

Pengaruh *Complete Rumen Modifier* (CRM) dan *Calliandra calothyrsus* terhadap Produktivitas dan Gas Metan Enterik pada Kambing Perah PE

NI MADE SUCI SUKMAWATI¹, I.G. PERMANA¹, A. THALIB² dan S. KOMPIANG²

¹Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

²Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

(Diterima dewan redaksi 13 Juli 2011)

ABSTRACT

SUKMAWATI, N.M.S., I.G. PERMANA, A. THALIB and S. KOMPIANG. 2011. Effect of complete rumen modifier (CRM) and *Calliandra calothyrsus* on productivity and enteric methane productions of PE dairy goat. *JITV* 16(3): 173-183.

Methanogenesis in the rumen is thought to represent 2-12% loss of energy intake. The energy loss as methane can decrease animal productivity and feed efficiency. In addition, methane is potentially involves in global warming that affects the atmosphere adversely. A research to improve PE dairy goat productivity and reduce enteric methane emission by supplementation of calliandra and complete rumen modifier (CRM) was conducted for 6 months. In this experiment 20 PE dairy goats were divided into five blocks according to body weight. The experimental design used was a randomized block design that consisted of four treatments, A). Elephant grass 50% + concentrate 50% (control), B). Elephant grass 40% + concentrate 40% + calliandra 20%, C). Elephant grass 50% + concentrate 48% + CRM 2% and D). Elephant grass 40% + concentrate 38% + calliandra 20% + CRM 2%. Data were analyzed statistically using ANOVA and Duncan test. The result showed that calliandra and CRM did not affect nutrient consumption, except that protein consumption increased ($P < 0.05$) in calliandra treatments (B and D). Nutrient digestibility increased in CRM (C) treatment, while other treatments did not differ from control. CRM also increased total bacteria (36.84%), milk production (67.21%), milk fat (25.0%), and reduced enteric methane production (65.71%). The improvement of milk production in CRM treatment (C) was followed by better feed efficiency than other treatments. In conclusion, CRM was more effective than calliandra in improving milk production of PE dairy goats and reduced enteric methane emission, but its effectivity was reduced in combination with calliandra.

Key Words: Dairy Goat, Calliandra, Rumen Modifier, Methane, Productivity

ABSTRAK

SUKMAWATI, N.M.S., I.G. PERMANA, A. THALIB dan S. KOMPIANG. 2011. Pengaruh *Complete Rumen Modifier* (CRM) dan *Calliandra calothyrsus* terhadap produktivitas dan gas metan enterik pada kambing perah PE. *JITV* 16(3): 173-183.

Pembentukan gas metan di dalam rumen dapat menyebabkan kehilangan energi pakan yang tercerna sekitar 2-12%. Gas metan juga berdampak negatif terhadap lingkungan karena menimbulkan efek rumah kaca yang berdampak pada pemanasan global. Penelitian yang bertujuan untuk menguji efektivitas kaliandra dan *complete rumen modifier* (CRM) dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi gas metan enterik pada kambing perah Peranakan Etawah (PE) telah dilaksanakan selama 6 bulan. Percobaan menggunakan 20 ekor kambing PE laktasi pertama, dan dibagi menjadi 5 kelompok berdasarkan bobot badan. Desain percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas 4 perlakuan pakan, yaitu: A). Rumput Gajah 50% + konsentrat 50%; B). Rumput Gajah 40% + konsentrat 40% + kaliandra 20%; C). Rumput Gajah 50% + konsentrat 48% + CRM 2%; D). Rumput Gajah 40% + konsentrat 38% + kaliandra 20% + CRM 2%. Data dianalisis dengan sidik ragam dan bila terdapat perbedaan hasil dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM secara umum tidak berpengaruh terhadap konsumsi nutrisi, namun konsumsi protein meningkat nyata ($P < 0,05$) pada perlakuan kaliandra (B dan D). Kecernaan nutrisi meningkat nyata pada perlakuan C, sementara perlakuan yang lain tidak berbeda dengan kontrol. CRM yang diberikan terpisah (C) juga dapat meningkatkan total bakteri (36,84%), produksi susu harian (67,21%), kadar lemak (25,0%), dan menurunkan gas metan enterik (65,71%). Meningkatnya produksi susu pada perlakuan C juga diikuti oleh efisiensi penggunaan ransum yang lebih baik daripada perlakuan lainnya. Disimpulkan bahwa CRM lebih efektif dari kaliandra untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi gas metan enterik pada kambing perah PE dan efektivitasnya menurun bila dikombinasikan dengan kaliandra.

Kata Kunci: Kambing Perah, Kaliandra, Rumen Modifier, Metan, Produktivitas

PENDAHULUAN

Kualitas pakan (hijauan dan konsentrat) yang rendah serta ketersediaannya yang tidak berkesinambungan

sepanjang musim, secara signifikan berdampak negatif terhadap produksi susu sapi perah dalam negeri. Kondisi pakan yang kurang mendukung serta tatalaksana yang kurang baik, disinyalir oleh SIREGAR

(2007) sebagai penyebab kemampuan berproduksi sapi perah dalam negeri (yaitu jenis FH yang awalnya berasal dari Eropa) masih berada jauh di bawah potensi genetiknya. TALIB melaporkan bahwa produktivitas sapi perah dalam negeri, yaitu hanya berkisar 3000-5200 l per 305 hari laktasi atau berkisar $10-13 \text{ l e}^{-1}\text{h}^{-1}$, sementara produksi susu sapi perah di negara-negara maju (seperti Amerika, Eropa dan Australia) dapat mencapai $40 \text{ l e}^{-1}\text{h}^{-1}$ (belum dipublikasi). Sebagai konsekuensinya, sapi perah di Indonesia (populasi 374.000 ekor) hanya mampu memenuhi kebutuhan susu nasional sekitar 30% (DITJENNAK, 2005).

Dampak tidak menguntungkan terhadap produksi sapi perah sebagai akibat pemberian pakan yang berkualitas rendah adalah rendahnya produktivitas dan pencemaran lingkungan oleh emisi gas metan yang meningkat. Emisi gas metan pada hewan ruminansia berasal dari dua sumber yaitu dari hasil fermentasi saluran pencernaan (*enteric fermentation*) dan kotoran (*manure*).

Upaya untuk mengurangi emisi gas metan dan menghemat energi pakan untuk produktivitas ternak telah banyak dilaporkan. Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kemungkinan untuk meningkatkan produktivitas ternak dan mengurangi emisi gas metan dalam waktu yang bersamaan adalah dengan menggunakan legum pohon. Kaliandra adalah salah satu jenis legum pohon yang cukup baik untuk disuplementasikan dalam ransum ternak ruminansia karena mengandung protein yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 20-39%. Kaliandra juga mengandung senyawa tanin yang dapat berfungsi sebagai *by pass* protein dan mampu mereduksi emisi gas metan dari rumen (TIEMANN *et al.*, 2008).

Efisiensi pemanfaatan pakan oleh ternak sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan saluran pencernaan, populasi bakteri dan nilai gizi bahan pakan yang diberikan. Pemberian imbuhan pakan (*feed additive*) pada ternak merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan efisiensi pakan oleh ternak. Efisiensi fermentasi rumen dapat dicapai dengan memodifikasi ekosistem rumen dengan pemberian aditif *complete rumen modifier* (CRM) yang merupakan pengembangan dalam bentuk campuran dari beberapa bahan aditif yaitu yang berfungsi sebagai defaunator protozoa (THALIB *et al.*, 1996), inhibitor metanogenesis, faktor pertumbuhan mikroba (THALIB, 2004), pemacu pencernaan serat (THALIB *et al.*, 1998) dan bakteri asetonik yaitu *Acetoanaerobium noterae* dan *Acetobacterium woodii* (THALIB, 2008a).

Penelitian ini bertujuan meningkatkan produktivitas dan menurunkan gas metan enterik melalui suplementasi CRM dan Kaliandra pada kambing perah PE sebagai model.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di kandang percobaan Balai Penelitian Ternak Ciawi, selama 6 bulan. Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 4 perlakuan pakan seperti tercantum pada Tabel 1. Ternak yang digunakan adalah kambing perah Peranakan Etawah laktasi pertama sebanyak 20 ekor, dengan bobot hidup rata-rata $31,77 \pm 4,63 \text{ kg}$. Ternak yang digunakan selama penelitian tidak dalam keadaan bunting.

Ternak ditempatkan dalam kandang individu dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi masing-masing $2 \times 1 \times 1 \text{ m}$. Konsentrat ditempatkan dalam ember plastik yang dimasukkan ke dalam tempat pakan. Air minum disediakan melalui pipa yang dilengkapi keran otomatis. Sementara untuk kegiatan pencernaan digunakan kandang metabolis dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi sebesar $1,5 \times 0,5 \times 1,5 \text{ m}$ dan tinggi dari lantai $0,5 \text{ m}$. Di bawah kandang dilengkapi dengan tempat penampungan feses dan urin.

Ternak dikelompokkan atas dasar bobot hidup, kemudian diacak dan mendapatkan ransum kambing perah standar Balai Penelitian Ternak, yang terdiri atas rumput Gajah dan konsentrat. Perlakuan yang diuji adalah suplementasi kaliandra dan CRM, masing-masing sebanyak 20 dan 2%. Ransum yang diberikan terdiri dari 4 jenis perlakuan, yaitu ransum A, B, C, dan D dengan komposisi dan kandungan nutrisi seperti pada Tabel 1.

Pemberian pakan dilakukan secara bertahap, pertama diberikan konsentrat, kemudian kaliandra bagi yang mendapat perlakuan tersebut dan terakhir rumput Gajah. Kaliandra (daun dan pucuk muda) dan rumput Gajah (dicacah) diberikan dalam bentuk segar. CRM diberikan secara tercampur dengan konsentrat, kecuali probiotik diberikan terpisah setiap 4 minggu sekali sebanyak 150 ml/ekor. Air minum diberikan *ad-libitum* melalui keran otomatis pada setiap kandang. Pakan diberikan sebanyak 3,5% dari bobot hidup berdasarkan bahan kering, yaitu sebanyak 1200 g BK/e/h.

Peubah yang diamati adalah: 1) Konsumsi nutrisi; 2) Efisiensi penggunaan ransum; 3) pencernaan nutrisi; 4) Mikroba rumen (jumlah protozoa dan total bakteri) dan produk metabolismenya meliputi pH cairan rumen, kadar VFA total dan komponennya, N-amonia, dan gas metan; dan 5) Produksi dan kualitas susu (berat jenis, bahan kering, kadar lemak, bahan kering tanpa lemak, kadar protein dan laktosa). Produksi susu diukur selama 10 minggu sejak anak lahir dan anaknya dipisahkan dari induk. Pemerahan dilakukan sekali sehari, yaitu pada pagi hari dan produksi susu diukur menggunakan gelas ukur skala 1 liter.

Tabel 1. Komposisi bahan penyusun ransum dan nutrisi ransum (%BK)

Bahan ransum	Ransum (%)			
	A	B	C	D
Rumput gajah	50	40	50	40
Konsentrat	50	40	48	38
Kaliandra	-	20	-	20
CRM	-	-	2	2
Jumlah	100	100	100	100
Komposisi nutrisi				
Protein kasar	13,4	15,3	13,6	15,5
Lemak	3,5	3,3	3,3	3,1
Serat kasar	19,5	19,0	19,6	19,2
Neutral Detergent Fiber	61,8	61,0	60,2	60,0
Acid Detergent Fiber	35,0	35,1	33,8	34,2
Ca	0,6	0,8	0,6	0,8
P	0,6	0,5	0,5	0,5
GE (Kcal/kg)	4340	4455	4343	4457
TDN	65,2	66,6	65,2	66,7

Komposisi nutrisi adalah hasil perhitungan

Pengambilan sampel untuk uji kualitas susu dilakukan selama 3 hari berturut-turut setiap pertengahan minggu, kecuali minggu pertama karena masih berupa kolostrum. Sampel susu diambil sebanyak 50 ml per ekor kemudian disimpan di dalam *freezer*. Analisis dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggabungkan sampel minggu ke-2, 3, 4; minggu ke-5, 6, 7 dan minggu ke-8, 9,10. Sebelum dianalisis, sampel dalam satu perlakuan dicampur menjadi satu dan diaduk sampai homogen. Kualitas susu yang diuji meliputi:

1. Berat jenis susu ditentukan dengan menggunakan laktodensimeter yang distandardisasi pada suhu 27½ °C
2. Kadar lemak susu (%) ditentukan menurut cara Gerber dengan menggunakan butyrometer.
3. Kadar protein susu ditetapkan dengan metode titrasi formol.
4. Bahan kering susu (%) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Fleischman, yaitu:

$$\text{Bahan kering} = 1,23 L + 2,71 \frac{100 (BJ-1)}{BJ}$$

Keterangan:

L = Kadar lemak susu

BJ = Berat jenis susu

5. Bahan kering tanpa lemak (BKTL) = BK susu – kadar lemak susu
6. Laktosa ditentukan dengan menggunakan milco tester

Data yang diperoleh diolah dan dianalisis dengan sidik ragam menggunakan program SPSS versi 13.0. Apabila terdapat perbedaan hasil, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan (MATTJIK dan SUMERTADJAYA, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi nutrisi dan efisiensi penggunaan ransum (EPR)

Konsumsi pakan erat kaitannya dengan sifat fisik dan kimia pakan, bobot hidup dan status fisiologi ternak (MCDONALD *et al.*, 2002). Data konsumsi nutrisi dan EPR disajikan dalam Tabel 2. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM secara umum tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap konsumsi nutrisi, namun terjadi peningkatan konsumsi protein ($P < 0,05$) pada perlakuan kaliandra (B dan D). Hal ini disebabkan oleh kandungan energi ransum pada keempat perlakuan hampir sama (Tabel 1), karena pada dasarnya ternak

mengonsumsi ransum untuk memenuhi kebutuhan energinya. Tidak berbedanya konsumsi bahan kering secara otomatis juga akan berdampak terhadap konsumsi nutrisi lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat PUTRA (1992), bahwa konsumsi BK berkorelasi positif dengan konsumsi BO, PK dan energi (GE). Meningkatnya konsumsi protein pada perlakuan B (26,29%) dan D (25,40%) disebabkan oleh tingginya kandungan protein pada kaliandra sehingga sebagian besar bahan organik yang dikonsumsi adalah protein.

Meskipun secara umum suplementasi yang diberikan tidak berpengaruh terhadap konsumsi nutrisi dalam ransum, namun produksi susu yang dihasilkan (Tabel 5) nyata lebih banyak dari kontrol. Hal ini berdampak pada nilai EPR yang lebih tinggi. Nilai EPR tertinggi terdapat pada perlakuan C (0,89 ml g⁻¹), dengan peningkatan sebesar 97,78%, diikuti B (55,56%) dan D (44,44%). Nilai ini menunjukkan bahwa suplementasi 2% CRM lebih efisien dari kaliandra dalam meningkatkan produksi susu. Hal ini disebabkan karena CRM dapat mengurangi produksi

gas metan enterik (Tabel 4) dalam jumlah yang lebih tinggi sehingga penggunaan energi pakan lebih optimal.

Kecernaan nutrisi

Pengaruh suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM terhadap koefisien cerna bahan kering, bahan organik, protein kasar, NDF, ADF dan DE ditampilkan pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencernaan nutrisi dalam ransum secara umum meningkat nyata (P < 0,05) akibat pemberian CRM (C), sedangkan kaliandra dan kombinasi tidak berbeda dengan kontrol. Hal ini disebabkan oleh tingginya jumlah bakteri pada perlakuan C (Tabel 4). Semakin tinggi populasi bakteri, semakin tinggi pencernaan pakan. Suplementasi 2% CRM (C) dapat meningkatkan (P < 0,05) pencernaan bahan kering sebesar 10,54%; bahan organik 9,42%; protein kasar 3,32% dan ADF 15,07%, sementara NDF dan energi tidak berbeda dengan kontrol.

Tabel 2. Konsumsi nutrisi dan efisiensi penggunaan ransum (EPR) pada kambing perah PE yang disuplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM

Variabel	Jenis pakan			
	A	B	C	D
BK (g e ⁻¹ h ⁻¹)	916,2±84,12	962,2±55,13	927,5±76,21	891,6±63,75
BO (g e ⁻¹ h ⁻¹)	832,1±75,94	881,4±49,53	820,6±92,65	816,1±57,32
PK (g e ⁻¹ h ⁻¹)	124,0 ^a ±9,57	156,6 ^b ±7,54	130,3 ^a ±9,66	155,5 ^b ±6,40
NDF (g e ⁻¹ h ⁻¹)	562,3±58,67	583,0±42,05	531,6±79,26	515,2±47,49
ADF (g e ⁻¹ h ⁻¹)	308,0±35,81	327,0±27,21	281,8±51,52	282,1±30,32
GE (Kcal e ⁻¹ h ⁻¹)	3993±361,50	4326±234,20	3954±437,85	4028±271,61
EPR (ml g ⁻¹)	0,45 ^a ±0,17	0,70 ^b ±0,07	0,89 ^c ±0,14	0,65 ^b ±0,06

Tabel 3. Kecernaan nutrisi pada kambing perah PE yang disuplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM

Peubah	Jenis pakan			
	A	B	C	D
Bahan kering (%)	58,8 ^a ±3,94	62,3 ^{ab} ±3,66	65,0 ^b ±4,08	62,4 ^{ab} ±5,98
Bahan organik (%)	61,6 ^a ±3,18	64,3 ^{ab} ±2,58	67,4 ^b ±2,77	64,8 ^{ab} ±4,79
Protein kasar (%)	75,7 ^{ab} ±1,69	70,9 ^a ±3,74	78,3 ^b ±2,83	71,0 ^a ±5,98
NDF (%)	47,2±5,61	47,6±4,35	52,0±7,10	47,8±5,73
ADF (%)	36,5 ^{ab} ±7,89	31,9 ^a ±9,95	42,0 ^b ±10,69	29,2 ^a ±10,00
DE (Kcal)	2456 ^a ±133,1	2889 ^b ±269,1	2733 ^{ab} ±283,6	2557 ^{ab} ±279,1

Nilai dengan superskrip berbeda pada baris yang sama, berbeda nyata pada taraf nyata 5% (P < 0,05)

A = Rumput Gajah 50% + konsentrat 50%

B = Rumput Gajah 40 + konsentrat 40% + kaliandra 20%

C = Rumput Gajah 50% + konsentrat 48% + CRM 2%

D = Rumput Gajah 40% + konsentrat 38% + kaliandra 20% + CRM 2%

Meskipun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun ada indikasi bahwa kaliandra cenderung menurunkan pencernaan protein. Hal ini disebabkan oleh rendahnya jumlah bakteri (Tabel 4) akibat adanya tanin. Tanin yang tidak berikatan dengan protein pakan dapat berikatan dengan enzim endogen atau lumen usus halus sehingga menghambat kemampuan enzim tersebut untuk memecah protein menjadi peptida dan asam amino serta penyerapannya. Karena tanin melapisi permukaan bakteri dan protein hijauan, akses dan aktivitas enzim berkurang (WAGHORN, 2008).

Mikroba rumen dan produk metabolismenya

Hasil analisis ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM, baik secara terpisah (B dan C) maupun kombinasi (D) dapat mengurangi ($P < 0,05$) jumlah protozoa cairan rumen dengan nilai terendah pada perlakuan kombinasi (D). Populasi protozoa menurun sebesar 20% pada perlakuan kaliandra (B), 30% pada perlakuan CRM (C) dan 60% pada perlakuan kombinasi (D) dibandingkan dengan kontrol.

Berkurangnya jumlah protozoa cairan rumen adalah akibat sifat racun yang dimiliki oleh tanin pada kaliandra dan saponin pada CRM yang menghambat pertumbuhannya. Menurut FRUTOS (2004), tanin dalam rumen dapat mengacaukan sistem kerja mikroba akibat pembentukan kompleks tanin-protein atau tanin-karbohidrat, terhambatnya kerja enzim, serta adanya pengikatan tanin ke dalam membran selnya.

Selanjutnya HART *et al.* (2008) menyatakan bahwa sensitivitas protozoa terhadap saponin disebabkan oleh adanya sterol pada membran sel protozoa, tetapi tidak ada pada membran sel bakteri. Kemampuan sterol untuk mengikat saponin adalah penyebab utama hancurnya membran sel protozoa. Sementara saponin sebagai bahan defaunator tidak berdampak negatif terhadap pertumbuhan bakteri. Hal ini dapat dilihat dari tingginya jumlah bakteri pada perlakuan C (Tabel 2).

Suplementasi 2% CRM secara individu (C) dapat meningkatkan jumlah bakteri sebesar 36,84% dibandingkan dengan dengan kontrol, namun setelah dikombinasikan dengan kaliandra (D) jumlahnya menurun nyata ($P < 0,05$) sebesar 21,05%. Meningkatnya jumlah bakteri pada perlakuan C disebabkan oleh adanya faktor pertumbuhan mikroba pada CRM yang dapat memacu pertumbuhan bakteri. Demikian pula, penambahan probiotik (bakteri aseto-genik) pada CRM juga membantu meningkatkan jumlah bakteri rumen. Berkurangnya jumlah bakteri pada perlakuan D menunjukkan bahwa bakteri aseto-genik yang diberikan dalam CRM kurang bisa berkembang akibat adanya tanin pada kaliandra. Sesuai dengan yang dilaporkan oleh MIN *et al.* (2005), bahwa selain dengan protein pakan, tanin juga berikatan dengan mikroba atau enzim mikroba di dalam rumen. Lebih lanjut dijelaskan bahwa sel bakteri memiliki afinitas yang lebih besar terhadap tanin dibandingkan dengan protein tanaman. Jadi, salah satu kelemahan penggunaan tanin sebagai defaunator adalah berdampak negatif terhadap pertumbuhan bakteri.

Tabel 4. Populasi mikroba rumen dan produk metabolisme kambing perah PE yang disuplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM

Peubah	Jenis pakan			
	A	B	C	D
Protozoa (x106 sel/ml)	1,0 ^c ±0,18	0,8 ^b ±0,08	0,7 ^b ±0,17	0,4 ^a ±0,04
Total bakteri (x109 cfu/ml)	3,8 ^b ±4,35	3,1 ^{ab} ±3,28	5,2 ^c ±6,20	3,0 ^a ±6,25
pH cairan rumen	6,62 ^{ab} ±0,06	6,57 ^{ab} ±0,05	6,74 ^b ±0,15	6,50 ^a ±0,17
N-amonia (mM)	12,0±1,18	12,3±1,79	11,2±3,38	13,4±1,72
VFA total (mM)	90,9 ^a ±5,90	141,1 ^b ±20,97	109,0 ^a ±13,12	132,6 ^b ±19,51
Asetat (mM)	59,4 ^a ±4,08	98,2 ^a ±16,81	78,0 ^b ±9,57	91,2 ^b ±18,19
Propionat (mM)	15,4 ^a ±1,10	22,9 ^b ±3,99	19,3 ^{ab} ±1,57	20,3 ^b ±5,89
Butirat (mM)	12,6±0,74	13,6±2,04	12,7±1,56	11,6±2,66
Konsentrasi CH4 (ppm)	373,0 ^b ±28,10	212,5 ^a ±26,60	127,9 ^a ±53,10	202,8 ^a ±78,10

Nilai dengan superskrip berbeda pada baris yang sama, berbeda nyata pada taraf nyata 5% ($P < 0,05$)

A = Rumput Gajah 50% + konsentrat 50%

B = Rumput Gajah 40 + konsentrat 40% + kaliandra 20%

C = Rumput Gajah 50% + konsentrat 48% + CRM 2%

D = Rumput Gajah 40% + konsentrat 38% + kaliandra 20% + CRM 2%

Adapun tujuan dari penggunaan kaliandra adalah untuk meningkatkan produksi dan kualitas susu serta menurunkan gas metan enterik. Dari hasil yang diperoleh ternyata penurunan jumlah bakteri akibat pemberian 20% kaliandra belum berdampak negatif terhadap produksi dan kualitas susu asalkan tidak dikombinasikan dengan CRM (Tabel 5). Berbeda halnya dengan upaya mengurangi gas metan, pemberian kaliandra secara kombinasi justru lebih baik karena populasi protozoanya lebih sedikit (Tabel 4).

Populasi protozoa dan bakteri di dalam rumen juga dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung seperti pH, N-NH₃ dan VFA. Menurut KAMRA (2005), pH optimum untuk pertumbuhan mikroba rumen berkisar antara 6,0-6,9. Nilai pH cairan rumen pada penelitian ini berkisar antara 6,50-6,74 (Tabel 4), sehingga masih dalam kisaran normal. Suplementasi 20% kaliandra (B dan D) menyebabkan sedikit penurunan pH cairan rumen, namun secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian ini didukung oleh SEWET (1997) bahwa nilai pH cairan rumen mengalami sedikit penurunan sejalan dengan meningkatnya proporsi pemberian kaliandra. Menurunnya nilai pH tersebut adalah dampak dari kadar VFA yang lebih tinggi, namun karena VFA merupakan asam lemah maka dampaknya tidak begitu besar. Dalam hal ini sedikit kenaikan kadar amonia pada kedua perlakuan (B dan D) tersebut kurang berpengaruh pada peningkatan pH. Dengan demikian efek terhadap perubahan pH lebih banyak diakibatkan oleh intensitas pencernaan bahan organik nonprotein.

Konsentrasi NH₃ pada penelitian ini berkisar antara 11,2-13,4 mM (Tabel 4). Nilai ini masih berada dalam kisaran normal, seperti yang direkomendasikan McDONALD *et al.* (2002) yaitu kadar N-NH₃ yang mendukung pertumbuhan mikroba dalam rumen adalah berkisar antara 85-300 mg/l atau 6-21 mM. Menurut SUBAGYO (2006), produksi amonia dan VFA rumen dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: tingkat protein dan energi dalam pakan, waktu setelah makan, kecepatan penyerapan oleh dinding rumen, laju degradasi protein, dan energi dan pemanfaatan oleh mikroba rumen. Dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar amonia cairan rumen meskipun terjadi peningkatan konsumsi protein pada perlakuan yang mendapat kaliandra (B dan D) (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh berkurangnya daya cerna protein pada perlakuan tersebut (Tabel 3) walaupun secara statistik tidak berbeda nyata.

Konsentrasi VFA total yang layak bagi kelangsungan hidup ternak adalah 80-160 mM dengan titik optimumnya 110 mM (SURYAPRATAMA, 1999). Konsentrasi VFA total pada penelitian ini berkisar antara 90,9-141,1 mM, sehingga masih dalam kisaran

normal. Suplementasi 20% kaliandra secara tersendiri (B) dapat meningkatkan ($P < 0,05$) kadar VFA total sebesar 55,23%, sedangkan pada kombinasi (D) sebesar 45,87%, sementara 2% CRM (C) tidak berbeda ($P > 0,05$) dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan oleh kandungan TDN pada ransum yang mengandung kaliandra (B dan D) sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak mengandung kaliandra (A dan C) (Tabel 1). Lebih tingginya nilai TDN pada ransum yang mengandung kaliandra mencerminkan bahwa kandungan bahan organik tercerna pada ransum tersebut juga lebih tinggi. Semakin tinggi bahan organik tercerna maka VFA yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dilaporkan SUBAGYO (2006), bahwa terjadi peningkatan kadar VFA total seiring dengan peningkatan level kaliandra pada kamping laktasi.

Kadar VFA total cairan rumen berhubungan dengan komposisi VFA, terutama asam asetat, propionat dan butirat. Proporsi masing-masing komponen VFA bervariasi tergantung dari ransum yang dikonsumsi. Suplementasi kaliandra dan CRM pada penelitian ini menyebabkan peningkatan kadar asam asetat masing-masing sebesar 65,32% (B), 31,31% (C), dan 53,54% (D) dibandingkan dengan kontrol (A). Hasil ini menunjukkan bahwa ransum yang mengandung kaliandra (B dan D) menghasilkan asam asetat yang lebih tinggi dibandingkan dengan CRM (C). Hal ini disebabkan oleh lebih banyaknya proporsi hijauan pada perlakuan B dan D yaitu sejumlah 60%, sedangkan A dan C hanya 50%. Ransum yang mengandung hijauan lebih banyak memiliki serat yang lebih banyak pula sehingga fermentasi akan mengarah pada pembentukan asam asetat. Terjadi satu hal yang belum dipahami pada penelitian ini, yaitu lebih rendahnya asam asetat pada perlakuan C (CRM) sementara diketahui bahwa CRM mengandung bakteri pembentuk asetat. Rendahnya kadar asam asetat cairan rumen pada perlakuan ini diduga akibat tingginya asam asetat yang terserap untuk sintesis lemak susu (Tabel 5).

Selain menghasilkan asam asetat yang banyak, suplementasi kaliandra juga menghasilkan asam propionat yang lebih banyak dibandingkan dengan kontrol, namun tidak berbeda dengan CRM. Dalam proses fermentasi, asam propionat terbentuk melalui dua jalur dan sangat tergantung pada jenis pakan yang dikonsumsi. Bila pakan mengandung banyak konsentrat maka jalur laktat dan akrilat yang dominan, dan sebaliknya bila pakan mengandung lebih banyak hijauan maka jalur suksinat yang lebih dominan (MCDONALD *et al.*, 2002). Tingginya kadar propionat pada perlakuan yang mendapat kaliandra (B dan D) kemungkinan berhubungan dengan kedua jalur ini. Meskipun sama-sama hijauan, kaliandra lebih mudah didegradasi dibandingkan dengan rumput Gajah sehingga laju fermentasinya lebih cepat. Hal ini akan

berpengaruh terhadap produk fermentasi yang lebih banyak pula.

Produksi gas metan

Salah satu upaya untuk mengurangi produksi gas metan dalam penelitian ini adalah melalui defaunasi dengan tanin asal kaliandra dan saponin pada CRM, dan pemanfaatan bakteri aseto-genik pengguna CO₂ dan H₂ untuk membentuk asetat, yang juga terdapat pada CRM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra (B) atau 2% CRM (C) dapat mengurangi ($P < 0,05$) konsentrasi gas metan, demikian pula perlakuan kombinasi (D), dengan nilai terendah pada perlakuan C. Konsentrasi gas metan pada pemberian CRM (C) menurun nyata ($P < 0,05$) sebesar 65,71%, sementara kaliandra (B) sebesar 43,03%, dan kombinasi (D) sebesar 45,63% dibandingkan dengan kontrol. Ketiga perlakuan ini menunjukkan nilai yang berbeda, namun secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Berkurangnya konsentrasi gas metan adalah akibat berkurangnya jumlah protozoa yang merupakan tempat simbiosis bakteri metanogenik. Namun, ada fenomena lain pada perlakuan kombinasi (D), dimana jumlah protozoanya lebih rendah dari C tetapi konsentrasi gas metan yang dihasilkan cenderung lebih tinggi. Hal ini boleh jadi disebabkan oleh kurang berkembangnya bakteri aseto-genik akibat adanya tanin pada kaliandra sehingga CO₂ dan H₂ yang terbentuk mengarah pada pembentukan metan. Rendahnya konsentrasi gas metan pada perlakuan C juga didukung oleh adanya bakteri aseto-genik yang mengubah H₂ dan CO₂ menjadi asam asetat sehingga pembentukan gas metan menjadi berkurang.

Produksi dan kualitas susu

Produksi susu merupakan tujuan utama dari pemeliharaan ternak perah, sedangkan kualitas susu sangat menentukan nilai jualnya, terutama kadar lemak. Menurut PULINA *et al.* (2008), diantara faktor non genetik, pakan adalah faktor utama yang berpengaruh terhadap produksi dan kualitas susu yang dihasilkan. Data pengaruh suplementasi kaliandra dan CRM terhadap produksi dan kualitas susu disajikan pada Tabel 5.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra (B) dan 2% CRM (C) dapat meningkatkan ($P < 0,05$) produksi susu harian masing-masing sebesar 46,36% pada perlakuan B dan 67,21% pada perlakuan C, sementara perlakuan D tidak berbeda dengan kontrol. Produksi susu 4% FCM meningkat nyata ($P < 0,05$) sebesar 59,34% pada perlakuan B, 96,72% (C) dan 35,13% (D). Hasil ini mencerminkan bahwa CRM yang diberikan secara individu lebih efektif dibandingkan dengan kaliandra, dan kurang efektif bila diberikan secara kombinasi. Tingginya produksi susu pada perlakuan C disebabkan oleh tingginya populasi bakteri (Tabel 4) yang berdampak pada tingginya pencernaan nutrisi (Tabel 3) sehingga ketersediaan nutrisi untuk pembentukan komponen susu juga semakin tinggi.

Tinggi rendahnya produksi susu juga berhubungan dengan produksi gas metan di dalam rumen. Hubungan antara konsentrasi gas metan dengan produksi susu disajikan pada Gambar 1. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi gas metan, maka produksi susu yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya energi pakan yang hilang

Tabel 5. Produksi dan kualitas susu kambing perah PE yang disuplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM serta kombinasinya

Peubah	Perlakuan pakan			
	A	B	C	D
Produksi susu harian (ml e ⁻¹ h ⁻¹)	335,2 ^a ±146,29	490,6 ^{bc} ±57,85	560,5 ^c ±130,81	422,7 ^{ab} ±65,75
Produksi susu 4% FCM (ml e ⁻¹ h ⁻¹)	435,8 ^a ±190,17	694,4 ^b ±81,88	857,3 ^c ±142,14	588,9 ^b ±91,59
Berat jenis	1,0298±0,0003	1,0301±0,0009	1,0299±0,0009	1,0308±0,012
Lemak (%)	6,0 ^a ±0,40	6,8 ^b ±0,38	7,5 ^c ±0,45	6,6 ^{ab} ±0,14
BK (%)	15,2 ^a ±0,42	16,2 ^b ±0,35	17,1 ^c ±0,26	16,2 ^b ±0,16
BKTL (%)	9,2 ^a ±0,02	9,5 ^{ab} ±0,17	9,6 ^b ±0,19	9,6 ^b ±0,28
Protein (%)	4,1±0,68	5,1±0,68	4,4±0,12	4,1±0,20
Laktosa (%)	3,2	3,2	3,3	3,2

Nilai dengan superskrip berbeda pada baris yang sama, berbeda nyata pada taraf nyata 5% ($P < 0,05$)

A = Rumput Gajah 50% + konsentrat 50%

B = Rumput Gajah 40 + konsentrat 40% + kaliandra 20%

C = Rumput Gajah 50% + konsentrat 48% + CRM 2%

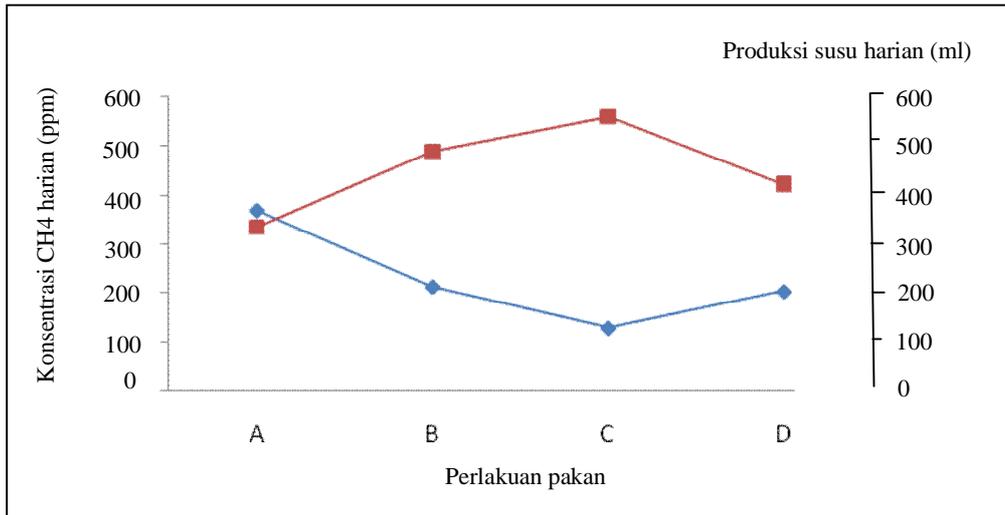
D = Rumput Gajah 40% + konsentrat 38% + kaliandra 20% + CRM 2%

dalam bentuk metan, sehingga lebih banyak energi yang dapat dimanfaatkan untuk produksi susu.

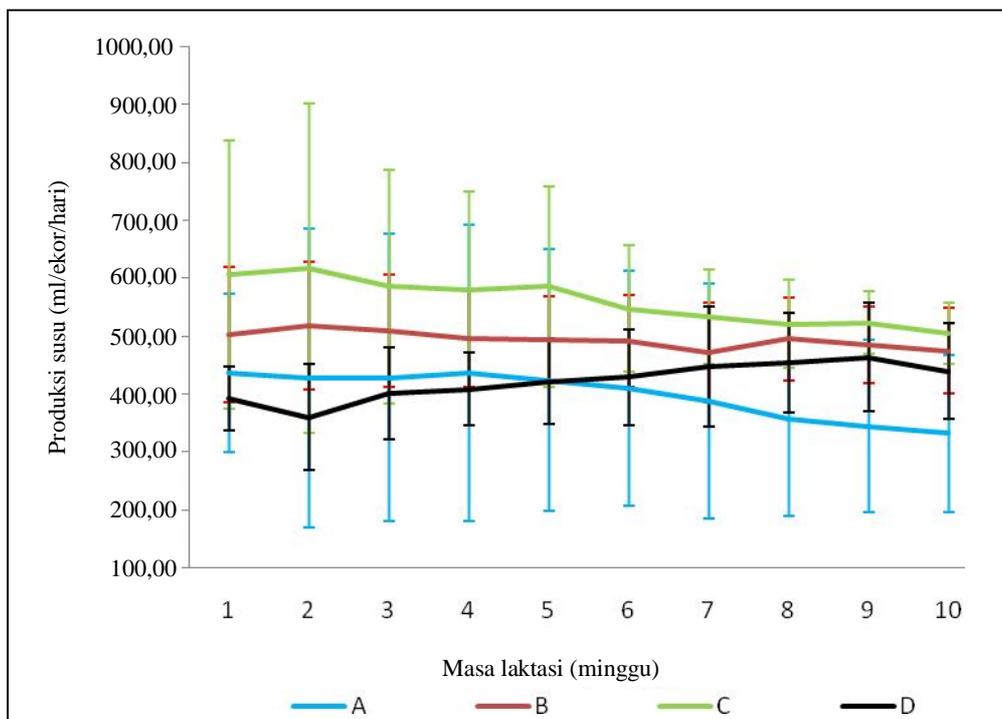
Hasil penelitian ini juga memberikan gambaran bahwa produksi VFA yang tinggi pada perlakuan B dan D (Tabel 4) tidak selalu memberikan hasil (produksi susu) yang tinggi karena tubuh ternak memiliki batas-batas tertentu dalam menggunakan nutrisi. Kelebihan nutrisi justru menjadi tidak efisien dan kekurangan nutrisi juga tidak baik karena ternak tidak bisa berproduksi secara optimal. Seperti yang dilaporkan

SURYAPRATAMA (1999) bahwa titik optimum VFA untuk kelangsungan hidup ternak adalah 110 mM dan nilai ini terdapat pada perlakuan CRM (C). Nilai VFA pada perlakuan B dan D terlalu tinggi dan A terlalu rendah dari titik optimum sehingga produksi susu yang dihasilkan lebih rendah.

Produksi susu pada pemberian kaliandra (B) lebih rendah dibandingkan dengan CRM (C), namun stabilitas produksinya lebih tinggi (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa kaliandra juga cukup baik



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi CH₄ (♦) cairan rumen dengan produksi susu (■) pada kambing perah Peranakan Etawah



Gambar 1. Kurva produksi susu harian kambing perah PE yang disuplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM

untuk meningkatkan produksi susu karena memiliki persistensi yang tinggi. Stabilitasnya produksi susu pada perlakuan B kemungkinan disebabkan oleh tingginya kandungan protein pada kaliandra sehingga mampu mempertahankan sel-sel pada kelenjar susu dan produksi hormon serta enzim yang berperan dalam biosintesis susu. Selain itu, ternak semakin lama semakin toleran terhadap tanin sehingga dapat memanfaatkan nutrisi pada kaliandra secara optimal. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan SEWET (1997), bahwa isolat bakteri yang mampu tumbuh pada pemberian tanin cenderung bersifat proteolitik dan pertumbuhannya lebih besar ditentukan oleh faktor adaptasi.

Rataan produksi susu harian pada penelitian ini berkisar antara 335,2-560,5 ml e⁻¹h⁻¹, lebih rendah dari yang dilaporkan ADRIANI *et al.*, (2004) yaitu berkisar antara 451-856 ml e⁻¹h⁻¹ dan NOVITA (2006) berkisar antara 585-970 ml e⁻¹h⁻¹. Rendahnya produksi susu pada penelitian ini nampaknya dipengaruhi oleh umur, karena semua ternak yang digunakan baru berumur 1,5 tahun dan pada laktasi pertama. SUTAMA *et al.* (1995) menyatakan bahwa umur ternak merupakan faktor yang mempengaruhi produksi susu, dan pada umumnya produksi pada laktasi pertama adalah yang terendah dan akan meningkat pada periode-periode laktasi berikutnya. Hal ini disebabkan oleh sistem endokrinnya belum matang dalam merangsang kelenjar susu untuk berproduksi.

Ditinjau dari kualitas susunya, suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM juga memberikan pengaruh yang positif, terutama kadar lemaknya. Kadar lemak susu pada penelitian ini berkisar antara 6-7,5%. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan yang dilaporkan ADRIANI (2004) yaitu berkisar antara 6,6-6,9%. Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra (B) dapat meningkatkan kadar lemak susu sebesar 13,33%; 2% CRM (C) sebesar 25,0%; sementara perlakuan kombinasi (D) tidak berbeda dengan kontrol. Hasil penelitian ini sesuai dengan THALIB *et al.* (2011), bahwa pemberian probiotik *noterae* pada sapi perah dapat meningkatkan kadar lemak susu sebesar 18,67%.

Kedua hasil penelitian ini mencerminkan bahwa bakteri asetonik dalam CRM memang efektif dalam meningkatkan kadar lemak susu. Pada umumnya, produksi susu yang tinggi memiliki kadar lemak yang lebih rendah karena kecepatan sintesis lemak susu pada umumnya meningkat dengan kecepatan yang lebih lambat. Hal yang berbeda ditemukan dalam penelitian ini, dimana produksi susu yang tinggi disertai kadar lemak yang tinggi. Ini adalah salah satu keunggulan dari CRM. Adanya bakteri asetonik (*A. noterae*) pada CRM ternyata cukup efektif dalam meningkatkan lemak susu karena dapat mereduksi CO₂ hasil fermentasi rumen membentuk asam asetat yang

merupakan prekursor pembentukan asam lemak susu. Namun, ada suatu hal yang menarik yaitu kadar asam asetat pada perlakuan C (CRM) justru lebih rendah dari B (kaliandra). Hal ini diduga akibat penyerapan asetat yang lebih tinggi sebagai dampak dari tingginya produksi lemak susu, atau kemungkinan CRM menyebabkan ternak lebih efisien dalam menggunakan asam asetat.

Komponen susu yang tidak kalah pentingnya terhadap kualitas susu adalah protein. Kadar protein susu pada penelitian ini tidak dipengaruhi oleh perlakuan pakan, meskipun konsumsinya lebih tinggi pada perlakuan kaliandra (B dan D) (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh berkurangnya daya cerna protein pada perlakuan tersebut. Sebaliknya pada perlakuan A dan C, meskipun konsumsi proteinnya lebih rendah, namun kecernaannya lebih tinggi, dengan demikian jumlah protein yang bisa dimanfaatkan oleh tubuh ternak akan sama dan berdampak pada protein susu yang sama pula. Rataan kadar protein susu pada penelitian ini adalah berkisar antara 4,1-5,1%, sesuai dengan yang dilaporkan ADRIANI (2004) yaitu berkisar antara 4,4-4,6%.

Tidak berbedanya kadar protein susu juga disebabkan oleh tidak berbedanya kandungan energi pakan. Menurut PULINA *et al.* (2008), kandungan energi pakan berkorelasi positif dengan kadar protein susu, terutama karbohidrat yang mudah larut. Ketersediaan karbohidrat memfasilitasi pembentukan propionat sehingga menurunkan kebutuhan asam amino untuk glukoneogenesis yang menjadikan lebih banyak tersedia di usus halus dan sintesis protein di kelenjar susu.

Berat jenis susu dapat digunakan untuk mengetahui apakah susu tersebut dicampur dengan air atau tidak. Berat jenis susu pada penelitian ini berkisar antara 1,0298-1,0308, sesuai dengan yang dilaporkan ADRIANI (2004) yaitu 1,0290. Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi 20% kaliandra dan 2% CRM (B dan C) maupun kombinasi (D) tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap berat jenis susu dibandingkan dengan kontrol. Menurut ECKLES *et al.* (1980), perubahan berat jenis susu dipengaruhi oleh berat jenis masing-masing komponen susu tersebut, yaitu protein (1,346), laktosa (1,666), lemak (0,93) dan garam (4,12). Nilai tersebut menunjukkan bahwa berat jenis susu lebih banyak dipengaruhi oleh kadar laktosa, protein dan garam sedangkan pengaruh lemak relatif kecil karena berat jenisnya paling rendah. Dari pemikiran tersebut, berarti tidak berbedanya berat jenis susu pada penelitian ini disebabkan oleh tidak berbedanya kadar protein dan laktosa, meskipun kadar lemaknya berbeda (Tabel 5).

Kadar bahan kering susu merupakan gambaran dari kandungan komponen padat pada susu, sedangkan BKTL menunjukkan sejauh mana lemak berpengaruh terhadap bahan kering. TILLMAN *et al.* (1989)

menyatakan bahwa nilai sebenarnya dari kualitas susu adalah terletak pada BKTL, yaitu bahan kering yang tertinggal setelah lemak susu dihilangkan. Kadar bahan kering susu kambing menurut PARK *et al.* (2007) adalah 12,7% dan BKTL 8,9%. Kadar bahan kering susu pada penelitian ini sedikit lebih tinggi, yaitu berkisar antara 15,2-17,1% dan BKTL 9,2-9,6%.

Kadar bahan kering susu pada penelitian ini meningkat seiring dengan meningkatnya kadar lemak, sedangkan BKTL hanya meningkat nyata pada perlakuan C dan D. BK susu pada penelitian ini ditentukan berdasarkan rumus Fleisman yaitu berdasarkan kadar lemak dan BJ susu. Oleh karena itu, kadar BK susu sangat dipengaruhi oleh kadar lemak dan BJ susu. Tidak berbedanya BKTL pada perlakuan B dibandingkan dengan kontrol mencerminkan bahwa meningkatnya BK susu pada perlakuan tersebut bukan disebabkan oleh lemak, tetapi ada faktor lain seperti protein walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Menurut ECKLES *et al.* (1980), kandungan bahan kering tanpa lemak sangat tergantung pada kandungan protein, laktosa dan mineral.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *complete rumen modifier* (CRM) lebih efektif daripada kaliandra dalam meningkatkan produksi susu dan menurunkan gas metan enterik, namun efektivitasnya menjadi berkurang setelah dikombinasi dengan kaliandra. Suplementasi 20% kaliandra (B) dan 2% CRM (C) nyata ($P < 0,05$) meningkatkan produksi susu harian masing-masing sebesar 46,36 dan 67,21%, sementara kombinasi (D) tidak berbeda dengan kontrol. Produksi gas metan enterik menurun nyata ($P < 0,05$) sebesar 43,03% pada perlakuan kaliandra (B), 65,71% pada perlakuan CRM (C), dan 45,65% pada perlakuan kombinasi (D). Kaliandra dan CRM secara individu juga cukup efektif dalam meningkatkan kadar lemak susu yaitu berturut-turut sebesar 13,33 dan 25,0%, sedangkan perlakuan kombinasi tidak berbeda dengan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- ADRIANI, I-K. SUTAMA, A. SUDONO, T. SUTARDI dan W. MANALU. 2004. Pengaruh superovulasi sebelum perkawinan dan suplementasi seng terhadap produksi susu kambing Peranakan Etawah. *J. Ilmu Ternak*. 6: 86-94.
- DITJENNAK. 2005. Buku Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- ECKLES, C.H., W.B. COMB and H. MACY. 1980. Milk and Milk Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. Bombay-New Delhi.
- FRUTOS, P., G. HERVAS, F.J. GIRALDES and A.R. MANTECON. 2004. Tanin and ruminant nutrition. *Span. J. Agric. Res.* 2: 191-202.
- HART, K.J., D.R. YANEZ-RUIZ, S.M. DUVAL, N.R. MCEWAN and C.J. NEWBOL. 2008. Plant extract to manipulate rumen fermentation. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 147: 8-35.
- KAMRA, D.N. 2005. Rumen microbial ecosystem. *Cur. Sci.* 89: 124-135.
- MATTJIK, A.A. dan I.M. SUMERTAJAYA. 2006. Perancangan Percobaan: Dengan Aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press, Bogor.
- MCDONALD, P., R.A. EDWARDS, J.F.D. GREENHALGH and C.A. MORGAN. 2002. Animal Nutrition. Edisi ke-6. Ashford Colour Press Ltd. Gosport.
- MIN, B.R., G.T. ATTWOOD, W.C. MCNAB, A.L. MOLAN and T.N. BARRY. 2005. The effect of condensed tannins from *Lotus corniculatus* on the proteolytic activities and growth of rumen bacteria. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 121: 45-58.
- NOVITA, C.I., A. SUDONO, I.K. SUTAMA dan T. TOHARMAT. 2006. Produktivitas kambing perah Peranakan Etawah yang diberi ransum berbasis jerami padi. *Media Petern.* 29: 96-106.
- PARK, Y.W., M. JUAREZ, M. RAMOS and G.F.W. HAENLEIN. 2007. Physico-chemical characteristic of goat and sheep milk. *Small Rum. Res.* 68: 88-113.
- PULINA, G., A. NUDDA, G. BATTACONE, S. FANCELLU and A.H.D. FRANCESCONI. 2008. Nutrition and Quality of Goat's Milk. In: Dairy Goats Feeding and Nutrition. CANNAS, A. and G. PULINA (Editors). Department of Animal Science University of Sassari, Italy. pp. 1-30.
- PUTRA S. 1992. Evaluasi Komposisi Kimia dan Tingkat Konsumsi 16 Daun *Provenance* Gamal yang Ditanam pada Lahan Kering di Propinsi Bali. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- SEWET, U. 1997. Dinamika Populasi dan Aktivitas Fermentasi Mikroba Rumen Kambing yang Diberi Pakan Kaliandra. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- SIREGAR, S.B. 2007. Manajemen Agribisnis Sapi Perah yang Ekonomis. Penerbit Pribadi, Bogor.
- SUBAGYO, Y. 2006. Effect of diets containing different levels of dried Calliandra calothyrsus leaves on ruminal NH₃-N and VFA of lactating goat. *J. Ilmu Ternak*. 8: 137-142.
- SURYAPRATAMA, W. 1999. Efek suplementasi asam lemak volatil bercabang dan kapsul lisin serta treonin terhadap nutrisi protein sapi Holstein. *Disertasi*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- SUTAMA, I-K., I-G.M. BUDIARSANA, H. SETIANTO and A. PRIYANTI. 1995. Productive and reproductive performances of young Peranakan Etawah does. *JITV* 1: 81-85.

- TALIB, C., KUSWANDI, T. SUGIARTI, BASUKI and A.R. SIREGAR. 2004. Production performance of lactating cows of Indonesian Hostein based on the month of lactating periods.
- THALIB, A. 2004. Uji efektivitas saponin buah *Sapindus rarak* sebagai inhibitor metanogenesis secara *in vitro* pada sistem pencernaan rumen. *JITV* 9: 164-171.
- THALIB, A. 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri asetogenik dari rumen rusa dan potensinya sebagai inhibitor metanogenesis. *JITV* 13: 197-206.
- THALIB, A., P. SITUMORANG, I-W. MATHIUS, Y. WIDIWATI and W. PUASTUTI. 2011. The utilization of the complete rumen modifier on dairy cows. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* 36: 137-142.
- THALIB, A., Y. WIDYAWATI, H. HAMID, D. SUHERMAN and M. SABRANI. 1996. The effects of saponin from *Sapindus rarak* fruit on rumen microbes and performance of sheep. *JITV* 2: 17-21.
- THALIB, A., D. DEVI, Y. WIDYAWATI dan Z.A. MAS'UD. 1996. The effects of saponin from *Sapindus rarak* fruit on rumen microbes and performance of sheep. *JITV* 3: 171-175.
- TIEMANN, T.T., C.E. LASCANO, H.R. WETTSTEIN, C. MAYER, M. KREUZER and H.D. HESS. 2008. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. *Animal* 2: 790-799.
- TILLMAN, A.D., H. HARTADI, S. REKSOHADIPRODJO, S. PRAWIROKUSUMO dan S. LEBDOSOEKOJO. 1989. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- WAGHORN, G. 2008. Beneficial and detrimental effect of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-progress and challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147: 116-139.