

Kecernaan dan Fermentasi Ruminal Ransum Berbasis Silase Kulit Buah Kakao yang Diperkaya Daun Gamal dan Kaliandra pada Kambing

Puastuti W, Widiawati Y, Wina E

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
E-mail: wisripuast@yahoo.com

(Diterima 2 Januari 2015; direvisi 23 Februari 2015; disetujui 27 Februari 2015)

ABSTRACT

Puastuti W, Widiawati Y, Wina E. 2015. Digestion and ruminal fermentation of cocoa pod silage based ration enriched by gliricidia and calliandra leaves on goats. *JITV* 20(1): 31-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v20i1.1114>

In term of availability, cacao pod is potential for ruminant feed. According to its nutrients content, cacao pod can be used as feed fiber source. Protein sources materials must be added when cacao pod was ensilaged due to low protein content of this material. The aim of this study was to investigate digestibility value and end products of rumen fermentation of goat fed grass or cacao pod based ration. Randomized block design and 20 heads of lambs (16.95±2.36 kg) to evaluated 5 type of rations: R (50% grass + 50% concentrate); S (50% cacao pod silage + 50% concentrate); SG (50% cacao pod-gliricidia silage + 50% concentrate); SK (50% cacao pod-calliandra silage + 50% concentrate) dan SC (50% cacao pod-mixture of gliricidia-calliandra silage + 50% concentrate). Feeding trial was conducted for over 15 weeks. Measurements were taken on feed digestibility and rumen-fermentation end-products after 3 weeks of treatments. Results shows that nutrients digestibility was different significantly among the groups of treatments ($P<0.05$). Digestibility of organic matter, NDF and energy of R ration was those of higher significantly ($P<0.05$) than those of other groups. N-ammonia of rumen from goat feed R ration was higher ($P<0.05$) than other groups. Total VFA and each component were different among the groups ($P<0.05$), however the value was similar among the groups of cacao pod silage rations. It is concluded that cacao pod silaged based rations enriched by Gliricidia and Calliandra leaves did not produce similar digestibility value and end products of rumen fermentation with grass based ration.

Key Words: Cacao Pod Silage, Digestibility, Ruminal Fermentation

ABSTRAK

Puastuti W, Widiawati Y, Wina E. 2015. Kecernaan dan fermentasi ruminal ransum berbasis silase kulit buah kakao yang diperkaya daun gamal dan kaliandra pada kambing. *JITV* 20(1): 31-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v20i1.1114>

Kulit buah kakao (KBK) berpotensi sebagai pakan. Kandungan protein KBK yang rendah memerlukan penambahan sumber protein dalam penggunaan KBK sebagai pakan. Penelitian bertujuan mengevaluasi kecernaan dan produk fermentasi ruminal dari pakan berbasis rumput dan silase KBK yang diperkaya daun gamal dan kaliandra sebagai sumber protein. Pengujian menggunakan rancangan acak kelompok pada 20 ekor kambing (16,95±2,36 kg) untuk menguji 5 jenis ransum perlakuan: R (50% Rumput + 50% konsentrat); S (50% Silase KBK + 50% konsentrat); SG (50% Silase KBK gamal + 50% konsentrat); SK (50% Silase KBK kaliandra + 50% konsentrat) dan SC (50% silase KBK campuran + 50% konsentrat). Percobaan pemberian ransum dilakukan selama 15 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan kering (BK) total dari ransum S paling tinggi ($P<0,05$) dibandingkan ransum R, SG, SK, SC. Nilai kecernaan nutrisi berbeda ($P<0,05$) diantara kelima ransum, dimana kecernaan BK, PK dan NDF ransum R lebih tinggi ($P<0,05$) dibandingkan dengan perlakuan lain. Kadar N-NH₃ dalam rumen kambing dengan ransum R secara nyata lebih tinggi ($P<0,05$) daripada ransum perlakuan lainnya. Kadar VFA total dan komponennya berbeda antara ransum R dan ransum lainnya ($P<0,05$), namun serupa diantara ransum perlakuan berbasis KBK. Dapat disimpulkan bahwa ransum berbasis silase KBK yang diperkaya daun gamal dan kaliandra belum mampu menghasilkan nilai kecernaan dan produk fermentasi yang setara dengan ransum berbasis rumput.

Kata Kunci: Silase Kulit Buah Kakao, Kecernaan, Fermentasi Ruminal

PENDAHULUAN

Pemeliharaan kambing di tingkat peternak sangat bergantung pada ketersediaan rumput. Pada musim kemarau ketersediaan rumput terbatas dan kualitasnya menurun. Tidak jarang peternak mencari hijauan pakan hingga lokasi yang cukup jauh dari tempat tinggalnya.

Sementara itu usaha ternak kambing di sekitar lahan perkebunan kakao/coklat belum memanfaatkan potensi produk samping perkebunan yang berupa kulit buah kakao (KBK) sebagai pakan. Biomasa KBK memiliki kandungan nutrisi yang setara dengan rumput terutama protein dan energinya. Biomasa KBK tanpa diolah mengandung protein 7,78% dan energi bruto 3900

Kkal/kg BK, sementara rumput gajah mengandung 7,88% protein dan energi bruto 3800 Kkal/kg BK (Puastuti & Yulistiani 2011). Memperhatikan kandungan tersebut maka ada potensi KBK untuk menggantikan rumput, namun bila dilihat dari nilai kecernaannya KBK memiliki kecernaan bahan kering yang relatif rendah. Rendahnya kecernaan KBK disebabkan tingginya kandungan serat kasar, lignin dan tanin. Kulit buah kakao dilaporkan memiliki kadar lignin dan tanin masing-masing sebesar 14,70-23,65% (Rinduwati & Ismartoyo 2002; Zain 2009; Daud et al. 2013) dan 0,84-5,1% (Rinduwati & Ismartoyo 2001; Mensah et al. 2012). Hasil uji kecernaan *in sacco* menggunakan ternak kambing menghasilkan kecernaan bahan kering KBK sebesar 29,27% (Rinduwati & Ismartoyo 2002) dan dengan pengolahan secara amoniasi kecernaan bahan kering *in vitro* meningkat dari 46,87% menjadi 52,8% (Afrijon 2011) dan dengan fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* kecernaannya meningkat dari 22,00 menjadi 24,39% (Hardana et al. 2013). Selanjutnya dilaporkan oleh Puastuti et al. (2009) bahwa kecernaan bahan kering *in vitro* dari ransum yang mengandung 50% KBK : 50% konsentrat sebesar 57,69% lebih rendah dibandingkan dengan ransum yang mengandung 50% rumput : 50% konsentrat memiliki kecernaan bahan kering sebesar 70,98%.

Upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan KBK sebagai pakan sumber serat pada ternak ruminansia dapat dilakukan melalui suplementasi sumber protein. Penggunaan protein konvensional seperti tepung daging, tepung ikan, bungkil kedelai dan biji-bijian lain relatif mahal. Sumber protein hijau seperti daun gamal dan kaliandra yang banyak terdapat di sekitar lokasi peternakan perlu dimanfaatkan. Daun gamal merupakan sumber protein yang mudah didegradasi di dalam rumen untuk menyediakan N-NH₃ bagi mikroba rumen (Suryani et al. 2013; Tresnadewi et al. 2014), sementara protein kaliandra tidak mudah didegradasi dalam rumen sehingga dapat meningkatkan ketersediaan protein dalam tubuh (Tresnadewi et al. 2014).

Sumber protein bagi ruminansia berasal dari mikroba rumen dan protein pakan. Selain sebagai sumber protein bagi ternak, tingginya populasi mikroba rumen dapat meningkatkan proses pencernaan pakan secara fermentatif. Untuk meningkatkan populasi mikroba rumen maka sumber protein dengan tingkat degradasi tinggi yang menghasilkan nitrogen dalam bentuk N-NH₃ sangat dibutuhkan untuk sintesis protein tubuhnya. Selanjutnya populasi mikroba yang ada akan menghasilkan enzim fibrolitik untuk mencerna serat dan juga untuk memasok protein mikroba bagi ruminansia.

Pada penelitian ini diuji ransum berbasis rumput dan silase KBK dengan tambahan sumber protein daun gamal dan kaliandra. Tulisan ini merupakan bagian dari

keseluruhan penelitian ransum berbasis silase KBK. Adapun yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah mengevaluasi kecernaan dan produk fermentasi ruminal dari ransum berbasis rumput dan silase KBK yang diperkaya daun gamal dan kaliandra.

MATERI DAN METODE

Pakan

Materi penelitian berupa KBK dikumpulkan dari perkebunan PTPN 8 Rajamandala Bandung dan selanjutnya dibawa ke Balitnak Bogor untuk segera dibuat silase. Pembuatan silase KBK mengikuti metode yang dilakukan Puastuti & Yulistiani (2011) dengan modifikasi penambahan legum sumber protein. Kulit Buah kakao segar yang baru dipisahkan dari bijinya dicacah menggunakan mesin pencacah sehingga diperoleh cacahan KBK dengan ukuran 2-3 cm. Ke dalam cacahan KBK ditambahkan dedak padi halus sebanyak 10% dan daun gamal (*Gliricidia* Sp.) dan atau kaliandra (*Calliandra* Sp.) sebanyak 20% dari bobot segar. Terdapat 4 macam silase KBK yang diuji yaitu:

1. Silase KBK = KBK + 10% dedak padi
2. Silase KBK gamal = KBK + 10% dedak padi + 20% gamal
3. Silase KBK kaliandra = KBK + 10% dedak padi + 20% kaliandra
4. Silase KBK campuran = KBK + 10% dedak padi + 10% gamal + 10% kaliandra

Masing-masing kelompok bahan dicampur hingga rata dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dengan cara dipadatkan dan ditutup rapat. Tahap selanjutnya dilakukan penyimpanan selama minimal 21 hari pada suhu ruang. Pembukaan kantong silase KBK dilakukan sesaat sebelum diberikan pada ternak.

Ternak dan pengujian ransum

Percobaan pemberian ransum berbasis rumput dan silase KBK digunakan 20 ekor kambing Peranakan Etawah (PE) jantan muda dengan bobot rata-rata 16,95±2,36 kg. Ternak ditempatkan secara acak dalam kandang individu. Percobaan pemberian ransum secara keseluruhan dilakukan selama 15 minggu yang terdiri dari 2 minggu periode adaptasi, 12 minggu pengumpulan data pertumbuhan dan 1 minggu periode kolektif fekes untuk mengukur daya cerna pakan. Ransum perlakuan terdiri atas rumput gajah segar yang dicacah dengan ukuran 3-5 cm atau silase KBK segar dan konsentrat. Formula konsentrat untuk masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1 dan komposisi kimia rumput, silase dan konsentrat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Formula konsentrat perlakuan berdasarkan 100% bahan kering

Bahan pakan	Konsentrat R, S	Konsentrat SG, SK, SC
Dedak (%)	42	47
Jagung (%)	38,5	44
Bungkil kedelai (%)	10	0
Urea (%)	0,5	0
Molases (%)	7	7
Garam (%)	1	1
Mineral (%)	1	1
Total (%)	100	100

Selengkapnya terdapat 5 macam ransum yang diuji yaitu:

1. R = 50% rumput + 50% konsentrat
2. S = 50% silase KBK + 50% konsentrat
3. SG = 50% silase KBK gamal + 50% konsentrat
4. SK = 50% silase KBK kaliandra + 50% konsentrat
5. SC = 50% silase KBK campuran + 50% konsentrat

Jumlah ransum yang diberikan per hari pada ternak percobaan didasarkan pada kebutuhan bahan kering sebanyak 3,5% dari bobot hidup. Ransum satu hari dibagi menjadi dua bagian dan diberikan sebanyak dua kali sehari (jam 08.00 dan 15.00). Sebelum dimulai percobaan pemberian ransum ternak kambing diberi obat cacing dan vitamin B.

Parameter dan analisis sampel

Parameter yang diukur meliputi konsumsi nutrisi, kecernaan nutrisi dan produk fermentasi ruminal. Jumlah ransum yang diberikan dan sisa pakan ditimbang setiap hari untuk menentukan jumlah konsumsi pakan. Kecernaan nutrisi pakan diukur berdasarkan metode koleksi total selama 1 minggu (7 x 24 jam) dan dilanjutkan pengambilan sampel cairan rumen yang dilakukan pada akhir percobaan untuk mengevaluasi metabolisme rumen. Pengambilan cairan rumen dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada waktu sebelum makan dan 4 jam sesudah makan.

Kadar bahan organik dan protein kasar dianalisis berdasarkan metode AOAC (1990), *neutral detergent fiber* (NDF) dianalisis berdasarkan metode Van Soest et al. (1991) dan energi diukur dengan *Bomb Calorimeter*. Parameter cairan rumen yang diukur terdiri dari kadar NH₃ dengan metode Conway dan *volatile fatty acid* (VFA) dengan *Gas Chromatography*.

Analisis statistik

Pengujian ransum perlakuan dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan GLM dengan bantuan *software* SAS (1989) dan perbedaan nilai tengah yang terjadi dibandingkan dengan menggunakan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi dan kecernaan

Ransum yang diberikan pada kambing percobaan terdiri dari cacahan rumput gajah segar atau silase KBK ditambah konsentrat dengan perbandingan 50% : 50%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kambing kurang menyukai rumput gajah segar dengan tekstur yang relatif kasar dan silase KBK yang diperkaya hijauan leguminosa dengan aroma khas daun gamal atau kaliandra (langu) sehingga konsumsinya sedikit. Silase KBK tanpa hijauan menghasilkan aroma manis yang disukai kambing sehingga konsumsinya banyak. Besarnya nilai konsumsi bahan kering (BK) total dari ransum berbasis silase KBK tanpa hijauan ditambah konsentrat (S) paling tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan ransum berbasis rumput maupun silase KBK dengan hijauan ditambah konsentrat (R, SG, SK, SC). Hal ini menggambarkan bahwa silase KBK tanpa hijauan lebih disukai dibandingkan dengan silase KBK yang ditambah hijauan maupun bila dibandingkan dengan rumput gajah. Konsumsi nutrisi lainnya disajikan pada Tabel 3.

Ransum perlakuan R menghasilkan konsumsi BK sebesar 605,73 g/e atau 64,45 g/kg bobot hidup (BH)^{0,75}, ransum S sebesar 843,34 g/e atau 82,89 g/kg BH^{0,75}, ransum SG sebesar 677,5 g/e atau 68,04 g/kg BH^{0,75}, ransum SK sebesar 678,53 g/e atau 69,11 g/kg BH^{0,75} dan ransum SC sebesar 693,01 g/e atau 75,26 g/kg BH^{0,75}. Nilai konsumsi BK total ransum berbasis silase KBK tanpa hijauan pada penelitian ini lebih besar dari yang dilaporkan sebelumnya dan relatif sama pada ransum berbasis silase KBK yang diperkaya leguminosa maupun berbasis rumput. Suparjo et al. (2011) melaporkan besarnya konsumsi BK dari ransum berbasis rumput yang disubstitusi KBK fermentasi sebesar 434-560 g/e atau 60-78 g/kg BH^{0,75} dan Abdou et al. (2011) melaporkan besarnya konsumsi BK ransum dengan sumber energi berbeda memiliki rata-rata sebesar 78,1 g/kg BH^{0,75}. Nilai konsumsi BK yang lebih rendah dilaporkan sebesar 54,94 g/kg BH^{0,75} (Katongole et al. 2009) dan 61,8 BH^{0,75} (Aregheore 2006).

Tabel 2. Komposisi kimia rumput, silase KBK dan konsentrat

Uraian	Komposisi (berdasarkan BK)			
	BK (%)	Protein (%)	Energi (Kkal/kg)	NDF (%)
Rumput Gajah	20,0	7,3	4082,9	73,0
Silase KBK	22,1	7,9	4682,3	52,2
Silase KBK gamal	24,2	12,8	4785,6	46,1
Silase KBK kaliandra	27,4	12,6	4725,8	50,5
Silase KBK kaliandra gamal	27,7	11,9	4715,0	45,4
Konsentrat R, S	88,49	16,1	4284,1	40,0
Konsentrat SG, SK, SC	89,42	13,9	4239,5	36,1

Tabel 3. Konsumsi nutrisi ransum berbasis rumput dan silase KBK

Uraian	R	S	SG	SK	SC
Konsumsi konsentrat					
BK (g/ekor)	400,27 ^a ±15,9	395,51 ^a ±21,3	387,37 ^a ±23,4	407,20 ^a ±1,6	344,19 ^b ±10,4
PK (g/ekor)	64,64 ^a ±2,6	63,88 ^a ±3,4	53,88 ^b ±3,3	56,64 ^b ±0,2	47,88 ^c ±1,5
NDF (g/ekor)	160,27 ^a ±6,4	158,36 ^{ab} ±8,5	139,73 ^c ±8,4	146,88 ^{cb} ±0,6	124,15 ^d ±3,8
Konsumsi rumput/silase KBK					
BK (g/ekor)	205,46 ^b ±33,4	446,82 ^a ±46,9	290,12 ^{ab} ±53,2	271,34 ^b ±44,3	348,82 ^{ab} ±150,7
PK (g/ekor)	14,84 ^b ±2,7	34,74 ^a ±3,8	34,63 ^a ±5,5	37,90 ^a ±17,9	39,27 ^a ±16,2
NDF (g/ekor)	145,76 ^b ±24,1	252,27 ^a ±28,9	183,78 ^{ab} ±31,0	181,38 ^{ab} ±90,2	225,73 ^{ab} ±83,8
Konsumsi total					
BK (g/ekor)	605,73 ^b ±43,9	842,34 ^a ±36,9	677,50 ^b ±75,0	678,53 ^b ±144,5	693,01 ^b ±140,2
PK (g/ekor)	79,48 ^a ±4,6	98,62 ^a ±3,1	88,51 ^a ±8,4	94,54 ^a ±17,9	87,14 ^a ±14,8
NDF (g/ekor)	306,03 ^a ±28,0	410,64 ^a ±24,3	323,50 ^a ±38,5	328,25 ^a ±90,3	349,88 ^a ±80,1

BK = Bahan kering
 PK = Protein kasar
 NDF= *Neutral detergent fiber*
 GE = *Gross energy*

Perbedaan nilai konsumsi BK diduga karena perbedaan bahan pakan dan kandungan nutrisi. Perbedaan kandungan nutrisi diantara pakan penelitian menghasilkan perbedaan ($P < 0,05$) pada konsumsi protein kasar (PK) dari konsentrat dan rumput/silase KBK namun tidak berbeda pada konsumsi PK totalnya. Tingginya konsumsi PK konsentrat pada perlakuan R dan S dibandingkan SG, SK dan SC disebabkan kandungan PK konsentrat R dan S lebih tinggi (16,1% vs 13,9%) (Tabel 2). Konsumsi BK rumput yang lebih rendah dibandingkan dengan silase KBK menghasilkan konsumsi PK pada ransum R paling rendah. Sesuai

pernyataan bahwa perbedaan konsumsi BK bisa jadi disebabkan oleh kandungan nutrisi, terutama kandungan protein dan energi pakan (Negesse et al. 2001). Nilai konsumsi PK total untuk semua perlakuan berkisar antara 79,48-98,62 g/e lebih tinggi daripada laporan Suparjo et al. (2011) yaitu sebesar 45-72 g/e.

Konsumsi NDF total berkisar antara 306,03-410,64 g/e atau 32,51-39,54 g/kg BH^{0,75} tidak menunjukkan perbedaan di antara kelima ransum. Konsumsi NDF ini berada pada kisaran yang dilaporkan sebelumnya yaitu sebesar 32 g/kg BH^{0,75} (Souza et al. 2009) dan 40 g/kg BH^{0,75} (Suparjo et al. 2011). Pada

ransum R dengan konsumsi NDF terendah ($P < 0,05$) disebabkan oleh konsumsi BK rumput yang rendah, hanya sebesar 34% dari total konsumsi BK. Pada ransum S, SG, SK dan SC konsumsi BK silase KBK masing-masing sebesar 53, 43, 40, dan 50% dari konsumsi BK total. Sebaliknya konsumsi NDF yang berasal dari konsentrat pada ransum R dan S sedikit lebih tinggi ($P < 0,05$) dari ransum SG, SK dan SC. Hal ini disebabkan oleh kadar NDF konsentrat R dan S lebih tinggi dibandingkan dengan ransum SG, SK dan SC (Tabel 2).

Perbedaan nilai konsumsi BK, PK dan NDF di antara kelima ransum perlakuan (Tabel 3) menghasilkan nilai kecernaan BK, PK dan NDF yang berbeda ($P < 0,05$) (Tabel 4). Kecernaan BK, PK dan NDF ransum perlakuan R lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan ransum S, SG, SK dan SC. Tingginya nilai kecernaan BK, PK dan NDF pada ransum R lebih disebabkan oleh tingginya konsumsi konsentrat dibandingkan dengan rumput (66% vs 34%). Sementara pada ransum S, SG, SK dan SC perbandingan konsumsi BK konsentrat dengan silase KBK masing-masing adalah (47% vs 53%), (57% vs 43%), (60% vs 40%), dan (50% vs 50%). Semakin tinggi proporsi kulit buah kakao dalam ransum menghasilkan kecernaan BK yang semakin rendah. Nilai kecernaan BK pada penelitian ini mendekati hasil sebelumnya yaitu sebesar 54,96% dan 57,15% masing-masing pada domba yang diberi ransum mengandung KBK amoniasi dan disuplementasi zink organik (Puastuti et al. 2010).

Ransum perlakuan berbasis rumput (R) menghasilkan kecernaan BK tertinggi sebesar 68,1%, dan sebaliknya terjadi penurunan pada ransum berbasis silase KBK rata-rata sebesar 24,3% (menurun sebesar 34,5% pada ransum S; 20,6% pada ransum SG; 26,6% pada ransum SK dan 15,6% pada ransum SC). Nilai kecernaan BK ransum berbasis silase KBK sebesar 44,6-57,5% pada penelitian ini setara dengan yang dilaporkan oleh Saili et al. (2010) yang memberikan KBK tanpa difermentasi maupun difermentasi dengan

Aspergillus niger menghasilkan kecernaan BK sebesar 439-556 g/kg atau 43,9-55,6% pada sapi Bali. Laporan lain menyebutkan bahwa ransum berbasis KBK fermentasi menghasilkan kecernaan bahan organik sebesar 55,6% pada domba jantan (Wulandari et al. 2014). Nilai kecernaan BK *in vitro* dari KBK yang difermentasi dengan *Panarochoaeta chrysosporium* dan *P. ostreatus* dilaporkan berkisar antara 41,8-48,3% (Syahrir et al. 2013).

Kandungan tanin dan lignin juga mempengaruhi daya cerna suatu bahan. Nilai kecernaan PK pada ransum R paling tinggi ($P < 0,05$) di antara kelima perlakuan. Keberadaan tanin diduga menjadi penyebab turunnya kecernaan PK pada ransum S, SG, SK dan SC. Kandungan tanin dari KBK dilaporkan sebesar 5,1 (Menshah et al. 2012), kaliandra mengandung tanin sebesar 11% dan dapat berpengaruh terhadap tingkat pemanfaatannya oleh ternak (Tangendjaja & Wina 1998), sementara gamal tidak mengandung tanin (Mariyono et al. 1998). Nilai kecernaan PK ransum perlakuan silase KBK meningkat dengan penambahan hijauan leguminosa. Pada ransum perlakuan SG terjadi peningkatan sebesar 36,0%, pada ransum SK sebesar 26,6% dan pada ransum SC sebesar 49,1% dibandingkan ransum S. Pada ransum SG, keberadaan gamal merupakan leguminosa yang tidak mengandung tanin dan lebih mudah dicerna sehingga akan meningkatkan nilai kecernaan silase kulit buah kakao. Kaliandra merupakan leguminosa yang mengandung tanin yang cukup tinggi dan akan mengikat protein sehingga protein menjadi sulit tercerna di dalam rumen. Kandungan tanin yang tinggi dalam kaliandra menyebabkan rendahnya nilai kecernaan (47-59%) dibandingkan dengan nilai kecernaan gamal/glirisidia (63-79%) (Saluwu et al. 1997).

Berdasarkan analisa diketahui kadar lignin dari rumput gajah sebesar 9,26% sedangkan silase KBK sebesar 23,96%. Kadar lignin silase KBK setara dengan yang dilaporkan Rinduwati & Ismartoyo (2002) sebesar

Tabel 4. Kecernaan BK, PK, dan NDF ransum berbasis rumput dan silase KBK

Kecernaan	R	S	SG	SK	SC
BK (%)	68,1 ^a ±3,37	44,6 ^c ±2,03	54,1 ^{cb} ±3,17	50,0 ^c ±0,38	57,5 ^b ±1,10
PK (%)	72,8 ^a ±1,47	40,3 ^d ±2,79	54,8 ^{cb} ±3,57	51,0 ^c ±1,75	60,1 ^b ±3,12
NDF (%)	56,4 ^a ±10,1	27,3 ^b ±9,7	22,1 ^b ±9,4	29,0 ^b ±4,2	35,8 ^{ab} ±1,8

Nilai dengan huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda ($P < 0,05$)

R = 50% Rumput + 50% konsentrat

S = 50% silase KBK + 50% konsentrat

SG = 50% silase KBK gamal + 50% konsentrat

SK = 50% silase KBK kaliandra + 50% konsentrat

SC = 50% silase KBK campuran + 50% konsentrat

NDF= *Neutral detergent fiber*

23,65% pada KBK tanpa perlakuan, namun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Suparjo et al. (2009) yaitu 25,08% pada KBK fermentasi dengan *Panerochaeta crysosporium*. Tingginya kandungan lignin dari silase KBK menyebabkan penurunan kecernaan NDF dari ransum S, SG, SK dan SC masing-masing sebesar 51,6; 60,8; 48,6 dan 36,5% dibandingkan dengan ransum R.

Respon fermentasi ruminal

Kondisi keasaman (ditunjukkan dengan nilai pH) rumen sebelum diberi ransum rata-rata lebih tinggi daripada kondisi rumen 4 jam setelah makan (Tabel 5). Nilai pH rumen cenderung turun setelah diberi ransum. Ransum konsentrat dikonsumsi lebih dahulu dibandingkan rumput maupun silase KBK menyebabkan penurunan nilai pH cairan rumen. Hal ini karena setelah ransum dikonsumsi dan dicerna dihasilkannya asam lemak VFA (*volatile fatty acid*). Penurunan pH setelah pemberian ransum di antara perlakuan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$). Kondisi keasaman masih dalam batas normal untuk mendukung fermentasi mikroba rumen.

Pencernaan protein oleh mikroba rumen menghasilkan produk antara berupa nitrogen amonia ($N-NH_3$) untuk sintesis protein tubuhnya. Kadar $N-NH_3$ dalam rumen berbeda nyata ($P<0,05$) antara ransum berbasis rumput dan berbasis silase KBK. Perbedaan terjadi baik sebelum maupun setelah 4 jam pemberian ransum. Namun kadar $N-NH_3$ tidak berbeda nyata ($P>0,05$) di antara keempat ransum perlakuan mempunyai konsentrasi $N-NH_3$ yang secara nyata lebih rendah dibandingkan dengan ransum berbasis rumput. Sifat protein rumput lebih mudah didegradasi di dalam rumen sehingga kadar $N-NH_3$ dalam ransum perlakuan R jauh lebih tinggi dari perlakuan lainnya (S, SG, SK

dan SC). Disamping itu jumlah konsumsi konsentrat pada perlakuan R lebih tinggi dibandingkan dengan rumput sedangkan pada perlakuan S, SG, SK dan SC perbandingan jumlah silase KBK dan konsentrat yang dikonsumsi hampir sama (Tabel 3). Jumlah konsumsi konsentrat ransum R sebesar 66% dan ransum S, SG, SK dan SC berkisar 47-60% dari total BK ransum. Diantara ketiga ransum perlakuan silase KBK yang ditambah hijauan leguminosa (SG, SK dan SC), konsentrasi $N-NH_3$ lebih rendah pada SK dan SC dibandingkan dengan SG. Kondisi ini diduga karena protein yang dikandung dalam kaliandra lebih sulit didegradasi dalam rumen dibandingkan dengan yang dikandung dalam gamal karena kehadiran tanin yang cukup tinggi (Widiawati 2002). Konsentrasi $N-NH_3$ yang terendah pada ransum SK disebabkan karena kandungan protein dalam silase KBK sebagian terikat tanin, baik yang berasal dari kaliandra maupun KBK. Seperti yang dilaporkan Aji et al. (2013) bahwa KBK tanpa fermentasi dan difermentasi dengan *Aspergillus niger* hanya menghasilkan $N-NH_3$ sebanyak 2,04 mM dan 3,12-4,92 mM. Tanin juga dilaporkan dapat menurunkan daya cerna, karena tanin dapat mengikat protein dan nutrisi lainnya. Dengan demikian secara tidak langsung tanin membatasi aktivitas mikroba dan secara langsung dapat berinteraksi dengan dinding sel mikroba (Smith et al. 2005; Patra & Suxena 2011). Komplek tanin-protein menurunkan daya cerna, baik oleh mikroba rumen maupun enzim-enzim pencernaan (Firdus et al. 2004). Thomas et al. (1982) menyatakan bahwa komplek tanin-protein tidak mudah larut pada kisaran pH 3,5-7,0 namun kelarutan dapat terjadi pada pH di bawah 3,5 atau di atas 8,5. Sebaliknya ransum yang mengandung tanin diharapkan dapat mensuplai protein ke dalam abomasum lebih banyak karena proteinnya tidak dicerna oleh mikroba rumen (Kariuki & Norton 2008).

Tabel 5. Nilai pH dan kadar amonia rumen ransum perlakuan berbasis rumput dan silase KBK

Kelompok	R	S	SG	SK	SC
Sebelum makan					
pH	6,35±0,11	6,53±0,19	6,68±0,03	6,69±0,13	6,73±0,07
N-NH ₃ (mM)	11,32 ^a ±1,45	3,93 ^b ±0,48	4,92 ^b ±0,68	3,89 ^b ±0,36	5,92 ^b ±1,22
4 jam setelah makan					
pH	5,76±0,09	5,86±0,17	5,96±0,18	6,01±0,16	6,01±0,10
N-NH ₃ (mM)	12,72 ^a ±2,13	4,95 ^b ±0,52	4,86 ^b ±0,38	4,86 ^b ±0,59	4,85 ^b ±0,44

Nilai dengan huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda ($P<0,05$)

R = 50% rumput + 50% konsentrat

S = 50% silase KBK + 50% konsentrat

SG = 50% silase KBK gamal + 50% konsentrat

SK = 50% silase KBK kaliandra + 50% konsentrat

SC = 50% silase KBK campuran + 50% konsentrat

Produksi N-NH₃ tergolong cukup rendah, yaitu berkisar 3,89-5,92 mM dan 4,95-5,10 mM baik sebelum dan sesudah makan pada perlakuan S, SG, SK dan SC. Pemberian ransum perlakuan SG, SK dan SC dengan diperkaya daun gamal dan kaliandra belum mampu menyediakan protein untuk meningkatkan kadar N-NH₃ dalam rumen kambing. Untuk mencapai sintesis protein mikroba yang maksimum, diperlukan kadar N-NH₃ di dalam rumen yang relatif lebih tinggi. Pada penelitian ini kadar N-NH₃ sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kadar N-NH₃ *in vitro* sebesar 4,07 mM dari ransum berbasis KBK tanpa disilase (Puastuti et al. 2009). Rekomendasi minimal ketersediaan N-NH₃ di dalam rumen sebesar 3,57 mM untuk mendukung aktivitas mikroba rumen (Setter & Slyter 1974).

Salah satu indikator aktivitas mikroba rumen memfermentasi ransum ditunjukkan oleh produksi *volatile fatty acid* (VFA). Produk fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen berupa VFA dari ransum berbasis rumput dan silase KBK disajikan pada Tabel 6.

Data kadar VFA total sebelum dan sesudah makan tidak menunjukkan perbedaan yang berarti pada ransum berbasis silase KBK, namun pada ransum berbasis rumput perbedaannya relatif besar. Hal ini mengindikasikan bahwa daya cerna KBK di dalam rumen berjalan lambat, sehingga untuk memperoleh sejumlah energi diperlukan masa tinggal di dalam rumen lebih lama. Nilai VFA ransum berbasis rumput sangat bervariasi, yang ditunjukkan dengan nilai simpang baku yang besar baik sebelum maupun sesudah makan. Hal ini menunjukkan lebih dominannya pengaruh dari karakteristik individu ternak.

Perbedaan (P<0,05) kadar VFA total maupun persentase komponennya hanya terjadi antara ransum R vs S, SG, SK dan SC, namun tidak berbeda (P>0,05) diantara ransum berbasis silase KBK (Tabel 6). Hasil ini menunjukkan bahwa pada perlakuan R, rumput merupakan sumber karbohidrat yang lebih mudah difermentasi dibandingkan silase KBK. Selain itu jumlah konsumsi konsentrat yang lebih tinggi dibandingkan rumput menjadikan produksi VFA lebih

Tabel 6. Kadar VFA cairan rumen kambing yang diberi ransum berbasis rumput dan silase KBK

Uraian	R	S	SG	SK	SC
Sebelum makan					
VFA Total (mM)	104,9±13,37	91,3±1,31	70,5±5,56	81,3±2,52	67,5±8,68
C2 (%)	64,3 ^b ±2,45	71,2 ^a ±0,99	69,9 ^a ±1,68	71,7 ^a ±2,06	72,5 ^a ±1,33
C3 (%)	13,5±1,46	14,6±0,31	12,7±1,96	13,6±1,16	14,2±0,74
iC4 (%)	1,7±0,28	1,3±0,25	1,9±0,65	1,6±0,35	2,1±0,25
nC4 (%)	17,1 ^a ±1,63	11,5 ^{bc} ±0,64	13,7 ^{ab} ±1,39	11,1 ^{bc} ±0,70	8,4 ^c ±1,72
iC5 (%)	2,4 ^a ±0,44	1,2 ^b ±0,16	1,5 ^{ab} ±0,26	1,0 ^{ab} ±0,41	2,5 ^a ±0,15
nC5 (%)	0,9±0,21	0,3±0,25	0,3±0,28	0,3±0,33	0,5±0,28
Rasio C2:C3	5,0±0,80	4,9±0,18	5,8±0,71	5,4±0,62	5,2±0,25
4 jam setelah makan					
VFA Total (mM)	148,4 ^a ±31,99	94,6 ^b ±2,54	78,6 ^b ±7,38	92,3 ^b ±18,02	85,8 ^b ±7,25
C2 (%)	65,9 ^a ±2,06	61,4 ^b ±1,61	68,0 ^a ±1,68	70,6 ^a ±3,74	66,6 ^a ±1,07
C3 (%)	17,5 ^b ±1,45	25,2 ^a ±3,31	17,5 ^b ±2,17	15,1 ^b ±0,85	21,8 ^{ab} ±2,40
iC4 (%)	0,6 ^{ab} ±0,08	0,4 ^b ±0,09	0,6 ^{ab} ±0,04	0,8 ^a ±0,20	0,6 ^{ab} ±0,22
nC4 (%)	14,7±2,25	12,3±1,96	13,1±0,76	12,1±2,51	10,0±2,33
iC5 (%)	0,6 ^a ±0,12	0,3 ^b ±0,09	0,6 ^a ±0,07	0,4 ^{ab} ±0,14	0,6 ^a ±0,13
nC5 (%)	0,7 ^{ab} ±0,14	0,5 ^b ±0,18	0,0 ^c ±0,00	1,0 ^a ±0,20	0,4 ^b ±0,14
Rasio C2:C3	3,8 ^{ab} ±0,40	2,6 ^b ±0,39	4,1 ^{ab} ±0,55	4,8 ^a ±0,57	3,2 ^b ±0,31

Nilai dengan huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda (P<0,05)

R = 50% rumput + 50% konsentrat

S = 50% silase KBK + 50% konsentrat

SG = 50% silase KBK gamal + 50% konsentrat

SK = 50% silase KBK kaliandra + 50% konsentrat

SC = 50% silase KBK campuran + 50% konsentrat

tinggi pada ransum R. Untuk ransum berbasis silase KBK adanya tanin dari KBK dapat membentuk kompleks dengan selulosa, hemiselulosa dan pektin yang antara lain merupakan sumber energi untuk ternak ruminansia, sehingga menjadi sulit dicerna yang pada akhirnya menurunkan ketersediaan energi. Seperti pernyataan Tangendjaja et al. (1992) bahwa tanin dapat membentuk kompleks dengan komponen selulosa, hemiselulosa dan pektin yang merupakan sumber energi untuk ternak ruminansia. Hal ini terkait pernyataan adanya dugaan bahwa ikatan tanin dengan senyawa kimia sebagai sumber energi adalah stabil (Firdus et al. 2004). Perbedaan hijauan leguminosa pada silase KBK belum menghasilkan perbedaan kadar VFA, yang berarti aktivitas fermentasi mikroba rumen dari ransum silase KBK relatif masih sama. Hasil penelitian Nelson (2011) menyatakan KBK yang difermentasi dengan *Panarochaeta cryosporium* hanya menghasilkan VFA sebanyak 30,32-86,73 mM. Tidak adanya perbedaan dalam konsentrasi VFA antara silase KBK dengan silase KBK yang ditambah leguminosa gamal dan kaliandra lebih disebabkan oleh lebih rendahnya tingkat konsumsi silase KBK dengan hijauan leguminosa yang menurun dibandingkan dengan silase KBK tanpa hijauan.

Proporsi komponen C2 (asetat) rumen sebelum makan dari ransum berbasis rumput lebih rendah ($P < 0,05$) dibandingkan dengan ransum dengan silase KBK (S, SG, SK dan SC), sebaliknya proporsi C2 setelah makan pada ransum S paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa ransum perlakuan S yaitu silase KBK tanpa hijauan leguminosa kurang fermentabel yang diindikasikan dengan pencernaan BK yang hanya 44,6% (Tabel 4), sehingga produk fermentasi pada pengukuran 4 jam setelah makan masih rendah. Proporsi C3 (propionat) lebih rendah ($P < 0,05$) pada ransum berbasis rumput dibandingkan dengan ransum berbasis silase KBK yang diukur sesudah makan, tetapi serupa pada saat diukur sebelum makan. Keadaan sebelum makan ini mempertegas bahwa pada perlakuan R jumlah konsumsi serat (selulosa dan hemiselulosa) dari rumput lebih rendah karena tingginya jumlah konsumsi konsentrat (Tabel 3). Mikroba rumen lebih banyak mencerna karbohidrat fermentabel sehingga persentase C3 lebih tinggi dibandingkan dengan C2. Untuk semua ransum perlakuan rasio C2 dan C3 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada keadaan sesudah makan antara ransum berbasis rumput dibandingkan dengan ransum berbasis silase KBK yang diperkaya hijauan leguminosa menghasilkan persentase C2 dan C3 yang relatif serupa dan hanya berbeda dengan ransum berbasis silase KBK tanpa diperkaya leguminosa (S). Hal ini berarti antara ransum berbasis rumput dan silase KBK yang diperkaya hijauan leguminosa bisa saling menggantikan (mensubstitusi). Tingginya persentase C3 pada ransum S menunjukkan

ketersediaan karbohidrat yang mudah didegradasi di rumen lebih tinggi yang diduga berasal dari konsentrat, dan walaupun konsumsi serat (NDF) dari silase KBK cukup banyak namun kecernaannya rendah sehingga menghasilkan proporsi C2 yang lebih rendah. Pada ransum SG, SK dan SC konsumsi konsentrat lebih rendah dari silase KBK yang diperkaya hijauan dengan kecernaan NDF relatif serupa.

Persentase asam lemak rantai bercabang iC4 (iso butirrat) dan iC5 (iso valerat) antara ransum berbasis rumput dengan silase KBK (S) tidak menunjukkan perbedaan ($P > 0,05$), tetapi adanya leguminosa dalam silase (SG, SK dan SC) menghasilkan persentase iC4 dan iC5 yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan silase KBK tanpa leguminosa. Konsumsi silase KBK tanpa hijauan yang tinggi menunjukkan tingkat palatabilitas yang tinggi, dengan demikian diduga kandungan karbohidrat asal KBK cukup tersedia untuk ruminansia, walaupun harus dengan konsumsi yang tinggi untuk dapat memenuhi kebutuhan ternak. Memperhatikan tingkat palatabilitas yang ditunjukkan oleh tingkat konsumsi silase KBK yang tinggi namun kecernaan protein ransum berbasis silase KBK yang rendah dan produksi N-NH₃ yang rendah, maka penggunaan ransum silase KBK perlu diimbangi dengan ketersediaan protein mudah didegradasi.

Dilihat dari imbalan C2:C3, pada pengukuran sebelum makan dihasilkan imbalan yang relatif sama untuk semua ransum perlakuan. Pada pengukuran setelah makan, menunjukkan bahwa ransum S menghasilkan imbalan C2 : C3 yang paling rendah. Dschaak et al. (2011) menyatakan adanya tanin dapat menurunkan rasio C2 : C3 karena terjadi peningkatan transfer hidrogen terhadap propionat. Hal ini menggambarkan adanya potensi terhadap efisiensi dari ransum berbasis silase KBK untuk menghasilkan sumber energi untuk mendukung pertumbuhan yang baik.

KESIMPULAN

Ransum berbasis silase KBK yang diperkaya daun gamal dan kaliandra secara tunggal maupun campurannya belum mampu menghasilkan nilai kecernaan dan produk fermentasi yang setara dengan ransum berbasis rumput.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya disampaikan kepada PIPP 2011 Badan Litbang Pertanian atas dana penelitian yang diberikan dan Prof. Hetti Resnawati atas dukungan dan pendampingan selama pelaksanaan penelitian, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdou AR, Eid EY, El-Essawy AM, Fayed AM, Helal HG, El-Shaer HM. 2011. Effect of feeding different sources of energy on performance of goats fed saltbush in Sinai. *J Am Sci.* 7:1040-1050.
- Afrijon. 2011. Pengaruh pemakaian urea dalam amoniasi kulit buah coklat terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*. *J Embrio.* 4:1-5.
- Aji DP, Sri Utami, Suparwi. 2013. Fermentasi kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) menggunakan *Aspergillus niger* pengaruhnya terhadap kadar VFA dan N-NH₃ secara *in-vitro*. *J Ilmiah Peternakan.* 1:774-780.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1990. Association of official analytical chemist, official method of analysis. 12th ed. Washington DC (US): Association of Official Analytical Chemist.
- Aregheore EM. 2006. Utilization of concentrate supplements containing varying levels of copra cake (*Cocos nucifera*) by growing goats fed a basal diet of napier grass (*Pennisetum purpureum*). *Small Rumin Res.* 64:87-93.
- Daud Z, Mohd Kassim AS, Mohd Aripin A, Awang H, Mohd Hatta MZ. 2013. Chemical Composition and morphological of cocoa pod husks and cassava peels for pulp and paper production. *Austr J Basic Appl Sci.* 7:406-411.
- Dschaak CM, Williams CM, Holt MS, Eun JS, Young AJ, Min BR. 2011. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 94:2508-2519.
- Firdus A, Astuti DA, Wina E. 2004. Pengaruh kondisi fisik kaliandra dan campurannya dengan gamal segar terhadap konsumsi dan kecernaan nutrien pada domba. *JITV.* 9:12-16.
- Hardana NE, Suparwi, Suhartati FM. 2013. Fermentasi kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) menggunakan *Aspergillus niger* pengaruhnya terhadap kecernaan bahan kering (KBK) dan kecernaan bahan organik (KBO) secara *in vitro*. *J Ilmiah Peternakan.* 1:781-788.
- Kariuki I, Norton B. 2008. The digestion of dietary protein bound by condensed tannins in the gastro-intestinal tract of sheep. *Anim Feed Sci Technol.* 142:197-209.
- Katongole CB, Sabiiti EN, Bareeba FB, Ledin I. 2009. Performance of growing indigenous goat fed diet based on urban market crops wastes. *Trop Anim Health Prod.* 41:329-336.
- Mariyono, Umiyasih U, Tangendjaja B, Musofie A, Wardhani NK. 1998. Pemanfaatan leguminosa yang mengandung tanin sebagai pakan sapi perah dara. *Prosiding Seminar Nasional II. INMT.* 171-172.
- Mensah CA, Adamafio NA, Amaning-Kwarteng K, Rodrigues FK. 2012. Reduced tannin content of Laccase-treated cocoa (*Theobromine cacao*) pod husk. *Int J Biol Chem.* 6:31-36.
- Negesse T, Rodehutsord M, Pfeffer E. 2001. The effect of dietary crude protein level on intake, growth, protein retention, and utilization of growing male Saanen kids. *Small Rumin Res.* 39:243-351.
- Nelson. 2011. Degradasi bahan kering dan produksi asam lemak terbang *in vitro* pada kulit buah kakao terfermentasi. *J Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan.* XIV:44-50.
- Patra AK, Saxena J. 2011. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *J Sci Food Agric.* 91:24-37.
- Puastuti W, Yulistiani D, Supriyati. 2009. Ransum berbasis kulit buah kakao diperkaya mineral: Tinjauan pada kecernaan dan fermentasi rumen *in vitro*. Sani Y, Natalia L, Brahmantiyo B, Puastuti W, Sartika T, Nurhayati, Anggraeni A, Matondang RH, Martindah E, Estuningsih SE, penyunting. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor (Indones): Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.* hlm. 442-447.
- Puastuti W, Yulistiani D, Mathius IW, Giyai F, Dihansih E. 2010. Ransum berbasis kulit buah kakao yang disuplementasi Zn organik: Respon pertumbuhan pada domba. *JITV.* 16:269-277.
- Puastuti W, Yulistiani D. 2011. Utilization of urea and fish meal in cocoa pod silage based rations to increase the growth of Etawah crossbred goats. In: Ali Agus, Kamil KA, Alimon AR, Orskov, Zentek J, Tanuwiria UH, editors. *Proceeding The 2nd International Seminar 'Feed Safety for Healty Food'. Bandung (Indones): AINI Publication No. 01/2012:463-469.*
- Rinduwati, Ismartoyo. 2002. Karakteristik degradasi beberapa jenis pakan (*in sacco*) dalam rumen ternak kambing. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak.* 31:1-14.
- Saili T, Marsetyo, Poppi DP, Isherwood, Nafiu L, Quigley SP. 2010. Effect of treatment of cocoa pod with *Aspergillus niger* on liveweight gain and cocoa pod in take Bali (*Bos sondaicus*) cattle in South East Sulawesi. *Anim Prod Sci.* 50:693-698.
- Salawu MB, Acamovic T, Stewart CS, Maasdorp B. 1997. Assessment of the nutritive value of *Calliandra calothyrsus*: Its chemical composition and the influence of tannins. Pipecolic Acid and Polyethylene Glycol on *in Vitro* Organic Matter Digestibility. *Anim Feed Sci Technol.* 69:207-217.
- [SAS] Statistics Analysis System. 1998. SAS User's guide. Version 6.12. North Carolina (US): SAS Institute Inc., Cary.
- Satter LD, Slyter LL. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *Br J Nutr.* 32:199-208.
- Smith AH, Zoetendal E, Mackie RI. 2005. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins. *Microbial Ecol.* 50:197-205.

- Souza EJ, Guima A, Batista AMV, Santosa KL, Silva JR, Moraisa NAP, Mustafa AF. 2009. Effects of soybean hulls inclusion on intake, total tract nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Small Rumin Res.* 85:63-69.
- Suparjo Wiryawan KG, Laconi EB, Mangunwidjaja D. 2011. Performa kambing yang diberi kulit buah kakao terfermentasi. *Med Pet.* 43:35-41.
- Suparjo, Wiryawan KG, Laconi EB, Mangunwidjaja D. 2009. Perubahan komposisi kimia kulit buah kakao akibat penambahan mangan dan kalsium dalam biokonversi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium*. *Med Pet.* 32:204-211.
- Suryani NN, Budiasa IKM, Astawa IPA. 2013. Suplementasi gamal sebagai rumen degradable protein (RDP) untuk meningkatkan pencernaan (*in vitro*) ransum ternak ruminansia yang mengandung jerami padi. *Majalah Ilmiah Peternakan.* 16:1-5.
- Syahrir, Hartutik, Kusmartono, Damry. 2013: Effects of cocoa pod husk bioconversion with *Phanerochaete chrysosporium* and or *Pleurotus ostreatus* on its nutrient content and *in-vitro* digestibility in ruminants. *Livest Res Rural Develop.* Volume 25, Article #122. <http://www.lrrd.org/lrrd25/7/syah25122.htm>.
- Tangendjaja B, Wina E, Ibrahim T, Palmer B. 1992. Kaliandra dan Pemanfaatannya. Bogor (Indones): Balai Penelitian Ternak dan ACIAR. hlm. 56.
- Tangendjaja B, Wina E. 1998. Pengaruh transfer cairan rumen dari domba lokal ke domba Merino terhadap kemampuan mencerna kaliandra. Haryanto B, Nurhayati DP, Darminto, Supar, Martindah E, penyunting. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner.* Bogor (Indones): Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. hlm. 448-454.
- Thomas N, Barry TN, Forss DA. 1982. The condensed tannin content of vegetative Lotus utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Small Rumin Res.* 85:63-69
- Trisnadewi AAAS, Cakra IGLO, Wirawan IW, Mudita IM, Sumardani NLG. 2014. Substitusi gamal (*Gliricidia sepium*) dengan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) pada ransum terhadap pencernaan *in-vitro*. *Pastura.* 3:106-109.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Widiawati Y. 2002. The Utilization on Shrub Legumes *Leucaena leucophala*, *Gliricidia sepium* and *Calliandra calothyrsus* in growing sheep (Disertation). [Townsville (Australia)]: James Cook University.
- Wulandari S, Agus A, Soejono M, Cahyanto MN, Utomo R. 2014. Performa produksi domba yang diberi complete feed fermentasi berbasis pod kakao serta nilai nutrisi tercernanya secara *in vivo*. *Buletin Peternakan.* 38:42-50.
- Zain M. 2009. Substitusi rumput lapangan dengan kulit buah coklat amoniiasi dalam ransum domba lokal. *Med Pet.* 32:47-52.