

PRODUK FERMENTASI DAN PRODUKSI GAS SECARA *IN-VITRO* DARI RANSUM YANG MENGANDUNG DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*, LAMM)

Eko Marhaeniyanto dan Sri Susanti

Fakultas Peternakan, Universitas Tribhuvana Tungadewi

Jl. Telaga Warna Blok C Tlogomas Malang 65144

Telp (0341)565500, fax (0341)565522, e-mail : ekohaen03@yahoo.com

Abstract

This research was designed to find out the best composition between *Moringa oleifera* and other concentrate material as a supplier of protein *by-pass* and contain of secondary compounds tannin. Four kinds of concentrate consisted of various levels of *Moringa oleifera* leaf, *Samanea saman* leaf, Coconut cake and Onggok. These concentrate would combined with three of feeding forages proportion namely straw *Zea mays*. The feed digestibility in vitro and gas production in incubation of 48 hours showed that there were highly significant differences ($P < 0.01$) between each treatment, which highest value was the addition without *Moringa oleifera* leaf and *Samanea saman* leaf. The enhanced levels of *Moringa oleifera* leaf is lower digestibility. Levels of N-NH₃ rumen fluid for 4, 12 and 24 hours decreased with the increasing levels of use of *Moringa oleifera* leaf. There were positive response on feeding supplements based *Moringa oleifera* leaf due to supply sufficient nutrients for rumen microbes. Based on crude protein 36.55% content of *Moringa oleifera* could be developed as feed supplement. It could be conclude that the utilization of concentrate feed (*Moringa oleifera* leaf of 30% : *Samanea saman* leaf of 10%: coconut cake of 45%: onggok of 15%) with the proportion of 50% forage : concentrate of 50%, potentially as a alternative supplements source for ruminants in Indonesia.

Key words: supplementation, leaf of moringa, rumen fermentation, in-vitro

Pendahuluan

Upaya manipulasi proses fermentasi di rumen dilakukan dengan tujuan meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. Hasil utama proses fermentasi di rumen adalah *Volatile Fatty Acid* (VFA), amonia (NH₃), protein mikroba serta gas metana (CH₄) dan CO₂. Total emisi gas CH₄ hasil fermentasi pakan pada ternak sapi, kerbau, domba dan kambing diperkirakan 72 juta ton pada tahun 2004 dan berkontribusi terhadap pencemaran CH₄ di atmosfer sebesar 17-30% (Iqbal, *et al.*, 2008). Upaya mengontrol produksi CH₄ dengan pemberian antibiotik, hormon pertumbuhan dan bahan kimia menyebabkan residu dalam produk serta efek toksik pada ternak, sehingga tidak

direkomendasikan untuk digunakan (Gworgwor, *et al.*, 2006).

Alternatif untuk menekan produksi gas CH₄ telah dilakukan dengan menggunakan bahan aditif alami dari beberapa tanaman leguminosa yang mengandung senyawa sekunder tannin maupun saponin. Cheeke (2000); McSweeney *et al.*, (2001); Wallace *et al.* (2002) dan Makkar (2003) melaporkan tentang keberadaan *condensed tannin* (CT) pada sejumlah tanaman pakan ternak mempunyai sifat mengikat protein sehingga dianggap menguntungkan karena mampu melindungi protein pakan dari proses degradasi yang berlebihan di dalam rumen dan pada akhirnya jumlah protein yang siap diserap di usus halus meningkat. Laporan lain menyebutkan bahwa senyawa saponin bersifat toksik

terhadap protozoa dan bakteri dalam rumen ((Leng *et al.* (1992); Takahashi *et al.* (2000); Santoso (2005); Santoso *et al.* (2007); Santoso dan Hariadi (2007)).

Kelor (*Moringa oleifera*, Lam) memiliki potensi sebagai sumber galactogogues yaitu senyawa yang mampu memacu produksi susu dan telah terbukti pada manusia (Sambou, 2001) karena memiliki 26 macam antioksidan serta mengandung asam amino esensial lengkap dengan komposisi ideal menurut standar gizi dari FAO (Makkar dan Becker, 1996). Manfaat penambahan daun kelor di dalam pakan ternak sapi perah laktasi menunjukkan bahwa dengan pemberian sebanyak 25% di dalam molasses blok (sekitar 100 g/ekor/hari) mampu meningkatkan produksi susu 4% FCM dari 9.80 kg/ekor/hari menjadi 10.64 kg/ekor/hari. Hasil penelitian Marhaeniyanto *et al.*, (2010) bahwa suplementasi urea molasses blok berbasis daun kelor meningkatkan konsumsi pakan BK sebesar 18% dan pertambahan bobot badan kambing hingga 100 gram/ekor/hari ($P < 0,01$). Melalui pendekatan penelitian *in-vitro*, penambahan daun kelor terbukti mampu meningkatkan sintesis protein mikroba secara nyata (Soetanto dan Firsoni, 2008) sehingga diduga merupakan faktor pendukung peningkatan produksi susu sapi perah. Laporan Murro *et al.*, (2003) pada ternak kambing juga menunjukkan bahwa daun kelor menggantikan bungkil kapas dan menghasilkan pertambahan bobot badan 20% lebih tinggi jika dibandingkan dengan pakan kontrol. Namun demikian publikasi pemanfaatan daun kelor untuk ternak di Indonesia masih sangat terbatas (Sarwatt *et al.*, 2004; Soetanto dan Firsoni, 2008).

Penelitian ini bertujuan menentukan komposisi terbaik suplementasi daun tanaman sebagai bahan penyusun konsentrat dalam pakan untuk menghasilkan proses fermentasi dengan

produksi gas CH_4 rendah. Daun trembesi dipilih karena kandungan protein dan CT tinggi serta menghasilkan gas CH_4 rendah, sedangkan daun kelor dipilih karena kandungan protein tinggi dan menghasilkan gas CH_4 rendah. Bahan untuk menyusun konsentrat terdiri dari tepung daun kelor (DK), daun trembesi (DT), ditambah bungkil kelapa (CM), dan onggok (O).

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan UB. Daun kelor dan trembesi yang diperoleh dari daerah sekitar kecamatan Dau Malang. Analisis komposisi kimia meliputi analisis proksimat AOAC (1990), *neutral detergent fiber* (NDF), dan *acid detergent fiber* (ADF), total phenol, total tannin, *condensed tannin* dan total saponin. Penelitian proses fermentasi secara *in-vitro* dengan menggunakan teknik yang dikembangkan oleh Makkar *et al.* (1997). Untuk analisis *in-vitro* digunakan cairan rumen yang diambil dari satu ekor sapi perah betina berfistula rumen, yang diberi pakan tebon jagung (*Zea mays* dengan PK 7.93%) sebanyak 10-12 kg ekor⁻¹ pada pagi hari dan 10-13 kg ekor⁻¹ pada sore hari, dengan tambahan konsentrat (Susu PAP dengan PK 16%) pada pagi dan sore hari masing-masing sebanyak 2,5 kg ekor⁻¹. Air minum diberikan *ad-libitum*.

Penelitian menggunakan materi formulasi kombinasi daun tanaman kelor, daun tanaman trembesi dengan bahan konsentrat bungkil kelapa dan gamblong dilakukan dengan percobaan faktorial terdiri dari 4 macam konsentrat x 3 proporsi pemberian hijauan yang dirancang dalam rancangan acak kelompok (RAK). Faktor pertama adalah konsentrat terdiri dari daun kelor (DK), daun trembesi (DT), bungkil kelapa (BK) dan onggok (O) dengan proporsi berbeda, yaitu: **A**= DK 0%: DT 0%; CM 85% : O 15%; **B**= DK 10%: DT 10% :

CM 65% : O 15%; **C**= DK 20%: DT 10% : CM 55% : O 15%; **D**= DK 30%: DT 10%: CM 45% : O 15%; yang diberikan dalam proporsi dengan hijauan jagung (*Zea mays*) (H) dengan konsentrat A, B, C, D (K) sebagai berikut : **P1** = H 70% : K 30%; **P2** = H 60% : K 40%; dan **P3** = H 50% : K 50%. Masing-masing perlakuan kombinasi diulang 3 kali. Variabel yang diukur: (a). Degradasi BK (DBK), Degradasi BO (DBO), (b). Produksi gas yang dihasilkan pada inkubasi 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24 dan 48 jam, (c). pH dan Konsentrasi N-NH₃ media inkubasi diukur pada 4, 12 dan 24 jam.

Hasil dan Pembahasan

Nilai nutrien dan nutrisi daun kelor dan daun trembesi

Berdasarkan hasil analisis komposisi kimia pada Tabel 1. kandungan PK yang tinggi (>18%) pada daun kelor dan trembesi berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan suplemen dalam meningkatkan kualitas ransum pada ternak ruminansia. Komponen nutrien suatu bahan pakan yang memiliki nilai ekonomi paling tinggi adalah PK. Bahan pakan sumber protein relatif lebih mahal karena umumnya bahan pakan tersebut memiliki daya cerna tinggi dan SK yang rendah. Tabel 1. 2 dan 3 menyajikan data tentang daun tanaman kelor dan trembesi dari hasil penelitian pengujian secara *in-vitro*.

Daun kelor dan daun trembesi berpotensi digunakan sebagai bahan pakan pemasok sumber protein. Hasil pengukuran terhadap jumlah protozoa (10⁴ sel ml⁻¹ cairan rumen), nilai N-NH₃ pada waktu pengamatan 4, 12 dan 24 jam yang berbeda sangat nyata (P<0,01) antara daun tanaman kelor dan trembesi terhadap pola fermentasi pakan di dalam rumen secara *in-vitro*. Hal ini diduga semakin tinggi kandungan senyawa CT

pada daun semakin rendah produksi gas (P<0,01).

Berdasarkan pengujian secara *in-vitro*, daun kelor cepat terdegradasi di dalam rumen. Untuk menyusun konsentrat perlu ditambahkan sumber protein lain seperti bungkil kelapa dan daun trembesi, serta bahan sumber energi yaitu onggok. Kandungan protein kasar (PK) dan adanya senyawa tannin dalam daun trembesi diharapkan mampu melindungi protein pakan dari proses degradasi yang berlebihan di dalam rumen.

Hasil analisis proksimat kandungan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK) dan serat kasar (SK) dari perlakuan kombinasi disajikan pada Tabel 4.

Memperhatikan kandungan nutrien pada Tabel 4. tampak bahwa penggunaan D_K (sebanyak 10%, 20% dan 30%) dan D_T (sebanyak 10%) dalam konsentrat mengakibatkan kadar protein pakan perlakuan meningkat mulai dari 9,40% sampai 12,0%. Peningkatan penggunaan konsentrat (K) dari 30%, 40% hingga 50% dalam pakan (P1 = H 70% : K 30%; P2 = H 60% : K 40%; dan P3 = H 50% : K 50%.) mengakibatkan kandungan PK pakan meningkat.

Produk Fermentasi secara *In vitro*

Nilai degradasi BK dan degradasi BO dari ransum perlakuan kombinasi secara *in-vitro* inkubasi 48 jam pada Tabel 5. menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (P<0,01). Ransum perlakuan kombinasi memiliki nilai degradasi yang tinggi yaitu lebih dari 55% (Preston dan Leng, 1987).

Tabel 1. Kandungan BK, BO, PK, SK, LK, BETN, NDF, ADF, TP, TT dan CT dari daun tanaman kelor dan trembesi

Nama daun tanaman	BK ¹	BO ¹	PK ¹	SK ¹	LK ¹	BETN ¹	NDF ¹	ADF ¹	TP ²	TT ²	CT ²	TS ²
	%	 % BK							%	%	%	%
Kelor (<i>Moringa oleifera</i> , Lamm)	18,43	87,05	36,55	10,82	5,79	24,11	16,11	12,70	8,37	3,39	0,19	5,89
Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	21,26	96,24	23,26	37,94	5,41	29,63	52,27	43,14	26,77	20,42	3,47	3,98

Keterangan : BK = bahan kering, BO = bahan organik, PK = protein kasar, SK = serat kasar, LK = lemak kasar, BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen, NDF = Neutral detergent fibre, ADF= Acid detergent fibre, TP = total phenol (Asam tanic equivalent), TT = total tannin (leucocyanidin equivalent), CT = condensed tannin, TS = total saponin, pemotongan tanaman pada bulan Juli 2010.

¹⁾ Berdasarkan 100% BK, dianalisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Barwijaya Juli 2010,

²⁾ Dianalisis di Laboratorium Balai Penelitian Ternak Ciawi, Oktober 2010.

Tabel 2. Degradasi BK, degradasi BO, TDN, biomasa mikroba, *apparent digestibility* dan *true digestibility* secara in-vitro dengan masa inkubasi 48 jam dari daun tanaman kelor dan trembesi

Nama daun tanaman	Degradasi BK (%)	Degradasi BO (%)	Biomasa mikroba (mg/0,5gBK)	<i>Apparent digestibility</i> (mg/0,5gBK)	<i>True digestibility</i> (mg/0,5gBK)
Kelor (<i>Moringa oleifera</i> , Lamm)	68,3±1,81	76,87 ±2,30	114±8,75	275±4,99	389±6,12
Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	27,7 ±4,55	28,26 ±4,29	62,1±15,9	119±6,27	180±9,30

Keterangan : TDN = total digestible nutrient

Tabel 3. Jumlah protozoa (10^4 sel ml^{-1} cairan rumen), nilai NH_3 pada waktu pengamatan 4, 12 dan 24 jam dari daun tanaman kelor dan trembesi secara in-vitro.

Nama daun tanaman	Jumlah Protozoa (10^4 sel ml^{-1} cairan rumen)			NH_3 (mg 100^{-1} ml)		
	4 jam	12 jam	24 jam	4 jam	12 jam	24 jam
Kelor (<i>Moringa oleifera</i> , Lamm)	3,33±1,31	2,93±1,06	3,07±0,87	13,26±0,42	13,39±0,37	13,63±0,58
Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	2,93±0,87	2,53±0,94	2,93±0,63	8,23±0,19	6,09±0,30	8,32±0,31

Tabel 4. Kandungan BK, BO, PK dan SK dari bahan pakan dan pakan perlakuan

Nama sampel	BK (%)	BO* (%)	PK* (%)	SK* (%)
Daun kelor	18,43	87,05	36,55	10,82
Daun trembesi	41,26	96,24	23,26	37,94
Jagung	18,44	92,48	7,93	26,43
Onggok	46,68	98,45	3,34	11,62
Bungkil kelapa	86,70	92,14	21,79	13,29
AP1 = A30%:H70%	91,10	92,15	9,41	20,02
AP2 = A40%:H60%	90,39	92,30	10,22	18,59
AP3 = A50%:H50%	89,97	92,92	10,70	17,16
BP1 = B30%:H70%	88,01	92,31	9,91	20,51
BP2 = B40%:H60%	87,76	93,08	10,67	19,25
BP3 = B50%:H50%	89,67	92,66	11,39	17,99
CP1 = C30%:H70%	90,42	92,02	9,91	20,76
CP2 = C40%:H60%	89,14	92,65	10,93	19,58
CP3 = C50%:H50%	89,97	92,35	11,63	18,40
DP1 = D30%:H70%	91,09	92,04	10,17	21,01
DP2 = D40%:H60%	90,78	92,13	11,04	19,91
DP3 = D50%:H50%	90,33	92,09	12,06	18,82

Keterangan: *) Berdasarkan 100% BK . BK = bahan kering, BO = bahan organik, PK = protein kasar, SK = serat kasar, daun kelor (DK), daun trembesi (DT), bungkil kelapa (CM) dan onggok (O) dengan proporsi berbeda, yaitu: **A**= DK 0%: DT 0%; CM 85% : O 15%; **B**= DK 10%: DT 10% : CM 65% :O 15%; **C**= DK 20%: DT 10% : CM 55% :O 15%; **D**= DK 30%: DT 10%: CM 45% : O 15%; yang diberikan dalam proporsi dengan hijauan jagung (*Zea mays*) (H) dengan konsentrat A, B, C, D (K) sebagai berikut : **P1** = H 70% : K 30%; **P2** = H 60% : K 40%; dan **P3** = H 50% : K 50%. Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Pakan perlakuan tanpa D_K dan D_T (AP1, AP2 dan AP3) menghasilkan nilai degradasi BK dan BO lebih tinggi dibandingkan pakan dengan suplementasi D_K dan D_T sebagai bahan penyusun konsentrat. Hal ini disebabkan pakan tanpa D_K dan D_T merupakan formulasi pakan yang lebih mudah didegradasi oleh mikroba rumen. Pada awal inkubasi mikroba rumen mendegradasi bahan yang mudah terdegradasi sehingga laju degradasinya tinggi. Degradasi BK dan BO digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas pakan karena nilai degradasi menunjukkan banyaknya zat makanan dalam bahan pakan yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba rumen serta manfaat yang diberikan pada ternak.

Pakan DP3 (K50% : H 50%) yaitu pakan dengan suplementasi D_K 30%

dan D_T 10% dalam konsentrat dan proporsi konsentrat 50% ternyata menghasilkan nilai degradasi lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pakan DP3 relatif lebih sulit didegradasi diduga akibat keberadaan tanin dalam daun. Keberadaan tanin berdampak positif jika ditambahkan pada pakan kaya protein karena protein yang berkualitas tinggi dapat terlindungi oleh tanin dari degradasi mikroorganisme rumen pada kondisi pH netral, sehingga diharapkan dapat lebih tersedia pada saluran pencernaan pasca rumen. Pada pH rendah di abomasum kompleks ikatan tanin-protein dapat lepas dan protein dapat dicerna oleh enzim pepsin sehingga asam amino yang dikandung tersedia bagi ternak.

Tabel 5. Nilai degradasi BK (%) dan degradasi BO (%) dari ransum perlakuan kombinasi secara *in-vitro* inkubasi 48 jam

Ransum perlakuan kombinasi	Inkubasi 48 jam	
	Nilai degradasi BK (%)	Nilai degradasi BO (%)
AP1 = A30% : H 70%	75,1 ^d ±0,42	78,4 ^g ±1,34
AP2 = A40% : H 60%	72,9 ^d ±0,79	76,3 ^{efg} ±0,53
AP3 = A50% : H 50%	72,9 ^d ±1,61	76,7 ^{fg} ±1,12
BP1 = B30% : H 70%	66,6 ^{ab} ±1,39	70,5 ^{abc} ±1,81
BP2 = B40% : H 60%	67,3 ^{ab} ±0,75	72,4 ^{bcd} ±1,32
BP3 = B50% : H 50%	69,8 ^c ±2,08	73,7 ^{bcd} ±2,39
CP1 = C30% : H 70%	66,2 ^a ±1,11	71,4 ^{abcd} ±1,59
CP2 = C40% : H 60%	65,4 ^a ±1,06	68,4 ^a ±1,33
CP3 = C50% : H 50%	69,4 ^a ±1,08	73,3 ^{cde} ±1,17
DP1 = D30% : H 70%	64,7 ^a ±1,52	68,5 ^a ±1,32
DP2 = D40% : H 60%	64,3 ^a ±0,76	69,5 ^{ab} ±1,65
DP3 = D50% : H 50%	66,4 ^a ±0,45	70,4 ^{abc} ±1,03

Keterangan: daun kelor (DK), daun trembesi (DT), bungkil kelapa (CM) dan onggok (O) dengan proporsi berbeda, yaitu: **A**= DK 0%: DT 0%; CM 85% : O 15%; **B**= DK 10%: DT 10% : CM 65% :O 15%; **C**= DK 20%: DT 10% : CM 55% :O 15%; **D**= DK 30%: DT 10%: CM 45% : O 15%; yang diberikan dalam proporsi dengan hijauan jagung (*Zea mays*) (H) dengan konsentrat A, B, C, D (K) sebagai berikut : **P1** = H 70% : K 30%; **P2** = H 60% : K 40%; dan **P3** = H 50% : K 50%. Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. ^{a-b} : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama untuk setiap variabel menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$).

Rataan pH cairan rumen yang diambil pada jam 06.00 wib sebelum diinkubasikan adalah 6,93. Nilai pH menunjukkan kecenderungan lebih rendah $6,67 \pm 0,2$ walaupun secara statistik tidak berbeda ($P > 0,05$). Kecenderungan penurunan pH dalam fermentor dengan substrat daun tanaman pohon merupakan indikasi proses berjalan dengan baik. Semakin optimal dihasilkan VFA maka pH cairan rumen akan cenderung asam. Berjalannya proses fermentasi oleh mikroba rumen, maka akan terjadi degradasi partikel pakan dari bentuk kompleks menjadi lebih sederhana.

Kecukupan NH_3 dalam rumen untuk memasok sebagian besar N untuk pertumbuhan mikroba merupakan prioritas utama dalam mengoptimalkan fermentasi hijauan. Kadar NH_3 untuk pertumbuhan optimal mikroba yaitu minimal berkisar antara 5-8 mg/100ml

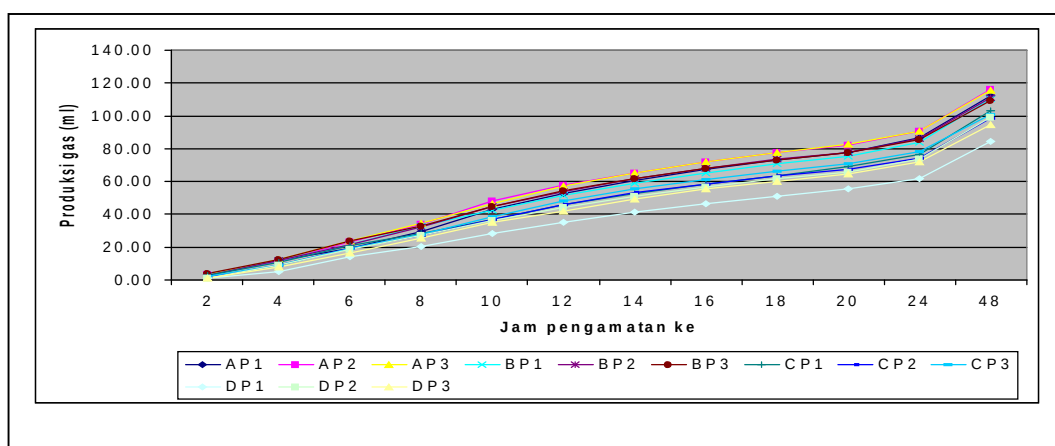
cairan rumen. Hasil analisis kadar NH_3 dari fermentasi ransum kombinasi menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$). Secara umum kadar NH_3 dalam cairan rumen tinggi setelah inkubasi 4 jam, dan semakin menurun pada inkubasi 24 jam. Perlakuan kombinasi DP3 menunjukkan kadar NH_3 tertinggi pada inkubasi 24 jam, hal ini menunjukkan proporsi hijauan 50% : konsentrat 50% pada ransum D mampu mengindikasikan pertumbuhan mikroba yang optimal. Walaupun kadar NH_3 pada perlakuan DP3 tertinggi pada inkubasi 24 jam, ternyata adanya senyawa sekunder pada daun kelor dan trembesi menyebabkan pakan konsentrat sumber protein lebih terlindung dari degradasi mikroba di dalam rumen. Hal ini ditunjukkan perlakuan DP3 dengan nilai degradasi BK dan degradasi BO pada inkubasi 48 jam yang lebih rendah (Tabel 5.).

Produksi Gas

Produksi gas merupakan hasil proses fermentasi yang terjadi di dalam rumen. Banyaknya produksi gas merupakan cerminan dari jumlah substrat yang terfermentasi dan dapat menggambarkan banyaknya BO dapat dicerna oleh mikroba rumen. Produksi gas berkaitan sangat erat dengan produksi VFA, semakin banyak BO pakan diubah menjadi VFA maka produksi gas juga semakin banyak (Makkar *et al.*, 1995). Produksi gas *in-vitro* per 0,5 gram BK pada berbagai waktu inkubasi untuk masing-masing pakan perlakuan disajikan pada Gambar 1.

Pakan perlakuan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap produksi gas. Produksi gas tertinggi selama waktu

inkubasi 48 jam sebanyak 116 ml/0,5gBK dihasilkan oleh pakan AP3. Hal ini dapat dijelaskan karena pakan AP3 tanpa D_K dan D_T sedangkan bungkil kelapa dan onggok mudah didegradasi sehingga produksi gas yang dihasilkan tinggi. Perlakuan AP3 merupakan pakan yang mudah terdegradasi dalam rumen. Produksi gas terendah dihasilkan oleh pakan DP1 dan DP3. Produksi gas rendah mengindikasikan bahwa degradasi BO oleh mikroba lebih sedikit. Proporsi D_K 30% dan D_T 10% di dalam pakan DP3 menghasilkan produksi gas, degradasi BK dan degradasi BO yang rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Makkar *et al.*, (1995) bahwa tinggi atau rendahnya produksi gas bergantung pada jumlah substrat yang terdegradasi.



Gambar 1. Produksi Gas (ml g^{-1} BK) berbagai kombinasi ransum pada beberapa waktu inkubasi.

Kinetika produksi gas 48 jam, konstanta $a+b$ dan c dari pakan perlakuan inkubasi 48 jam disajikan pada Tabel 6. Produksi gas maksimum ($a+b$) tertinggi pada perlakuan AP3 sementara perlakuan DP1 dan DP3 menghasilkan gas relatif sedikit, baik pada waktu inkubasi 48 jam maupun produksi gas maksimumnya. Semua perlakuan pada

waktu inkubasi 48 jam menghasilkan produksi gas lebih dari 85% produksi maksimumnya. Hal ini menunjukkan bahwa bertambahnya waktu inkubasi menghasilkan laju produksi gas semakin berkurang akibat jumlah substrat yang dapat difermentasi juga semakin berkurang (Jayanegara *and* Sofyan, 2008).

Tabel 6. Produksi gas total, nilai a+b, nilai c dari pakan perlakuan inkubasi 48 jam

Ransum perlakuan kombinasi	Gas total (ml/0,5gBK)	Nilai a+b (ml/0,5gBK)	Nilai c (ml/jam)
AP1 = A30%:H70%	113 ^e ± 5,68	129 ^d ± 6,94	0,047 ^{bcd}
AP2 = A40%:H60%	116 ^e ± 3,12	130 ^d ± 5,55	0,052 ^e
AP3 = A50%:H50%	116 ^e ± 0,66	130 ^d ± 3,92	0,052 ^e
BP1 = B30%:H70%	110 ^{de} ± 3,36	126 ^d ± 3,52	0,047 ^{bcd}
BP2 = B40%:H60%	111 ^{de} ± 1,84	125 ^d ± 3,97	0,050 ^{de}
BP3 = B50%:H50%	109 ^{de} ± 3,26	122 ^{cd} ± 4,76	0,052 ^e
CP1 = C30%:H70%	103 ^{cd} ± 4,00	121 ^{cd} ± 5,42	0,043 ^{ab}
CP2 = C40%:H60%	98,8 ^{bc} ± 3,40	113 ^{bc} ± 5,04	0,047 ^{bcd}
CP3 = C50%:H50%	101 ^{bc} ± 2,31	115 ^{bc} ± 3,08	0,049 ^{de}
DP1 = D30%:H70%	84,6 ^a ± 4,63	102 ^a ± 6,35	0,040 ^a
DP2 = D40%:H60%	99,1 ^{bc} ± 1,38	115 ^{bc} ± 1,75	0,044 ^{abc}
DP3 = D50%:H50%	94,8 ^b ± 4,05	110 ^{ab} ± 4,39	0,045 ^{abcd}

Keterangan: *) a= gas setelah inkubasi selama 48 jam; a+b=produksi gas maksimum pada t mendekati tak hingga (asimtot); c=laju produksi gas kumulatif. ^{a-c}: Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata (P<0,01).

Prospek pengembangan tanaman kelor

Respon positif terhadap pemberian pakan suplemen berbasis daun kelor ini dimungkinkan karena adanya pasok nutrisi yang diperlukan oleh mikroba rumen yang pada akhirnya diperlukan pula oleh ternak sehingga serapan nutrisi dapat digunakan lebih baik untuk keperluan produksi. Perkiraan rata-rata pakan suplemen yang dikonsumsi perhari sebanyak 20% dari konsumsi bahan kering, maka supaya dapat dicukupi oleh peternak sendiri, setiap ekor kambing diperlukan antara 30-60 pohon kelor yang dapat ditanam di sekeliling pekarangan atau di pematang sawah/tegalan. Tanaman kelor (*Moringa oleifera*, Lamm) merupakan tanaman tahunan yang memiliki kandungan asam amino esensial seimbang (Makkar dan Bekker, 1996), serta mudah untuk dibudidayakan pada ketinggian tempat maupun jenis tanah di daerah beriklim tropis. Kandungan asam amino daun kelor yang seimbang merupakan sumber protein harapan di masa depan untuk digunakan sebagai pakan suplemen ternak ruminansia.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian secara *in-vitro* dapat disimpulkan bahwa penggunaan pakan konsentrat (daun kelor 30% : daun trembesi 10% : bungkil kelapa 45% : gamblong 15%) dengan proporsi pemberian hijauan 50% : konsentrat 50% berpotensi sebagai sumber suplemen alternatif pakan ternak ruminansia di Indonesia.

Ucapan Terima kasih

Kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, yang telah membiayai penelitian melalui DIPA Kopertis Tahun Anggaran 2014 sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian HIBAH BERSAING Nomor: SP-DIPA 023.04.2.415015/2014, tanggal 15 Desember 2013 dengan Nomor Kontrak : 030/SP2H/P/K7/KM/2014 tanggal 07 April 2014.

Daftar Pustaka

AOAC (Association Of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 16th ed.

- Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA. USA.
- Blummel, M., Steingas. H., and Becker, K., 1997. The relationship between in-vitro gas production, in-vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77 : 911-921. From <https://docs.google.com/file/d/0B4eGGuLJL3UeQsZ3V0dkVHZQMjg/edit?usp=sharing> [Diakses pada 9 Mei 2009]
- Cheeke, P.R., 2000. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. In *Proceedings of the American Society of Animal Science*, Indianapolis 10p. from <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceeding/0909.pdf> [Diakses pada 9 Mei 2009]
- Conway, E.J., 1957. Microdiffusion analysis and volumetric error. Crosby cockwood, London, UK.
- Gworgwor, Z.A., Mbahi, T.F. and Yakubu, B., 2006. Environmental implications of methane production by ruminants: A Review. *Journal of Sustainable in Agriculture and Environment*. Vol 2(1). ISSN 0794-8867. From <https://docs.google.com/file/d/0B4eGGuLJL3UeYmZvSjlpdFVmbGc/edit?usp=sharing> [Diakses pada 18 Mei 2013].
- Iqbal, M.F., Y. Fen Cheng, W. Yun Zhu and B. Zeshan. 2008. Mitigation of ruminant methane production: current strategies, constraints and future options. *Word J. microbiotechnol* 24: 2747-2755.
- Jayanegara, A. dan Sofyan, A., 2008. Penentuan aktivitas biologis tannin beberapa hijauan secara in-vitro menggunakan hohenheim gas test dengan polietilen glikol sebagai determinan. *Media Peternakan*, April Vol 31 No. 1 Hal : 44-52. from anuragaja.staff.ipb.ac.id/files/2011/.../Jayanegara_2008_MP_Tannin-bio.pdf [Diakses pada 11 Agustus 2009],
- Leng, R.A., Birds, S.H., Klieve, A., Choo, B.S., Ball, F.M., Asafa, G., Brumby, P., Mudgal, V.D., Chaudrhry, U.B., Haryono, S.U. and Hendratno, N., 1992. The potential for tree forage supplements to manipulate rumen protozoa to enhance protein to energy ratios in ruminants fed on poor quality forages. Dalam Speedy, A. dan Lugliese, P.L. *Legume tress and other fodder tress as protein sources for livestock*, FAO Animal production and health 102. Rome.
- Makkar, H.P.S, M. Blümmel and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidone or polyethylene glycol and tannins and their implication in gas production and true digestibility in *in-vitro* techniques. *British Journal of Nutrition* 73: 897-913.
- Makkar, H.P.S. and Becker K.. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves *Animal Feed Science and Technology*, Volume 63, Issues 1-4, 1 December 1996, Pages 211-228 from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840196010231> [Diakses pada 12 Juni 2012]
- Makkar, H.P.S, M. Blümmel and K. Becker. 1997. Application of an *in-vitro* gas method to understand the effect of natural plant products on availability and partitioning of nutrients. Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropic, Univ. of Stutgarat, Germany.
- Makkar, H.P.S. 2003. Quantification of tannin in the tree and shrub legumes: A Laboratory Manual. Kluwer Academic Publishers, Dorrecht, The Netherlands.
- Marhaeniyanto E., Soetanto H., dan Chuzaemi S., 2010. Performance of Growing Goats with and without supplementation of *Moringa* leaves at Pasrujambe Village, Regency of Lumajang, East Java. Oral Presenter

- In International Seminar on Prospects and Challenges of Animal Production in Developing Countries in the 21st Century. 23-25 March 2010 Widyaloka Brawijaya University Malang
- McSweeney, C.S., B. Palmer, D.M. McNeill and D.O.Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 91:83-93.
- Murro. J.K. Muhikambe, V.R.M. and Sarwatt., S.V. 2003. *Moringa oleifera* leaf meal can replace cottonseed cake in the concentrate mix fed with Rhodes Grass (*Chloris gayana*) hay for growing sheep. *Livestock Research for Rural Development* Vol. 15 (11).
- Ogimoto, K. and S. Imai, 1981. Atlas of rumen microbiology. Japan Scientific Societies Press. Tokyo.
- Preston, T.R. and R.A. Leng. 1987. Matching ruminant production system with available resources in the tropics and sub-tropics. Penambul Books Armidale. New South Wales 2350, Australia.
- Sambou Diatta, B., 2001. Supplementation for pregnant and breast-feeding women with *Moringa oleifera* powder. Development potential for *Moringa* products. Dar es Salaam, Tanzania.
- Santoso B. 2005. Rumen fermentation characteristic and methanogenesis in sheep fed silage based diet supplemented with *Yucca schidigera* or *Yucca schidigera* combined with nisin. *Bulletin of Animal Science* 28: 13-18.
- Santoso, B. and B. Tj. Hariadi. 2007. Pengaruh suplementasi *Acacia mangium* will pada *Pennisetum purpureum* terhadap karakteristik fermentasi dan produksi gas metana *in-vitro*. *Jurnal Media Peternakan*. Agustus Vol 30 No. 2 : 106-113.
- Santoso, B., B. Mwenya, C. Sar and J. Takahashi, 2007. Produksi CH₄ dan partisi energi pada domba yang diberi pakan basal silase atau hay rumput Timothy. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner (JITV)*, Volume 12 No. 1 (2007): 27-33. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/?q=node/361>. [7 Mei 2009].
- Sarwatt, S.V. Milang'ha, M.S. Lekule, F.P. and Madalla. N. 2004. *Moringa oleifera* and cottonseed cake as supplements for smallholder dairy cows fed Napier Grass. *Livestock Research for Rural Development* Vol 16 (6).
- Soetanto H., and Firsoni, 2008. Effect of supplementation with molasses block containing gliricidia or moringa leaves on *in-vitro* gas production and microbial protein synthesis. *Word Conference on Animal Production*. Cape Town. South Africa. 24-28 Nop. 2008.
- Takahashi, J. Y. Miyagawa, Y. Kojima and Umetsu, 2000. Effect of *Yucca schidigera* extract, probiotics, momensin and L-cysteine on rumen methanogenesis. *Asian-Australian. J. Anim Sci.* 13:499-501.
- Wallace, R. J., N. R. McEwan, F. M. McIntosh, B. Teferedegne and C. J. Newbold. 2002. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15:1458-1468.