3$  dan VFA Total.** Kecernaan adalah proses perubahan bentuk fisik dan kimia yang dialami bahan pakan dalam alat pencernaan. Adanya mikroba dalam rumen menyebabkan pakan mengalami perombakan sehingga sifat-sifat fisik berubah, yaitu menjadi partikel kecil dan sifat kimianya berubah secara fermentatif menjadi senyawa lain yang berbeda dengan nutrien asalnya (Sutardi 1980). Proses pencernaan makanan utama bagi ternak ruminansia adalah proses pencernaan dalam rumen dan dilakukan oleh mikroba. Uji kecernaan wafer suplemen kaliandra disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, kecernaan bahan kering dan bahan organik wafer suplemen kaliandra sudah ideal bagi ternak ruminansia. Menurut ARC (1984) besarnya kecernaan pakan pada ternak ruminansia sekitar 65% tergantung dari mikroba rumen. Kecernaan juga sangat tergantung pada komposisi zat makanan yang terkandung dalam pakan dan laju aliran pakan meninggalkan rumen (Ørskov dan Ryle 1990)

Tabel 1 Kandungan Nutrisi Wafer Suplemen Kaliandra (% Bahan Kering)\*

Bahan	KA (%)	BK (%)	Abu (%)	LK (%)	PK (%)	SK (%)
Wafer kaliandra (Sebelum dicetak)	8.44	91.56	6.84	5.55	29.28	9.44
Wafer kaliandra (setelah dicetak)	6.98	93.02	7.72	5.46	31.38	9.72

<sup>\*)</sup> Analisa dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB (2014)

Table 2 Kadar Tanin Kaliandra berbagai Hasil Penelitian

Bahan	Kadar Tanin (%)
Kaliandra Segar <sup>*</sup>	4,69
Kaliandra + PEG <sup>*</sup>	2,12
Kaliandra + Kapur <sup>*</sup>	4,40
Kaliandra Kering <sup>**</sup>	6,90
Wafer kaliandra (Sebelum dicetak) <sup>**</sup>	2,29
Wafer kaliandra (setelah dicetak) <sup>**</sup>	2,24

Keterangan :

<sup>\*)</sup> Hasil Penelitian Wina *et al.* (1994)

<sup>\*\*)</sup> Analisa dilakukan di Laboratorium Balitro Cimanggu Bogor (2014)

Hungate (1996) menambahkan bahwa aktifitas fermentasi mikroba rumen sangat ditentukan oleh komposisi jenis mikroba dalam rumen, karena masing-masing mikroba mempunyai peran yang sangat spesifik dalam mendegradasi pakan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wina *et al.* (1994) dengan melakukan penyemprotan kaliandra dengan PEG dan perendaman dengan kapur memperoleh nilai pencernaan:  $49.55 \pm 2,94$  (kaliandra segar) menjadi  $56.79 \pm 2.26$  (penyemprotan PEG), dan  $45.88 \pm 1,76$  (perendaman kapur). Pembuatan kaliandra menjadi wafer

suplemen menyebabkan meningkatnya nilai kecernaannya.

Proses pencernaan karbohidrat di dalam rumen ternak ruminansia akan menghasilkan energi berupa VFA dengan proporsi molar VFA secara umum mengikuti kondisi normal (Hungate 1996). Asam lemak volatil (VFA) merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia dan dihasilkan dari proses fermentasi pakan dalam rumen (Ørskov & Ryle 1990).

Tabel 3 Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik, NH<sub>3</sub> dan VFA Wafer Kaliandra

KCBK (%)	KCBO (%)	NH <sub>3</sub> (mM)	VFA Total (mM)
70.65±0.97	69.20±1.20	22.63±1.05	193.67±0.54

Keterangan \*) Analisa dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah IPB (2014)

Pada keadaan normal, konsentrasi VFA total di dalam cairan rumen berkisar 70 hingga 150 mM (Bergman 1990), sedangkan menurut Sutardi (1979), konsentrasi VFA total cairan rumen yang baik untuk pertumbuhan optimum mikroba rumen adalah 80 hingga 160 mM. Tabel 4 menunjukkan bahwa VFA total cairan rumen yang diberi wafer suplemen kaliandra lebih tinggi dibandingkan kisaran normal untuk kebutuhan mikroba rumen. Banyak hal yang memengaruhi komposisi VFA, salah satunya adalah komposisi populasi mikroba rumen. Peningkatan jumlah VFA menunjukkan mudah atau tidaknya pakan tersebut difermentasi oleh mikroba rumen (karbohidrat dan protein terlarut). Jika kelarutan protein dalam pakan tinggi, maka protein tersebut akan mengalami fermentasi dalam rumen dan menghasilkan VFA dan amonia.

Amonia (NH<sub>3</sub>) merupakan produk utama hasil fermentasi protein pakan di dalam rumen oleh mikroba rumen, dalam hal ini semakin tinggi konsentrasi NH<sub>3</sub> semakin tinggi protein pakan mengalami fermentasi di dalam rumen. Produk NH<sub>3</sub> ini di dalam rumen akan dimanfaatkan oleh mikroba rumen untuk sintesis tubuhnya. Dari Tabel 4 terlihat bahwa konsentrasi NH<sub>3</sub> rumen di atas kisaran optimal, yaitu sekitar empat hingga 12 mM (Sutardi 1980) atau konsentrasi NH<sub>3</sub> minimal lima mg per 100 ml cairan rumen yang setara dengan 3,57 mM (Satter & Slyter 1974). Proses pemanasan dan pencetakan menyebabkan

tanin terpecah sehingga tidak memengaruhi populasi dan aktifitas mikroba, khususnya bakteri proteolisis di rumen sehingga perombakan protein pakan semakin meningkat akibatnya produk NH<sub>3</sub> dari hasil degradasi protein semakin meningkat. Ditambahkan oleh Norton & Ahn (1997) bahwa proses pengeringan memperbaiki kualitas, khususnya dalam pemanfaatan nitrogen.

**KESIMPULAN.** Pengolahan kaliandra menjadi wafer suplemen pakan sebanyak 30 persen mampu meningkatkan kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, konsentrasi NH<sub>3</sub>, dan VFA secara *in vitro*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ARC. 1984. *The Nutrient Requirement Of Ruminant Livestock*. England (UK): Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough.
- Bergman EN. 1990. Energy contribution of VFA from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol Rev* 70:567-590.
- Hungate RE. 1996. Polysaccharide storage and growth efficiency in *ruminococcus albus*. *J. Bact* 86(848-854).
- Kroomann RP, Meyer JH, Stielau WJ. 1967. Steam distillation of volatile fatty acid in rumen ingesta. *J. Dairy Sci* 50:73.

- Norton B, Ahn J. 1997. A comparison of fresh and dried *Calliandra calothyrsus* supplements for sheep given a basal diet of barley straw. *The Journal of Agricultural Science* 129(04):485-494.
- Ørskov ER, Ryle. 1990. *Energi Nutrition In Ruminants*. London (UK) And New York (US): Elsevier Applied Science.
- Retnani Y, Saenab A, Taryati. 2014. Vegetable waste as wafer feed for increasing productivity of sheep. *Asian Journal of Animal Sciences* 8(1):24-28. doi:10.3923/ajas.2014.24.28.
- Satter LD, Slyter LL. 1974. Effect of Amonia Concentration Rumen Microbial Protein Production In Vitro. *Brit. J. Nutr* 32:194-208.
- Sutardi T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. *Bulletin Makanan Ternak IPB* 5(1):1-7.
- Sutardi T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi Jilid 1*. Bogor (ID) Institut Pertanian Bogor.
- Tangendjaja B, Wina E, Ibrahim T, Palmer B. 1992. *Kaliandra (Calliandra calothyrsus) dan Pemanfaatannya*. Bogor (ID): BPT Ciawi dan ACIAR.
- Tilley JMA, Terry RA. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grssld Soc* 18(104-111).
- Wardeh MF. 1981. *Models for estimating energy and protein utilization for feed* [disertasi]. Logan (US): Utah State University.
- Wina E, Budiarsana IGM, Tangendjaja B, Gunawan. 1994. Pengaruh penggunaan aditif Polietilena Glikol (PEG) dan kapur pada daun kaliandra terhadap pencernaan gizi dan performans domba. *Ilmu dan Peternakan* 8(1):13-17.