

Komposisi Kimia, Degradasi Nutrien dan Produksi Gas Metana *in Vitro* Rumput Tropik yang Diawetkan dengan Metode Silase dan Hay

The Chemical Composition, *in Vitro* Nutrient Degradation and Methane Gas Production of Tropical Grasses Preserved with Silage and Hay Methods

B. Santoso * & B. Tj. Hariadi

Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Perikanan & Ilmu Kelautan,
Universitas Negeri Papua

(Diterima 21-01-2008; disetujui 18-04-2008)

ABSTRACT

Six grass species (*Pennisetum purpureum*, *Pennisetum purpureophoides*, *Sorghum sudanense*, *Brachiaria brizantha*, *Imperata cylindrica*, and *Panicum maximum*) were harvested at 49 days and preserved as silage or as hay. Samples of silage and hay were evaluated by an *in vitro* gas production and *in vitro* nutrient degradability. Total gas production at 24 and 48 h as well as CH₄ were higher (P<0.01) in silage than in hay. *Brachiaria brizantha* had the highest (P<0.01) gas production compared to other species, whereas *P. purpureum* had the highest CH₄ production (mM/g organic matter degraded). Dry matter (DM) and organic matter (OM) degradations were higher (P<0.01) in silage than hay. When compared with hay, silage had higher (P<0.01) ammonia-N concentration (20.3 vs. 10.6 mg/100 ml) and higher (P<0.05) butyric acid concentration (7.9 vs. 7.0 mM). Non-fiber carbohydrate (NFC) and crude protein contents were positively correlated with gas production ($r = 0.51$; P<0.05) and CH₄ production ($r = 0.64$; P<0.01) at 48 h of *in vitro* incubation. However total gas and CH₄ productions were negatively correlated with neutral detergent fiber (NDF) content. There were positive correlation between DM ($r = 0.90$; P<0.01), OM ($r = 0.93$; P<0.01), and NDF ($r = 0.84$; P<0.01) degradations and gas production.

Key words: tropical grasses, methane, silage, hay

PENDAHULUAN

Gas metana (CH₄) dihasilkan dari fermentasi anaerob karbohidrat struktural maupun

nonstruktural oleh metanogen (bakteri penghasil metan) di dalam rumen ternak ruminansia yang dikeluarkan melalui proses eruktasi. Rata-rata 6% dari energi yang dikonsumsi ternak ruminansia hilang dalam bentuk gas CH₄, sehingga berpengaruh terhadap retensi energi (Johnson & Johnson, 1995). Menurut Kurihara *et al.* (1999), produksi CH₄ yang diekspresikan

* Korespondensi:

Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari – Papua Barat

Email : budi_santoso@unipa.ac.id

dalam laju konversi metana (methane conversion rate) pada ternak ruminansia di daerah tropis lebih tinggi dibandingkan dengan di daerah subtropis. Hal ini disebabkan hijauan pakan ternak terutama rumput-rumputan di daerah tropis mengandung serat kasar dan lignin yang relatif tinggi, sedangkan kandungan karbohidrat nonstruktural (nonfiber carbohydrate) lebih rendah dibandingkan rumput di daerah subtropis (Van Soest, 1994). Berdasarkan kondisi tersebut, maka lebih banyak energi dalam bentuk CH_4 yang hilang dari tubuh ternak ruminansia di daerah tropis dibandingkan di daerah subtropis.

Hasil percobaan *in vivo* Santoso *et al.* (2007) menunjukkan bahwa energi yang hilang dalam bentuk gas CH_4 pada domba yang diberi pakan basal silase rumput timothy dan konsentrat, lebih tinggi dibandingkan yang diberi pakan basal hay rumput timothy dan konsentrat. Hal ini berhubungan dengan kecernaan serat yang lebih tinggi pada pakan basal silase dibandingkan hay. Kesimpulan penelitian tersebut adalah bahwa terdapat korelasi yang erat ($r = 0,88$) antara produksi gas CH_4 dengan *neutral detergent fiber* (NDF) tercerna. Sementara pada penelitian lain, Estermann *et al.* (2002) melaporkan bahwa produksi gas CH_4 sangat erat berhubungan dengan konsumsi NDF dan NDF tercerna.

Pengukuran produksi gas CH_4 *in vivo* dengan menggunakan ternak percobaan membutuhkan peralatan yang kompleks, pakan dan tenaga yang banyak, serta biaya yang mahal. Alternatif untuk mengatasi kelemahan metode tersebut yaitu dengan melakukan pengukuran produksi gas *in vitro*, sebagaimana yang dikembangkan oleh Menke & Steingass (1988). Modifikasi terhadap metode Menke & Steingass dilakukan oleh Getachew *et al.* (2005) dan Patra *et al.* (2006) sehingga memungkinkan pengukuran volume gas CH_4 dari bahan pakan yang diinkubasi *in vitro*. Selain membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan metode *in vivo*, percobaan *in vitro* memungkinkan sejumlah bahan pakan dapat dievaluasi secara simultan.

Sejauh ini pengukuran gas CH_4 terhadap rumput yang banyak digunakan sebagai pakan ternak di Indonesia masih sangat terbatas. Berdasarkan alasan di atas maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengawetan rumput dengan metode silase dan hay terhadap degradasi nutrisi seperti bahan kering (BK), bahan organik (BO), dan NDF, karakteristik fermentasi dan volume gas CH_4 .

MATERI DAN METODE

Enam spesies rumput tropik (*Pennisetum purpureum*, *Pennisetum purpureophoides*, *Sorghum sudanense*, *Brachiaria brizantha*, *Imperata cylindrica*, dan *Panicum maximum*) masing-masing ditanam pada plot berukuran $1 \times 1,5$ m tanpa pemupukan. Rumput dipotong sekitar 5-10 cm dari permukaan tanah pada umur 49 hari (awal bulan Juni 2007). Sebagian rumput dilayukan pada suhu kamar selama 24 jam sebelum dibuat silase. Setelah pelayuan, rumput dicacah dengan ukuran ± 1 cm, dicampur hingga homogen dan dimasukkan ke dalam botol fermentor berkapasitas 250 g. Setelah rumput dipadatkan, botol di-tutup rapat dan disimpan selama 30 hari pada kondisi ruang (suhu $26-27^\circ\text{C}$). Rumput yang tidak dilayukan dicacah dengan ukuran ± 10 cm untuk digunakan sebagai bahan pembuatan hay. Pengeringan hay dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 30°C selama 7 hari. Sampel silase dan hay selanjutnya digiling menggunakan *Wiley mill* yang dilengkapi saringan berukuran 1 mm untuk analisis komposisi nutrisi dengan analisis proksimat dan percobaan *in vitro*.

Dua ekor sapi betina Peranakan Ongole dengan bobot badan ± 350 kg yang difistula bagian rumennya digunakan sebagai donor cairan rumen. Ternak diberi pakan 2 kali (08.00 dan 16.00) per hari dengan pakan basal rumput gajah pada level kebutuhan hidup pokok (7,4 kg BK/ekor/hari) sesuai dengan rekomendasi Kears (1982).

Percobaan ini disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial terdiri atas 12 kombinasi perlakuan (6 spesies rumput dan 2 metode pengawetan) yang masing-masing dibuat dalam 3 ulangan. Enam spesies rumput terdiri atas *P. purpureum*, *P. purpureophoides*, *S. sudanense*, *B. brizantha*, *I. cylindrica*, *P. maximum*, sedangkan 2 metode pengawetan rumput terdiri atas silase dan hay.

Produksi gas *in vitro* dideterminasi berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Menke & Steingass (1988). Sebanyak 300±10 mg substrat ditimbang dan dimasukkan ke dalam *syringe* berukuran 100 ml (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Germany). Larutan buffer dibuat sesaat sebelum percobaan dan ditempatkan di dalam penangas air dengan suhu 39°C sambil dialiri gas CO₂. Tiga puluh mililiter campuran larutan buffer dan cairan rumen (2 : 1) ditambahkan ke dalam tabung sambil dialiri gas CO₂ untuk mempertahankan kondisi anaerob. *Syringe* diinkubasi dalam penangas air dengan suhu 39°C selama 48 jam. Produksi gas diukur pada waktu 2, 4, 6, 12, 24, dan 48 jam inkubasi sedangkan sampel gas CH₄ diambil pada waktu 12 dan 48 jam inkubasi, sebagaimana prosedur yang dilakukan oleh Santoso & Hariadi (2007).

Selanjutnya konsentrasi gas CH₄ dianalisa menggunakan kromatografi gas (Hitachi 263-50). Setelah inkubasi 48 jam, sebanyak 0,6 ml campuran buffer-cairan rumen dari masing-masing tabung ditambahkan 3 ml larutan asam methaposporat 25% kemudian sentrifuge pada 9000 × *g* selama 10 menit dan dimasukkan dalam *freezer* -20°C sampai dengan analisis *volatile fatty acids* (VFA) menggunakan kromatografi gas (GC-12A; Shimadzu). Sub sampel lainnya (0,5 ml) dipreparasi dan dianalisis konsentrasi N-NH₃ menggunakan metode kolorimetri sebagaimana dideskripsi oleh Chaney & Marbach (1962).

Degradasi BK dan BO dideterminasi berdasarkan prosedur tahap I dari metode Tilley & Terry (1963). Sebanyak 250 mg substrat ditimbang dalam tabung berukuran 100 ml, kemudian ditambahkan 25 ml medium yang terdiri

atas larutan saliva dan cairan rumen (4 : 1). Tabung yang telah berisi substrat dan medium dialiri gas CO₂, ditutup dengan karet penutup, kemudian diinkubasi dalam penangas air 39°C selama 48 jam. Residu disaring dengan krusi-bel Gooch kemudian dianalisa kandungan BK, BO dan NDF untuk perhitungan degradasi selama 48 jam.

Kandungan BK, BO, protein kasar (PK) dan lemak kasar (LK) dari sampel silase dan hay dianalisa berdasarkan metode AOAC (1990), sedangkan kandungan NDF dideterminasi menggunakan metode Van Soest *et al.* (1991). Konsentrasi NFC dihitung dengan formula (BO – (PK + NDF + LK) sebagaimana dikemukakan oleh Kurihara *et al.* (1999).

Pengaruh metode pengawetan dan spesies rumput terhadap produksi gas CH₄, degradasi nutrien, dan karakteristik fermentasi dianalisa dengan analisis ragam RAL pola faktorial menggunakan prosedur *General Linear Models* program SAS versi 6.12. Uji wilayah berganda Duncan digunakan untuk mengetahui perbedaan antar spesies rumput dan metode pengawetan rumput.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia dari 6 spesies rumput yang diawetkan dengan metode hay dan silase terdapat pada Tabel 1. Kandungan PK dari 6 spesies rumput yang diawetkan dengan metode hay bervariasi antara 5,9%–14,9%, sedangkan silase bervariasi antara 4,9%–13,6%. Rata-rata nilai PK silase rumput lebih rendah 1,2 unit atau 10,3% dibandingkan dengan nilai PK hay. Hasil ini sesuai dengan penelitian Luginbuhl *et al.* (2000), bahwa kandungan PK pada silase rumput *Panicum virgatum* L. lebih rendah 14,2% dibandingkan dengan rumput yang diawetkan dengan metode hay. Penurunan PK pada pengawetan silase dapat disebabkan degradasi PK oleh enzim protease dari hijauan maupun clostridia proteolitik selama ensilase. Menurut Givens & Rulquin (2004), pada ensilase hijauan baik secara langsung maupun setelah pelayuan, proteolisis berlangsung

Tabel 1. Komposisi kimia rumput yang diawetkan dengan metode hay dan silase (%BK)

Hijauan Rumput	BK (%)	BO	PK	NDF	LK	NFC
Hay						
<i>P. purpureum</i>	83,4	87,8	12,4	70,0	1,9	3,4
<i>P. purpureophoides</i>	86,3	87,5	11,4	65,7	1,6	8,8
<i>S. sudanense</i>	84,4	88,2	14,9	65,0	2,0	6,3
<i>B. brizantha</i>	89,6	94,4	9,7	76,6	1,7	6,3
<i>I. cylindrica</i>	89,4	95,5	5,9	84,4	1,1	4,1
<i>P. maximum</i>	88,0	91,1	14,1	71,4	1,4	3,5
Silase						
<i>P. purpureum</i>	19,1	86,8	11,1	67,7	2,6	5,6
<i>P. purpureophoides</i>	18,9	87,3	10,2	62,2	2,4	12,3
<i>S. sudanense</i>	27,5	90,7	13,6	63,1	2,7	11,2
<i>B. brizantha</i>	31,9	94,7	8,6	73,4	2,7	9,9
<i>I. cylindrica</i>	37,7	95,0	4,9	81,2	1,3	7,6
<i>P. maximum</i>	26,1	90,0	13,6	68,1	1,5	6,8

Keterangan: NFC=nonfiber carbohydrate

secara kontinyu dalam waktu 24 jam. Selama periode tersebut kandungan protein dapat mengalami penurunan dari 0,8 sampai 0,6. Lebih lanjut dijelaskan bahwa permulaan aktivitas proteolitik selama ensilase terjadi karena aktivitas enzim protease dari hijauan.

Kandungan NDF pada rumput yang diawetkan dengan metode silase lebih rendah dibandingkan dengan hay, sebaliknya kandungan NFC lebih tinggi pada rumput yang diawetkan dengan metode silase. Verbic *et al.* (1999) dan Luginbuhl *et al.* (2000) melaporkan bahwa kandungan NDF pada rumput yang diawetkan menjadi hay lebih tinggi dibandingkan silase dengan perbedaan berturut-turut 3% dan 2,6%. Sementara itu Doane *et al.* (1997) melaporkan bahwa kandungan NDF pada rumput orchard yang dikeringkan pada suhu 50°C lebih tinggi dibandingkan silase dengan perbedaan 4,6%. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan rata-rata perbedaan kandungan NDF dari keenam spesies rumput yang diawetkan menjadi hay dan silase adalah 2,9%. Kandungan NFC dari silase dan hay rumput pada penelitian ini bervariasi antara 2,8%–12,8%. Nilai tersebut relevan dengan

kandungan NFC dari rumput tropik sebesar 6,6%–9,2% sebagaimana dilaporkan oleh Kurihara *et al.* (1999). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara metode pengawetan rumput dan spesies rumput ($P < 0,01$) pada volume gas total dan CH_4 .

Volume gas pada inkubasi 6, 24 dan 48 jam serta volume CH_4 terdapat pada Tabel 2. Rata-rata volume gas selama inkubasi 24 dan 48 jam pada rumput yang diawetkan dengan metode silase lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan dengan metode hay berturut-turut 23,3% dan 15,1%. Volume gas yang tinggi pada rumput yang diawetkan dengan metode silase dapat disebabkan oleh rata-rata kandungan karbohidrat non serat (NFC) yang tinggi. Hasil ini didukung pula dengan koefisien korelasi (r) kedua variabel tersebut yaitu 0,51 (Tabel 4). Menurut Getachew *et al.* (2004), terdapat korelasi positif yang tinggi ($r = 0,81$) antara kandungan NFC dengan volume gas pada inkubasi 48 jam. Rumput *S. sudanense* dan *P. purpureum* menghasilkan gas paling tinggi ($P < 0,01$) selama inkubasi 6 jam, sedangkan pada inkubasi selama 48 jam rumput *S. sudanense* dan *P. purpureophoides* menghasilkan gas tertinggi

Tabel 2. Volume gas dan CH₄ selama inkubasi 48 jam

Hijauan rumput	Volume gas (ml/g BK)			Volume CH ₄	
	6 jam	24 jam	48 jam	ml/g BK	mM/g BOT
Hay					
<i>P. purpureum</i>	37,2	129,5	169,0	26,7	40,2
<i>P. purpureophoides</i>	31,3	136,5	173,5	26,3	37,5
<i>S. sudanense</i>	51,9	132,6	185,7	28,3	37,3
<i>B. brizantha</i>	27,0	96,4	145,2	25,7	39,0
<i>I. cylindrica</i>	22,6	54,4	105,3	18,6	31,7
<i>P. maximum</i>	23,3	105,8	161,9	26,7	37,4
Silase					
<i>P. purpureum</i>	42,9	165,3	200,9	46,1	65,4
<i>P. purpureophoides</i>	26,7	172,0	216,8	48,2	63,2
<i>S. sudanense</i>	36,8	141,8	204,7	42,6	51,1
<i>B. brizantha</i>	34,2	155,6	179,9	40,2	55,5
<i>I. cylindrica</i>	22,7	69,9	114,4	26,6	42,0
<i>P. maximum</i>	45,7	149,8	191,8	38,4	50,9
Pengaruh metode pengawetan (P)					
Hay	32,2	109,2 ^B	156,8 ^B	25,4 ^B	37,2 ^B
Silase	34,8	142,4 ^A	184,7 ^A	40,3 ^A	54,7 ^A
S.E.	2,14	2,97	2,06	0,86	1,09
<i>P</i>	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pengaruh spesies rumput (R)					
<i>P. purpureum</i>	40,0 ^A	147,4 ^{AB}	185,0 ^{AB}	36,4 ^A	52,8 ^A
<i>P. purpureophoides</i>	29,0 ^{AB}	154,3 ^A	195,1 ^A	37,2 ^A	50,3 ^{AB}
<i>S. sudanense</i>	44,4 ^A	137,2 ^{AB}	195,2 ^A	35,4 ^A	44,2 ^{BC}
<i>B. brizantha</i>	28,7 ^{AB}	130,7 ^B	170,9 ^C	32,9 ^A	47,3 ^{AB}
<i>I. cylindrica</i>	22,6 ^B	62,1 ^C	109,9 ^D	22,6 ^B	36,8 ^C
<i>P. maximum</i>	34,5 ^{AB}	127,8 ^B	176,8 ^{BC}	32,5 ^A	44,1 ^{BC}
S.E.	3,72	5,15	3,60	1,48	1,89
<i>P</i>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Interaksi P dengan R					
<i>P</i>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Keterangan: BOT= bahan organik terdegradasi; SE= standar error; superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P<0,01$).

($P<0,01$) dibandingkan spesies rumput lain. Volume gas yang tinggi selama inkubasi 48 jam pada kedua spesies tersebut didukung pula dengan nilai degradasi BK dan BO yang tinggi (Tabel 3). Volume gas CH₄ yang diekspresikan dalam ml/g BK atau mM/g bahan organik ter-

degradasi (BOT) pada rumput yang diawetkan dengan metode silase lebih tinggi ($P<0,01$) dibandingkan metode hay.

Santoso *et al.* (2007) melaporkan bahwa produksi CH₄ pada domba yang diberi pakan basal silase lebih tinggi dibandingkan dengan

Tabel 3. Degradasi nutrisi dan karakteristik fermentasi

Hijauan Rumput	Koef. degradasi (%)			N-NH ₃	VFAT	C2	C3	C4
	BK	BO	NDF	mg/100ml	mM	mM	mM	mM
Hay								
<i>P. purpureum</i>	31,0	33,8	25,4	9,1	52,6	32,4	13,4	6,9
<i>P. purpureophoides</i>	32,7	35,7	28,2	8,3	54,5	33,5	14,6	6,5
<i>S. sudanense</i>	35,3	38,4	30,1	10,0	62,4	39,8	13,1	9,5
<i>B. brizantha</i>	27,7	31,2	22,7	7,1	65,9	45,5	13,7	6,7
<i>I. cylindrica</i>	25,5	27,3	19,0	6,1	58,5	41,1	13,0	4,3
<i>P. maximum</i>	31,1	34,9	22,7	22,7	65,9	45,5	13,7	6,7
Silase								
<i>P. purpureum</i>	32,6	36,2	26,3	16,0	66,4	43,4	15,8	7,3
<i>P. purpureophoides</i>	35,9	39,0	30,1	21,3	68,4	46,5	15,0	6,8
<i>S. sudanense</i>	37,1	41,0	28,9	37,6	70,3	46,6	16,3	7,3
<i>B. brizantha</i>	30,1	34,1	23,0	13,4	63,1	39,6	13,8	9,7
<i>I. cylindrica</i>	26,3	29,8	20,0	11,7	43,9	23,0	13,5	7,4
<i>P. maximum</i>	34,7	37,4	25,2	22,2	56,1	33,9	13,1	9,1
Pengaruh metode pengawetan (P)								
Hay	30,5 ^B	33,5 ^B	25,4	10,6 ^B	59,6	38,9	13,8	7,0 ^b
Silase	32,8 ^A	36,2 ^A	24,3	20,3 ^A	61,3	38,8	14,4	7,9 ^a
S.E.	0,24	0,23	0,39	0,27	0,55	0,31	0,39	0,28
P	<0,01	<0,01	0,85	<0,01	0,05	0,89	0,19	0,03
Pengaruh spesies rumput (R)								
<i>P. purpureum</i>	31,8 ^C	35,0 ^C	29,1 ^A	12,6 ^C	59,5 ^C	37,9 ^{BC}	14,6	7,1 ^{ab}
<i>P. purpureophoides</i>	34,3 ^B	37,3 ^B	26,1 ^B	14,8 ^B	61,4 ^C	40,0 ^B	14,8	6,6 ^{ab}
<i>S. sudanense</i>	36,2 ^A	39,7 ^A	29,6 ^A	23,8 ^A	66,3 ^A	43,2 ^A	14,7	8,4 ^a
<i>B. brizantha</i>	30,6 ^D	34,5 ^D	22,1 ^C	10,3 ^D	64,5 ^{AB}	42,6 ^A	13,7	8,2 ^a
<i>I. cylindrica</i>	25,9 ^E	28,6 ^E	19,5 ^D	8,9 ^D	51,2 ^D	32,1 ^D	13,3	5,8 ^b
<i>P. maximum</i>	32,9 ^{BC}	36,2 ^{BC}	25,7 ^B	22,4 ^A	60,0 ^C	37,4 ^C	14,1	8,5 ^a
S.E.	0,41	0,40	0,39	0,47	0,96	0,53	0,68	0,49
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,57	0,01
Interaksi P dengan R								
P	0,21	0,97	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,17	0,02

Keterangan: VFAT= *volatile fatty acids total*; C2= asam asetat; C3= asam propionat; C4= asam butirat; SE= *standar error*; superskrip huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05); superskrip huruf besar berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01).

yang diberi pakan basal hay. Produksi CH₄ yang tinggi pada perlakuan tersebut berhubungan dengan kuantitas NDF tercerna yang tinggi. Hasil pengujian pada keenam spesies menunjukkan bahwa volume gas CH₄ (mM/g BOT) tertinggi pada rumput *P. purpureum*, sedangkan terendah pada rumput *I. cylindrica*.

Gas CH₄ yang dihasilkan selama inkubasi 48 jam dari kedua rumput tersebut berhubungan dengan nilai degradasi NDF masing-masing rumput. Menurut Estermann *et al.* (2002) dan Santoso *et al.* (2007), terdapat hubungan yang erat antara produksi CH₄ dengan konsumsi NDF serta NDF tercerna. Demikian pula Eun

et al. (2004) menyatakan bahwa produksi gas CH₄ meningkat disebabkan oleh peningkatan NDF terfermentasi.

Rata-rata persentase volume gas CH₄ terhadap volume gas total pada silase dan hay berturut-turut 16,3% dan 21,9%. Getachew *et al.* (2005) melaporkan bahwa rata-rata persentase volume gas CH₄ terhadap volume gas total dari substrat pakan komplit yang terdiri atas hijauan, biji-bijian dan limbah pertanian adalah 16%. Sementara pada penelitian lain, Patra *et al.* (2006) melaporkan rata-rata persentase CH₄ terhadap volume gas total sebesar 20% dengan substrat campuran jerami padi dan konsentrat. Berdasarkan data pada Tabel 2, maka estimasi produksi gas CH₄ dari seekor sapi dengan bobot badan 350 kg yang mengkonsumsi BK silase atau hay rumput sebanyak 3% dari bobot badan masing-masing 262,5 l/hari dan 423,2 l/hari. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian pakan hay rumput dapat menekan produksi gas CH₄ sebesar 37,9% dibandingkan pakan silase rumput.

Rata-rata koefisien degradasi BK dan BO rumput yang diawetkan dengan metode silase lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan dengan metode hay (Tabel 3). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Luginbuhl *et al.* (2000) bahwa BK silase *P. virgatum* L. yang hilang selama inkubasi 48 jam *in vitro* lebih tinggi dibandingkan dengan hay (57,5% vs. 52,9%). Sementara itu Verbič *et al.* (1999) melaporkan bahwa nilai degradasi efektif BO pada rumput yang diawetkan dalam bentuk hay sedikit lebih rendah dibandingkan silase karena penurunan degradasi protein. Berdasarkan keenam spesies rumput yang diawetkan dengan metode hay dan silase, degradasi BO lebih tinggi pada rumput *S. sudanense* ($P < 0,01$) dibandingkan rumput lain. Hal tersebut diduga berhubungan dengan kandungan PK yang tinggi. Sementara degradasi BO terendah pada *I. cylindrica* dapat disebabkan kandungan NDF yang tinggi. Degradasi NDF pada rumput yang diawetkan dengan metode hay cenderung lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan silase. Menurut Udén (1984) dan Huhtanen

& Jaakkola (1993), laju pencernaan (rate of digestion) NDF lebih tinggi pada hay rumput dibanding silase rumput (9%/jam vs. 7%/jam). Dijelaskan pula bahwa selama ensilase terjadi hidrolisis fraksi serat seperti NDF dan hemiselulosa sehingga menurunkan nilai potensi degradasi kedua fraksi tersebut.

Konsentrasi N-NH₃ pada silase rumput lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan pada hay rumput. Konsentrasi yang tinggi pada silase disebabkan protein pada silase bersifat lebih *soluble* dibandingkan dengan hay. Sebagaimana dilaporkan oleh Santoso *et al.* (2007), kandungan PK *soluble* pada silase rumput timothy lebih tinggi dibandingkan hay rumput timothy yaitu 51,2% vs. 20,5%. Menurut Ohshima & McDonald (1978), selama ensilase terjadi pemecahan protein menjadi peptida dan asam amino bebas yang dilakukan enzim tanaman. Sementara itu perombakan asam amino menjadi amonia dan senyawa NPN lainnya dilakukan oleh Clostridia proteolitik.

Diantara enam spesies rumput yang digunakan, konsentrasi N-NH₃ tertinggi pada rumput *S. sudanense*, sedangkan terendah pada rumput *I. cylindrica*. Hasil tersebut didukung oleh nilai degradasi BO rumput *S. sudanense* dan *I. cylindrica* berturut-turut 39,6% dan 28,4%. Konsentrasi asam butirat pada rumput yang diawetkan dengan metode silase lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan hay. Konsentrasi VFA total dan asam asetat tertinggi pada rumput *S. sudanense* dan terendah pada rumput *I. cylindrica*. Konsentrasi VFA total pada kedua rumput tersebut didukung dengan volume gas selama inkubasi 48 jam. Menurut Getachew *et al.* (2004), konsentrasi VFA total berkorelasi positif dengan volume gas selama inkubasi 24 jam. Interaksi antara metode pengawetan rumput dan spesies rumput menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) pada konsentrasi asam butirat, dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) pada konsentrasi N-NH₃, VFA total dan asam asetat.

Hubungan antara komposisi kimia rumput, degradasi nutrien dengan volume gas dan CH₄ selama inkubasi 48 jam terdapat pada

Tabel 4. Koefisien korelasi (r) antara komposisi kimia rumput, degradasi nutrisi dengan volume gas dan CH_4

	PK	NDF	NFC	DBK	DBO	DNDF
Gas 48 jam (ml/g BK)	0,34	-0,84**	0,51*	0,90**	0,93**	0,84**
CH_4 48 jam (ml/g BK)	0,22	-0,64**	0,64**	0,66**	0,70**	0,51*

Keterangan: NFC= *nonfiber carbohydrate*; DBK= degradasi BK; DBO= degradasi BO; DNDF= degradasi NDF;
 *= $P < 0,05$; **= $P < 0,01$.

Tabel 4. Kandungan PK rumput mempunyai korelasi positif yang rendah terhadap volume gas dan CH_4 pada inkubasi 48 jam. Nilai r yang rendah pada variabel tersebut disebabkan komponen PK mempunyai kontribusi yang kecil terhadap produksi gas, sebagaimana dikemukakan oleh Getachew *et al.* (2004). Hasil ini konsisten dengan penelitian yang menggunakan substrat tumbuhan tropik sebagaimana dilaporkan oleh Ndlovu & Nherera (1997) dan Larbi *et al.* (1998). Namun demikian kontradiksi dengan Getachew *et al.* (2004) yang melaporkan bahwa terdapat korelasi negatif antara kandungan PK dengan produksi gas *in vitro*.

Volume gas dan CH_4 pada inkubasi 48 jam berkorelasi negatif dengan kandungan NDF rumput. Hasil ini relevan dengan hasil penelitian *in vitro* yang dilaporkan oleh Ndlovu & Nherera (1997); Larbi *et al.* (1998) dan Getachew *et al.* (2004). Koefisien korelasi antara kandungan NDF dengan volume gas adalah -0,84, sementara Ndlovu & Nherera (1997); Larbi *et al.* (1998) dan Getachew *et al.* (2004) melaporkan nilai r pada kedua variabel tersebut berturut-turut -0,48; -0,63 dan -0,24. Lebih lanjut, Ndlovu & Nherera (1997) menyatakan bahwa fraksi serat merupakan faktor pembatas fermentasi *in vitro*.

Kandungan NFC pada rumput mempunyai korelasi positif dengan volume gas ($r = 0,51$; $P = 0,01$) dan volume CH_4 ($r = 0,64$; $P = 0,0007$). Koefisien korelasi yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil yang dilaporkan oleh Getachew *et al.* (2004) yaitu 0,80 dan 0,81. Koefisien degradasi BK, BO dan NDF mempunyai korelasi

positif yang tinggi dengan volume gas dan CH_4 . Namun demikian, koefisien korelasi (r) antara degradasi NDF dengan volume CH_4 yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan nilai r yang dilaporkan oleh Santoso *et al.* (2007). Menurut Larbi *et al.* (1998), volume gas *in vitro* berkorelasi positif dengan degradasi BK *in situ*, namun nilai r yang diperoleh rendah yaitu 0,22.

KESIMPULAN

Volume gas pada inkubasi 24 dan 48 jam, serta volume CH_4 dipengaruhi oleh metode pengawetan dan spesies rumput. Pengawetan rumput dengan metode hay menghasilkan gas CH_4 yang lebih rendah dibandingkan pengawetan dengan metode silase. Volume gas CH_4 (mM/g BOT) tertinggi dihasilkan dari rumput *P. purpureum* dan terendah dari rumput *I. cylindrica*. Degradasi BK, BO dan konsentrasi N-NH_3 pada metode pengawetan silase lebih tinggi dibandingkan dengan hay. Kandungan NFC rumput, koefisien degradasi BK dan BO berkorelasi positif dengan volume CH_4 , sedangkan kandungan NDF berkorelasi negatif. Hay *S. sudanense* dapat direkomendasikan sebagai pakan tunggal ternak ruminansia yang ramah lingkungan karena kualitas nutrisi dan degradasi nutrisi lebih baik dibandingkan rumput lain serta gas CH_4 yang dihasilkan relatif rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,

Departemen Pendidikan Nasional yang telah menyediakan dana melalui program Penelitian Fundamental No. 055/SP2H/PP/DP2M/III/2007.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist)**. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, USA.
- Chaney, A.L. & E.P. Marbach**. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.* 8:130–132.
- Doane, P.H., A.N. Pell & P. Schofield**. 1997. The effect of preservation method on the neutral detergent soluble fraction of forages. *J. Anim. Sci.* 75:1140–1148.
- Estermann, B.L., F. Sutter, P.O. Schlegel, D. Erdin, H.R. Wettstein & M. Kreuzer**. 2002. Effect of calf age and dam breed on intake, energy expenditure, and excretion of nitrogen, phosphorus, and methane of beef cows with calves. *J. Anim. Sci.* 80: 1124–1134.
- Eun, J-S, V. Fellner & M.L. Gumpertz**. 2004. Methane production by mixed ruminal cultures incubated in dual-flow fermenters. *J. Dairy Sci.* 87:112–121.
- Getachew, G., P.H. Robinson, E.J. DePeters & S.J. Taylor**. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 111:57–71.
- Getachew, G., P. Robinson, E.J. DePeters, S.J. Taylor, D.D. Gisi, G.E. Higginbotham & T. J. Riodan**. 2005. Methane production from commercial dairy ration estimated using an *in vitro* gas technique. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 123-124:391–402.
- Givens, D.I. & H. Rulquin**. 2004. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 114:1–18.
- Huhtanen, P. & S. Jaakkola**. 1993. The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on digestion of cell wall carbohydrates and rumen digesta pool size in cattle. *Grass and Forage Sci.* 48:155–165.
- Johnson, K.A. & D.E. Johnson**. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73: 2483–2492.
- Kearl, L.C.** 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International Feedstuffs Institute, Utah State University, USA.
- Kurihara, M, T. Magner, R.A. Hunter & G.J. McCrabb**. 1999. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *Br. J. Nutr.* 81:227–234.
- Larbi, A., J.W. Smith, I.O. Kurdi, A.M. Raji & D.O. Ladipo**. 1998. Chemical composition, rumen degradation, and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 72:81–96.
- Luginbuhl, J.M., K.R. Pond, J.C. Burns & D.S. Fisher**. 2000. Intake and chewing behavior of steers consuming switchgrass preserves as hay and silage. *J. Anim. Sci.* 78:1983–1989.
- Menke, K.H. & H. Steingass**. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.* 28:7–55.
- Ndlovu, L.R. & F.V. Nherera**. 1997. Chemical composition and relationship to *in vitro* gas production of Zimbabwean browsable indigenous tree species. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 69:121–129.
- Ohshima, M. & P. McDonald**. 1978. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *J. Sci. Food and Agric.* 29:497–505.
- Patra, A. K., D.N. Kamra, & N. Agarwal**. 2006. Effect of plant extracts on *in vitro* methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 128: 276–291.
- Santoso, B. & B.Tj. Hariadi**. 2007. Pengaruh suplementasi *Acacia mangium* Willd pada *Pennisetum purpureum* terhadap karakteristik fermentasi dan produksi gas metana *in vitro*. *Media Pet.* 30:106–113.
- Santoso, B., B. Mwenya, C. Sar & J. Takahashi**. 2007. Methane production and energy partition in sheep fed timothy silage- or hay-based diets. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 12:27-33.
- Tilley, J.M.A. & R.A. Terry**. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104–111.
- Udén, P.** 1984. Digestibility and digesta retention in dairy cows receiving hay or silage at varying concentrate levels. *Anim. Feed Sci. Technol.* 11:279–291.
- Van Soest, P.J.** 1994. Nutritional Ecology of The Ruminant. 2nd ed. Comstock Publishing

- Associates a Division of Cornell University Press, Ithaca and London. p. 476.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson & B.A. Lewis.** 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Verbič, J., E.R. Ørskov, Žgajnar, X.B. Chen & V. Žnidaršič-Pongrac.** 1999. The effect of method of forage preservation on protein degradability and microbial protein synthesis in the rumen. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 82:195–212.