

Pengujian Ransum Kerbau Berbahan Baku Sorgum Sebagai Sumber Serat Secara *In Vitro* dan *In Sacco*

In Vitro and In Sacco Examination of Buffalo Feed Rations Containing Sorghum Roughage

Teguh Wahyono¹, Dewi Apri Astuti¹, Komang G. Wiryawan¹ dan Irawan Sugoro²

¹ Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB
Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

² Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta Selatan 12440
Email : dewiapriastuti86@gmail.com

Diterima 08-08-2014; Diterima dengan revisi 22-08-2014; Disetujui 12-11-2014

ABSTRAK

Pengujian Ransum Kerbau Berbahan Baku Sorgum Sebagai Sumber Serat Secara *In Vitro* dan *In Sacco*. Sorgum merupakan salah satu tanaman sumber serat untuk kebutuhan ransum kerbau yang potensial dikembangkan di Indonesia. Sorgum varietas Samurai 1 dan samurai 2 masing-masing merupakan hasil pemuliaan melalui mutasi radiasi yang berasal dari indukan sorgum varietas Pahat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi ransum yang mengandung sorgum samurai 2 sebagai sumber serat dibandingkan dengan ransum yang mengandung sorgum pahat dan bagas sorgum samurai 1. Potensi yang diamati adalah pengaruhnya terhadap laju pertumbuhan mikroba rumen kerbau (*in vitro*) dan degradasi bahan pakan (*in sacco*). Rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan diterapkan dalam percobaan ini. Enam ransum yang diuji adalah: P1 (50% jerami sorgum pahat + 50% konsentrat), P2 (50% silase jerami sorgum pahat + 50% konsentrat), P3 (50% jerami sorgum samurai 2 + 50% konsentrat), P4 (50% silase jerami sorgum samurai 2 + 50% konsentrat), P5 (50% bagas sorgum samurai 1 + 50% konsentrat) dan P6 (50% silase bagas sorgum samurai 1 + 50% konsentrat). Peubah yang diamati adalah pH, konsentrasi amonia (NH₃), Total Volatile Fatty Acid (TVFA), sintesis protein mikroba (teknik radioisotop ³²P), degradasi Bahan Kering (BK), karakteristik degradasi BK, degradasi *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan karakteristik degradasi NDF. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi NH₃, laju pertumbuhan bakteri rumen dan degradasi NDF tertinggi dihasilkan ransum P4 dengan nilai masing-masing 24,87 mg/100 ml; 8,11 mg/2 jam/100 ml dan 31,96%. Konsentrasi TVFA dan pH antar perlakuan tidak berbeda nyata. Keenam perlakuan ransum mampu mendukung fermentasi dan pencernaan pakan didalam rumen namun perlakuan yang terbaik adalah ransum yang mengandung silase sorgum samurai 2.

Kata kunci : sorgum, kerbau, *in vitro*, *in situ*, radioisotop ³²P

ABSTRACT

In Vitro and In Sacco Examination of Buffalo Feed Rations Containing Sorghum Roughage. Sorghum is one of a potential fodder crops for buffalo feed in Indonesia. Samurai 1 and samurai 2 sorghum varieties are the result of mutation breeding by radiation from pahat sorghum varieties. This study was conducted to determine the potential of feed rations containing 50% samurai 2 and samurai 1 bagasse compared to feed rations containing 50% pahat sorghum roughage. Microbial growth rate of buffalo rumen (*in vitro*) and feed material degradation (*in sacco*) were determined. Completely randomized design with 6 treatments and 3 replications were applied in this experiment. The six treatment diets were: P1 (50% pahat sorghum straw + 50% concentrate), P2 (50% pahat sorghum straw silage + 50% concentrate), P3 (50% samurai 2 sorghum straw + 50% concentrate), P4 (50% samurai 2 sorghum straw silage + 50% concentrate), P5 (50% samurai 1 sorghum bagasse + 50%

concentrate) and P6 (50% samurai 1 sorghum bagasse silage + 50% concentrate). Variables measured were pH, ammonia (NH₃), Total of Volatile Fatty Acid (TVFA), protein microbial synthesis (by ³²P radioisotope techniques), dry matter (DM) degradation, characteristics of DM degradation, Neutral Detergent Fiber (NDF) degradation and characteristics of NDF degradation. The results showed that P4 treatment produce the highest NH₃ concentrations, rumen bacteria growth rate and NDF degradation with 24,87 mg/100 ml; 8,11 mg/2 h/100 ml dan 31,96% respectively. TVFA concentration and pH were not significantly different between treatments. The conclusion of this study was the sixth treatment could support fermentation and digestibility in the rumen. The best treatment was buffalo feed based on samurai 2 sorghum silage.

Key words : sorghum, buffalo, in vitro, in sacco, ³²P radioisotope

PENDAHULUAN

Lahan marginal di Indonesia memiliki berbagai faktor pembatas untuk dikembangkan sebagai lahan hijau pakan. Lahan ini dikelola dengan tepat untuk mendapatkan hasil yang optimal karena lokasi peternakan rakyat di Indonesia umumnya berada di lahan marginal. Pemanfaatan sumber bahan pakan yang toleran dengan kondisi lahan marginal merupakan solusi yang tepat. Sorgum merupakan tanaman yang cocok dikembangkan dilahan marginal karena memerlukan kebutuhan air yang sedikit. Sorgum sebagai tanaman multifungsi penghasil bahan pangan, pakan, bioetanol dan keperluan industri lainnya [1].

Pemanfaatan sorgum sebagai tanaman pakan sudah lama dilakukan di peternakan yang berada di lokasi lahan kering. Peran sorgum sebagai sumber serat pakan dapat diberikan dalam bentuk segar maupun silase. Perlakuan silase adalah fermentasi hijau pakan yang dilakukan secara anaerob dengan tujuan antara lain untuk pengawetan dan meningkatkan nutrisi yang ada didalamnya [2,3,4]. Sorgum sebagai sumber serat bagi kerbau dapat menggantikan peran silase jagung namun pemakaiannya harus dikombinasikan dengan konsentrat [3]. Sumber serat dari tanaman sorgum juga dapat berasal dari bagas sorgum, yaitu limbah pembuatan bioetanol berbahan dasar sorgum. SESHIAH *et al.* [5] menjelaskan bahwa kombinasi bagas yang dicacah dan konsentrat (50:50) mampu meningkatkan

kadar lemak susu kerbau *Murrah* (7,61%) dan mempertahankan produksi susu diatas 5 kg/hari.

Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) telah menghasilkan varietas mutan sorgum untuk dikembangkan di lahan kering dan ideal dalam industri pangan, bioetanol serta memiliki palatabilitas cukup baik yaitu Pahat, Samurai 1 dan Samurai 2 [6]. Beberapa kelebihan sorgum Pahat sebagai varietas mutan adalah memiliki produktivitas biji tinggi (5 t/Ha), batang semi pendek (158 cm), rendah tanin (0.012%) dan multifungsi. Keunggulan Samurai 1 adalah produktivitas biji tinggi (7.5 t/ha), biomasa tinggi, kadar gula batang tinggi (12-18%) sehingga cocok untuk bahan bioetanol. Samurai 2 memiliki keunggulan produktivitas tinggi, biomasa 47 t/ha, kebal terhadap penyakit karat daun dan busuk pelepah [7].

Strategi yang tepat dalam pemanfaatan sorgum dilakukan dengan menyusun formula pakan yang mengandung jerami sorgum Samurai 2 atau bagas sorgum Samurai 1. Dalam penyusunan formula pakan diperlukan pengujian secara *in vitro* dan *in sacco* terlebih dahulu untuk menganalisis potensi jerami dan bagas sorgum mutan. Varietas sorgum Samurai 1 dan Samurai 2 merupakan hasil pemuliaan dengan mutasi radiasi yang berasal dari indukan sorgum varietas pahat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi ransum kerbau yang mengandung 50% sorgum samurai 2 dan bagas sorgum samurai 1 dibandingkan dengan ransum yang mengandung 50% sorgum pahat dalam

mempengaruhi laju pertumbuhan mikroba rumen kerbau (*in vitro*) dan degradasi bahan pakan (*in sacco*).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Jerami sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) var Pahat dan var Samurai 2, bagas sorgum var Samurai 1, kerbau rawa (*Bubalus bubalis*) berfistula, radioisotop ^{32}P dan larutan *Neutral Detergent Soluble* (NDS). Alat. *Chopper*, oven 105°C , *silo*, *freezer*, *High Speed Centrifuge* dan *Liquid Scintillation Counter* (LSC). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak dan Laboratorium Mikrobiologi Bidang Pertanian PAIR BATAN pada bulan September sampai November 2014.

Sorgum pahat dan samurai 2 dipanen pada umur 80 hari sedangkan sorgum samurai 1 pada umur 100 hari. Jerami sorgum yang digunakan meliputi bagian daun dan batang. Bagas yang digunakan

adalah limbah batang sorgum yang telah diperas niranya. Silase tanaman sorgum maupun bagas dibuat dengan inkubasi menggunakan silo berupa drum plastik kapasitas 20 kg selama 21 hari. Bahan aditif atau suplemen pakan tidak digunakan selama proses pembuatan silase. Bahan penelitian dikeringkan pada oven bersuhu 60°C dan digiling serta disaring pada ukuran 2 mm. Penelitian ini menggunakan 6 perlakuan yang disajikan pada Tabel 1. Formula ransum dibuat berdasarkan pada kebutuhan nutrisi kerbau laktasi dengan kandungan protein kasar (PK) yaitu sekitar 8% [8].

Uji *In Vitro*

Cairan rumen untuk inkubasi diperoleh dari kerbau berfistula yang diberi ransum pakan rumput lapangan dan konsentrat dengan perbandingan 50:50 dalam BK. Inkubasi dilakukan pada tabung kapasitas 30 ml berisi media cairan rumen yang ditambahkan radioisotop ^{32}P . Metode peruntan radioisotop ^{32}P dilakukan sesuai

Tabel 1. Komposisi Ransum Penelitian Berdasarkan Bahan Kering dengan Rasio Hijauan dan Konsentrat 50% : 50%.

Bahan Pakan	Perlakuan					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Bungkil Kedelai	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Pollard	5	5	5	5	5	5
Onggok	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Dedak	14.25	14.25	14.25	14.25	14.25	14.25
Ampas kecap	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Lakta mineral	1	1	1	1	1	1
Urea	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Garam	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Kapur	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Molases	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sorgum pahat	50	-	-	-	-	-
Silase sorgum pahat	-	50	-	-	-	-
Sorgum samurai 2	-	-	50	-	-	-
Silase sorgum samurai 2	-	-	-	50	-	-
Bagas sorgum samurai 1	-	-	-	-	50	-
Silase bagas sorgum samurai 1	-	-	-	-	-	50

Keterangan : P1 (jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%).

Tabel 2. Kandungan Nutrien Ransum Penelitian Berdasarkan Bahan Kering dengan Rasio Hijauan dan Konsentrat 50% : 50%.

Kandungan nutrisi (%)	Perlakuan					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Bahan Kering (BK)	90.37	89.51	90.36	88.08	90.33	89.22
Bahan Organik (BO)	86.75	85.34	85.32	85.34	84.33	87.48
Protein Kasar (PK)	9.04	12.15	11.04	11.86	8.57	8.25
Serat Kasar (SK)	26.06	22.67	24.80	26.26	23.26	19.66
Lemak Kasar (LK)	2.71	1.14	1.40	1.38	1.72	2.06
Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen	48.94	49.38	48.08	45.84	50.78	57.51

Keterangan : P1 (jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); Analisis proksimat Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan IPB (2014).

metode NEVEL dan DEMEYER [9] yang dimodifikasi oleh HENDRATNO [10]. Aktivitas radioisotop yang digunakan adalah sekitar 1.000.000 $\mu\text{Ci/cpm}$. Inkubasi dilakukan selama 2 jam pada suhu 39°C dengan menggunakan 25 ml cairan rumen pada masing-masing tabung yang telah diisi dengan pakan sebanyak 25 mg.

Sentrifugasi dilakukan setelah proses inkubasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Sentrifugasi dilakukan berulang sebanyak tiga kali dengan tambahan aquades sehingga diperoleh endapan dan supernatan. Supernatan yang masih keruh disentrifugasi kembali pada kecepatan 12000 rpm selama 10 menit, setelah tiga kali ulangan dengan tambahan aquades sehingga diperoleh endapan dan filtrat. Endapan diencerkan dengan aquades dan ditambahkan HClO_4 kemudian didestruksi sampai jernih. Sampel endapan dan filtrat masing-masing diencerkan kemudian diambil 2 ml ke dalam vial yang sudah ditambahkan 5 ml aquades. Aktivitas radioisotop ^{32}P sebagai penanda aktivitas mikroba dicacah dengan *Liquid Scintillation Counter*.

Peubah yang diamati adalah sintesis protein mikroba berupa kandungan bakteri dan protozoa. Pengukuran hasil fermentasi rumen pada inkubasi selama 2 jam juga dilakukan pada sampel. Peubah yang diukur adalah pH, amonia (NH_3) dan *Total Volatile Fatty Acid* (TVFA) [11].

Uji *In Sacco*

Pengujian *in sacco* dilakukan dengan metode ØRSKOV & MCDONALD [12,13]. Ternak yang digunakan adalah kerbau jantan ber*fistula* berat badan 300 kg yang dipelihara dalam kandang individu (5x3 m²) dengan lantai semen yang dibersihkan secara berkala. Ransum sehari-hari diberikan sesuai kebutuhan berat badan kerbau. Komposisi ransum kerbau berupa rumput lapangan (50%) dan konsentrat (50%) dalam BK.

Kantong nilon (8x15 cm²) dengan ukuran pori-pori 30 μm diisi sampel pakan sebanyak 5 g yang telah digiling pada ukuran 2 mm. Kantong nilon yang telah berisi sampel diinkubasi didalam fistula kerbau sebelum kerbau diberi pakan pada pagi hari (08.00 WIB). Inkubasi dilakukan pada periode 0, 4, 8, 24 dan 48 jam. Sampel yang telah diinkubasi kemudian dibilas dan dikeringkan. Sampel tersebut dikeringkan kembali dalam oven suhu 60°C selama 48 jam untuk memperoleh berat BK. Sampel dalam bentuk BK kemudian dianalisis kandungan *Neutral Detergent Fiber* (NDF) [12,13]. Peubah yang diamati adalah degradasi BK, degradasi NDF serta nilai Degradasi Efektif (DE).

Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan

ransum dan 3 ulangan. Perbedaan waktu pengambilan cairan rumen pada uji *in vitro* dan periode inkubasi di fistula pada uji *in sacco* berperan sebagai ulangan. Ransum perlakuan dan kandungan nutriennya masing-masing disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Model matematik dari penelitian ini adalah $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$ dimana Y_{ij} adalah pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j; μ adalah rata-rata umum, α_i adalah pengaruh perlakuan ke-i dan ε_{ij} adalah pengaruh acak pada faktor ke-i serta ulangan ke-j. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam *analysis of variance* (ANOVA) dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan ($P < 0,05$) [14]. Pengujian dilakukan dengan bantuan software SPSS 16.0.

Pada uji *in sacco*, kehilangan BK dan NDF selanjutnya dianalisis menggunakan model eksponensial Ørskov & McDonald [12] $p = a + b(1 - e^{-ct})$. Nilai Degradasi Efektif (DE) dikalkulasi dengan model menurut *Agricultural and Food Research Council* [15] yaitu $DE = a + \{(bc)/(c+k)\}$. Konstanta a dan b berturut turut adalah fraksi mudah larut dan fraksi tidak larut tetapi dapat terdegradasi. Konstanta c adalah laju kelarutan fraksi secara konstan per t satuan

waktu sedangkan k adalah laju tingkat kelolosan fraksi pakan (%/jam). Kalkulasi fraksi a, b dan c menggunakan software NAWAY®.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji *In Vitro* ³²P

Tabel 3 menyajikan hasil inkubasi *in vitro* selama 2 jam yang menunjukkan bahwa keenam perlakuan pakan memiliki nilai yang sama pada peubah pH dan TVFA. Perbedaan nyata terlihat pada nilai NH₃ dimana nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P4 (24,871 mg/100ml) dan terendah pada P5 (17,22 mg/100ml). Kandungan bakteri tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (8,11 mg/2 jam/100 ml) dan terendah pada perlakuan P2 (5,32 mg/2 jam/100 ml).

Nilai pH pada inkubasi keenam pakan perlakuan berkisar antara 6,88-6,99. Nilai tersebut secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa keenam perlakuan pakan dapat memberikan keseimbangan pH di dalam cairan rumen untuk mendukung ekosistem mikroorganisme didalamnya. Nilai pH yang

Tabel 3. Hasil inkubasi formula pakan kerbau yang mengandung sorgum secara *in vitro* selama 2 jam

Perlakuan	pH	NH ₃ (mg/100ml)	Total Volatile Fatty Acid (TVFA) (mM)	Laju sintesis protein mikroba (mg/2 jam/100 ml) hasil penandaan ³² P		
				Bakteri	Protozoa	%Bakteri
P1	6,93	21,54 ^{abc}	71,37	6,70 ^{ab}	8,95	42,67 ^{ab}
P2	6,89	22,65 ^{ab}	76,86	5,32 ^b	9,11	37,02 ^b
P3	6,99	23,72 ^{ab}	67,71	5,99 ^{ab}	7,39	44,48 ^{ab}
P4	6,93	24,87 ^a	69,54	8,11 ^a	10,93	42,53 ^{ab}
P5	6,98	17,22 ^c	67,71	5,85 ^{ab}	9,85	37,67 ^b
P6	6,88	18,93 ^{bc}	67,71	6,89 ^{ab}	7,38	48,73 ^a
SEM	0,02	1,19	1,47	0,40	0,57	1,78

Keterangan : P1 (jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); SEM : *Standard Error Mean*; superscript berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

tidak berbeda nyata diduga disebabkan oleh formulasi pakan yang menggunakan urea dengan persentase identik (0,75%), sehingga dapat menyediakan sumber N yang sama bagi mikroorganisme pada setiap perlakuan. Menurut PRESTON dan LENG [16], peningkatan konsumsi urea oleh mikroorganisme rumen akan meningkatkan pH rumen kerbau. Nilai pH normal pada rumen akan mendukung interelasi optimal antara protozoa, fungi dan bakteri khususnya bakteri selulolitik. Pertumbuhan bakteri selulolitik akan meningkatkan pencernaan serat yang berpengaruh positif pada konsumsi dan pencernaan pakan. Kisaran pH yang diperoleh dalam penelitian berada pada level > 6,2. Hal ini membuktikan bahwa keenam perlakuan pakan tidak mengganggu pertumbuhan bakteri selulolitik. Level pH < 6,2 akan menghambat pertumbuhan bakteri selulolitik [17,18,19]. RUSSEL dan WILSON [20] menjelaskan bahwa keseimbangan pH rumen akan berpengaruh pada pencernaan selulosa sehingga kandungan SK pakan juga memiliki hubungan timbal balik dengan nilai pH rumen. Perlakuan pakan penelitian mengandung SK antara 19,66 - 26,26 % (Tabel 2) sehingga cukup untuk perkembangan bakteri selulosa.

Kadar NH_3 berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Kadar tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (24,87 mg/100 ml) sedangkan kadar terendah adalah P5 (17,22 mg/100 ml). Hal tersebut sebanding dengan kadar PK formula pakan, dimana PK terendah diperoleh pada perlakuan P5 dan P6 berturut-turut 8,57 dan 8,25% (Tabel 2). FRANNZOLIN dan ALVES [21] menjelaskan bahwa Kadar NH_3 merupakan indikasi proses degradasi dan sintesis protein oleh mikroba rumen. Telah dilaporkan sebelumnya bahwa level NH_3 5 mg/100 ml adalah level optimum untuk fermentasi mikroba rumen kerbau pada kultur campuran sistem tertutup (*in vitro*). Dalam proses fermentasi *in vivo* kemungkinan diperlukan level yang lebih tinggi lagi tergantung nilai potensial fermentasi pakan [22,23]. Hasil konsentrasi NH_3 yang tinggi

dalam penelitian diduga disebabkan oleh 2 faktor yaitu: 1) pengaruh penggunaan urea dalam ransum penelitian yang mencapai 0,75% dalam BK dan 2) inkubasi teknik *in vitro* dilakukan pada sistem tertutup sehingga tidak ada serapan serta konsentrasi NH_3 terakumulasi.

Pada inkubasi selama 2 jam menunjukkan bahwa hasil TVFA tidak berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 3). Hal ini membuktikan bahwa perbedaan sumber serat yang terdapat dalam ransum baik dari segi varietas maupun silase mampu memberikan nilai TVFA yang sama. Hal yang perlu dicermati adalah setiap perlakuan silase pada ketiga basis sumber serat cenderung mempertahankan bahkan meningkatkan nilai TVFA selama 2 jam inkubasi. Hal ini disebabkan oleh proses ensilasi yang dipengaruhi oleh enzim selulase ekstraselular yang memotong ikatan selulosa pada hijauan. Selain itu pada proses ensilasi juga terjadi proses hidrolisis dari enzim hemiselulase yang disebabkan oleh asam-asam organik selama fermentasi. Enzim hemiselulase akan mendegradasi hemiselulosa yang terkandung dalam sumber serat [24,25]. Keadaan tersebut akan memudahkan proses fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen yang menghasilkan produk akhir TVFA.

CHANTHAKHOUN dan WANAPAT [26] melaporkan bahwa konsentrasi TVFA pada rumen kerbau rawa yang diberi pakan sorgum adalah 53,3 mM. Rumen kerbau yang diberi pakan jerami padi, jerami padi fermentasi dan konsentrat menghasilkan konsentrasi TVFA masing-masing 44,8; 48,9 dan 55,9 mM. TVFA adalah produk akhir dari fermentasi karbohidrat dan digunakan sebagai sumber energi bagi ruminansia dan pertumbuhan mikroba rumen [27]. Laju fermentasi berkorelasi dengan konsentrasi TVFA, sehingga perubahan konsentrasi TVFA merupakan indikator peningkatan populasi mikroba rumen [19,28,29].

Kandungan mikroba hasil penandaan dengan radioisotop ^{32}P disajikan pada Tabel 3. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa kandungan bakteri tertinggi diperoleh pada

perlakuan P4 (8,11 mg/2 jam/100 ml) dan terendah pada perlakuan P2 (5,21 mg/2 jam/100 ml). Kandungan protozoa tertinggi juga diperoleh pada perlakuan P4 (10,93 mg/2 jam/100ml) namun secara statistik tidak berbeda nyata terhadap kelima perlakuan lainnya. Persentase bakteri tertinggi dihasilkan pada perlakuan P6 (48,73%) dan terendah pada P2 serta P5 (37,67% dan 37,02%). Secara umum, kandungan mikroba terbaik diperoleh pada perlakuan P4. Hal tersebut menunjukkan bahwa ransum yang mengandung silase sorgum samurai 2 dapat mengoptimalkan sintesis protein mikroba rumen. Sintesis protein mikroba rumen dapat ditentukan berdasarkan *phosphor* (P) yang terinkorporasi ke dalam sel mikroba yang dilakukan dengan menggunakan perunut ³²P [30]. Pada pencacahan dengan perunut ³²P terlihat bahwa massa protozoa lebih tinggi dibandingkan massa bakteri. Hal ini disebabkan oleh bakteri yang terinkorporasi ³²P telah dimakan oleh protozoa. Kandungan mikroba rumen kerbau dalam penelitian ini berkisar antara 13,39-19,05 mg/2 jam/100 ml atau lebih rendah dibandingkan penelitian SUBAGYO [30] sebesar 55,23 mg/2 jam/100 ml dan SASANGKA dan SUADJI [31] sebesar 26,15 mg/2 jam/100 ml. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan ransum

yang diberikan dimana penelitian SASANGKA dan SUADJI [31] menggunakan suplemen pakan kaya protein.

Uji *In Sacco*

Hasil penelitian ini melaporkan bahwa degradasi BK pada periode inkubasi ke-0 dan 48 jam menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) (Tabel 4). Degradasi BK tertinggi pada jam ke-0 diperoleh pada perlakuan P6 (16,53%) dan terendah pada perlakuan P3 (5,24%). Perlakuan P4 juga menunjukkan degradasi BK yang tinggi pada jam ke-0 tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2. Nilai degradasi BK pada jam ke-0 dipengaruhi oleh kehilangan BK akibat pembuatan silase sebelum dicampurkan dalam ransum.

Pengaruh yang berbeda terhadap degradasi BK ditunjukkan pada periode inkubasi ke-48 jam. Pada periode ini degradasi BK terendah diperoleh pada perlakuan P5 (48,12%). Perlakuan silase pada bagas sorgum samurai 1 (P6) mampu meningkatkan degradasi BK pada inkubasi jam ke-48. Perlakuan silase pada sumber serat dapat meningkatkan nilai degradasi BK karena pengaruh dari aktifitas mikroflora selama proses fermentasi. Adanya aktifitas enzim selulase ekstraselular yang memotong

Tabel 4. Degradasi BK (%) hasil inkubasi formula pakan kerbau yang mengandung sorgum secara *in sacco* pada periode 0-48 jam

Perlakuan	Degradasi BK (%)				
	Periode inkubasi (jam)				
	0	4	8	24	48
P1	10,32 ^{ab}	25,85	32,00	42,31	56,78 ^a
P2	11,57 ^{ab}	27,86	32,81	43,87	56,09 ^a
P3	5,24 ^b	26,59	32,17	41,11	52,91 ^{ab}
P4	13,03 ^a	27,17	35,44	47,78	55,20 ^a
P5	12,37 ^{ab}	24,65	31,41	40,16	48,12 ^b
P6	16,53 ^a	28,01	31,84	46,41	54,89 ^a
SEM	1,52	0,52	0,60	1,23	1,29

Keterangan : P1 (jerami sorgum pihat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pihat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); SEM : *Standard Error Mean*; *superscript* berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

ikatan selulosa pada bahan silase [24,25]. Fermentasi selama proses silase juga menyebabkan kandungan lignin yang semakin turun. Hal ini menyebabkan sumber serat yang belum disilase biasanya memiliki nilai degradasi BK yang lebih rendah [32].

Nilai degradasi BK pada P6 menunjukkan kenaikan yang rendah disetiap periode inkubasi terutama pada inkubasi jam ke 48. Hal ini disebabkan oleh sumber serat pada formula yang mengandung sorgum pahat dan samurai 2 menggunakan materi berupa daun dan batang yang dipanen umur 80 hari, sedangkan formula P5 dan P6 menggunakan bahan limbah batang sorgum yang dipanen umur 100 hari. JANCİK *et al.* [33] melaporkan bahwa degradasi BK di dalam rumen pada berbagai spesies rumput menurun secara linear dengan meningkatnya waktu panen. Hal ini sesuai dengan penelitian LANYASUNYA [34] yang melaporkan bahwa degradasi BK sorgum pada inkubasi jam ke 0, 24 dan 48 umur 40 hari berturut-turut adalah 28,18%, 59,15% dan 71,17% sedangkan degradasi pada umur 70 hari adalah 25,71%, 51,51% dan 65,22%.

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa fraksi mudah

larut (a) tertinggi terdapat pada perlakuan P6 (17,30) sedangkan yang terendah pada perlakuan P3 (7,15) ($P < 0,05$). Keempat perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Nilai fraksi a yang kecil pada P3 dapat disebabkan oleh kehilangan partikel-partikel yang sangat halus yang terdapat pada formula perlakuan [35]. NGODIGHA dan ANYANWU [36] juga menjelaskan bahwa perbedaan nilai fraksi yang mudah terlarut antar perlakuan dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi karbohidrat terlarut dan karbohidrat tersruktur. VAN SOEST [37] menjelaskan bahwa karbohidrat terlarut akan lebih mudah terdegradasi dibandingkan dengan karbohidrat terstruktur.

Fraksi tidak larut yang dapat terdegradasi (b) tertinggi dihasilkan pada perlakuan P2 (49,83) dan P1 (47,59) namun tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan P3, P4 dan P6. Fraksi b terendah dihasilkan oleh perlakuan P5 karena pada perlakuan ini menggunakan formula yang mengandung bagas sorgum yang merupakan limbah bagian batang yang telah diambil niranya. Pada penelitian terdahulu dilaporkan bahwa nilai fraksi a pada bagian batang dari lima varietas sorgum yang berbeda berkisar antara 11,50-34,37 sedangkan nilai fraksi b

Tabel 5. Karakteristik degradasi BK hasil inkubasi formula pakan kerbau yang mengandung sorgum secara *in sacco* pada periode 0-48 jam

Parameter	Perlakuan						SEM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
a	13,15 ^{ab}	13,73 ^{ab}	7,15 ^b	13,68 ^{ab}	13,41 ^{ab}	17,30 ^a	1,34
b	47,59 ^a	49,83 ^a	42,08 ^{ab}	40,72 ^{ab}	34,75 ^b	40,64 ^{ab}	2,21
a + b	60,74 ^{ab}	63,56 ^a	49,23 ^{ab}	54,4 ^{ab}	48,17 ^b	57,94 ^{ab}	2,53
c (/jam)	0,058	0,074	0,116	0,093	0,085	0,063	0,009
Degradasi Efektif (DE) pada nilai k yang berbeda							
k = 0,02	46,67 ^a	47,57 ^a	42,99 ^{ab}	47,10 ^a	41,27 ^b	47,08 ^a	1,08
k = 0,05	36,95	38,44	36,50	40,04	35,00	38,91	0,75
k = 0,08	31,78	33,59	32,02	35,45	31,08	34,37	0,69

Keterangan : P1 (jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); SEM : *Standard Error Mean*; *superscript* berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$); a: fraksi mudah larut; b: fraksi tidak larut tetapi dapat terdegradasi; c: laju degradasi fraksi per t satuan waktu; k: laju tingkat kelolosan fraksi pakan (%/jam)

adalah 51,87-74,80. Nilai tersebut berbeda dengan bagian daun sorgum yang berkisar antara 17,83-38,03 (fraksi a) dan 48,07-61,57 (fraksi b) [41]. SHAHBAZI [38] juga menjelaskan bahwa nilai fraksi b yang rendah disebabkan oleh adanya selulosa yang masih terasosiasi didalam matriks lignin. Perbedaan nilai fraksi b juga diduga disebabkan oleh sumber serat pada formula yang mengandung sorgum pahat dan

samurai 2 (P1-P4) menggunakan materi daun dan batang yang dipanen umur 80 hari sedangkan formula P5 menggunakan bahan limbah batang sorgum yang dipanen umur 100 hari.

Nilai DE pada $k=0,05$ dan $0,08$ tidak berbeda nyata antar perlakuan namun pada $k=0,02$ terlihat bahwa formula P5 memiliki nilai terendah (41,27) ($P<0,05$). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh umur

Tabel 6. Degradasi NDF hasil inkubasi formula ransum kerbau yang mengandung sorgum secara *in sacco* pada periode 0-48 jam

Perlakuan	Degradasi NDF (%)				
	Periode inkubasi (jam)				
	0	4	8	24	48
P1	5,64	13,06	17,08	20,57	24,49 ^b
P2	9,34	16,22	18,48	23,00	24,71 ^b
P3	5,50	14,86	18,09	22,30	26,11 ^b
P4	8,99	20,69	24,96	28,25	31,96 ^a
P5	4,72	15,54	17,88	20,93	24,14 ^b
P6	8,04	15,68	17,19	19,93	24,09 ^b
SEM	0,81	1,04	1,22	1,24	1,25

Keterangan : P1 (jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); SEM : *Standard Error Mean*; superscript berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$).

Tabel 7. Karakteristik degradasi NDF hasil inkubasi formula pakan kerbau yang mengandung sorgum secara *in sacco* pada periode 0-48 jam

Parameter	Perlakuan						SEM
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
a	5,95	9,20	5,71	9,22	5,04	8,31	0,77
b	19,95	15,98	19,07	21,43	17,58	16,32	0,87
a + b	25,90 ^{ab}	25,18 ^{ab}	24,78 ^{ab}	30,65 ^a	22,62 ^b	24,63 ^{ab}	1,10
c (/jam)	0,126	0,148	0,173	0,194	0,195	0,184	0,011
Degradasi Efektif Rumen pada nilai k yang berbeda							
k = 0,02	21,27 ^b	22,42 ^{ab}	22,27 ^{ab}	28,26 ^a	20,93 ^b	21,02 ^b	1,14
k = 0,05	18,07	20,08	19,64	25,64	18,93	18,58	1,14
k = 0,08	16,21 ^b	18,59 ^{ab}	17,78 ^{ab}	23,73 ^a	17,39 ^{ab}	17,18 ^{ab}	1,10

Keterangan : P1 (jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P2 (silase jerami sorgum pahat 50%:konsentrat 50%); P3 (jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P4 (silase jerami sorgum samurai 2 50%:konsentrat 50%); P5 (bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); P6 (silase bagas sorgum samurai 1 50%:konsentrat 50%); SEM : *Standard Error Mean*; superscript berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$); a: fraksi mudah larut; b: fraksi tidak larut tetapi dapat terdegradasi; c: laju degradasi fraksi per t satuan waktu; k: laju tingkat kelulusan fraksi pakan (%/jam)

pemanenan tanaman sebagai sumber serat yang digunakan berbeda antara perlakuan P5 dan P6 (100 hari) dengan P1, P2 dan P4 (80 hari).

Degradasi NDF pada periode inkubasi rumen ke-0 sampai 24 jam tidak berbeda nyata pada keenam perlakuan pakan. Hal tersebut terjadi karena degradasi pada periode awal inkubasi lebih dipengaruhi faktor mekanik daripada fermentasi mikroba [35]. Hasil yang berbeda ditunjukkan pada periode inkubasi ke-48 dimana P4 menghasilkan nilai degradasi NDF tertinggi (31,96%) dibandingkan perlakuan lainnya ($P < 0,05$) (Tabel 6). Degradasi NDF yang tinggi didukung oleh populasi bakteri dan konsentrasi NH_3 tinggi pada perlakuan P4 (Tabel 3). Kedua peubah tersebut menggambarkan bahwa ransum P4 mampu mendukung sintesis protein mikroba secara maksimal. JANCİK *et al.* [33] menjelaskan bahwa secara umum NDF adalah parameter terbaik dari degradasi BK yang lain karena NDF merepresentasikan total matriks serat tidak terlarut. Nilai degradasi NDF juga menggambarkan hasil ruminasi dibandingkan komponen kimia lainnya [37].

Nilai fraksi a dan b dari keenam perlakuan pakan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata namun ransum P4 cenderung menghasilkan nilai tertinggi. Perbedaan nyata terlihat pada fraksi a+b dimana P4 menghasilkan nilai tertinggi (30,65) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan P5 (22,62) (Tabel 7). Hal tersebut disebabkan karena perbedaan morfologi sumber serat pada formula ransum [39]. Formula P4 menggunakan campuran batang dan daun sedangkan perlakuan P5 hanya menggunakan bagas/limbah batang sorgum. Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa variasi nilai degradasi pada BK dan NDF pada berbagai pakan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu karakteristik jenis hewan percobaan, substrat pakan, kantong uji, aspek prosedur penelitian dan komponen matematis [40,41]. Nilai DE k=0,02 dan 0,08 yang tertinggi berturut-turut terdapat pada perlakuan P4. Nilai terendah terdapat pada

P1 dan P2 (Tabel 7). VALDERRAMA dan ANRIQUE [39] melaporkan bahwa nilai DE yang rendah dipengaruhi oleh interaksi antara laju degradasi nutrisi dan fraksi yang sulit terdegradasi. Nilai laju degradasi yang tinggi lebih berpengaruh dibandingkan nilai fraksi yang sulit terdegradasi.

KESIMPULAN

Keenam perlakuan ransum mampu mendukung fermentasi rumen secara *in vitro* dan pencernaan pakan secara *in sacco*. Ransum kerbau mengandung 50% bagas sorgum samurai 1 belum dapat menggantikan ransum kerbau mengandung 50% jerami sorgum pahat. Penggunaan 50% silase jerami sorgum samurai 2 dalam ransum kerbau mampu menggantikan penggunaan jerami sorgum pahat dalam ransum. Perlakuan yang terbaik adalah ransum yang mengandung silase sorgum samurai 2. Hal tersebut didukung oleh konsentrasi NH_3 , laju pertumbuhan bakteri rumen dan degradasi NDF yang tinggi dengan nilai masing-masing sebesar 24,87 mg/100 ml; 8,11 mg/2 jam/100 ml dan 31,96%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Suharyono M.Rur Sci, Sihono SP, Parno SP, bapak Edi Irawan Kosasih, Dedi Ansori dan ibu Nuniek Lelaningtyas yang telah membantu proses penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf laboratorium Nutrisi Ternak Bidang Pertanian PAIR BATAN yang telah memberikan dukungan atas penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. SIRAPPA, M.P. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan,

- pakan dan industry, *Jurnal Litbang Pertanian*, **22** (4), 133-140 (2003).
2. BLACK, J.R., ELY, L.O., MCCULLOUGH, M.E. and SUDWEEKS, E.M., Effect of stage of maturity and silage additives upon the yield of gross and digestible energy in sorghum silage, *J. Anim. Sci.* **50** (4), 617-624 (1980).
 3. DE BROUWER, C.H.M., VAN DER MERWE, H.J. and SNYMAN, L.D. A laboratory study of the composition and fermentation of various crop silages, *S. Afr. J. Anim. Sci.* **21** (1), 21-27 (1991).
 4. COLOMBO, D., CROVETTO, G.M., COLOMBINI, S., GALASSI, G. and RAPETTI, L. Nutritive value of different hybrids of sorghum forage determined in vitro, *Ital. J. Anim. Sci.*, **6** (1), 289-291 (2007).
 5. SESHIAIAH, C.V., RAO, S.J., REDDY, Y.R., MAHENDAR, M. and KUMAR, M.K. Effect of feeding differently processed sweet sorghum bagasse based complete rations on feeding behaviour, milk production and cost economics in graded murrah buffaloes, *Buffalo Bull.*, **32** (3), 231-238 (2013).
 6. HUMAN, S. Pemuliaan Sorgum Dengan Iptek Nuklir, http://www.batan.go.id/patir/2012/p_03/01_org/pert/pemuliaan/AIN%20Sorgum.pdf, diakses 24 Oktober 9 (2013).
 7. SIHONO, HUMAN, S., INDRIATAMA, W.M., PUSPITASARI W., PARNO dan CARKUM, Galur Mutan Sorgum PATIR-1 Berdaya Hasil Biji, Biomasa dan Gula Batang Tinggi serta Galur PATIR-4 Hasil Biji Tinggi Kualitas Baik, Perbaikan Proposal Pelepasan Varietas, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN (2013).
 8. PARAKKASI, A. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia, Universitas Indonesia, Jakarta (1999).
 9. NEVEL, C.V. and DEMEYER, D.L. The use of ^{32}P to estimate microbial synthesis in the rumen, 6th symposium on energy metabolism of the EAAP, Stuttgart, Germany (1973).
 10. HENDRATNO, C., Penggunaan ^{32}P dan ^{35}S sebagai Penanda pada Pengukuran Pembentukan Masa Mikroba Rumen Kerbau, Risalah Pertemuan Iliniah, Aplikasi Teknik Nuklir di Bidang Pertanian dan Peternakan, BATAN, Jakarta, 479-491 (1985).
 11. GENERAL LABORATORY PROCEDURE, Department of Dairy Sciences, Madison: University of Wisconsin (1966).
 12. ØRSKOV, E.R. and MCDONALD, I., The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage, *J. Agric. Sci. Camb*, **92**, 499-503 (1979).
 13. KRISHNAMOORTHY, U., RCA Training Workshop on In Vitro Techniques for Feed Evaluation, The International Atomic Energy Agency, Jakarta, April 23-27th 2001, 17 (2001).
 14. MATTJIK, A.A. dan SUMERTAJAYA, I.M., Perancangan Percobaan, IPB Press, Bogor (2006).
 15. AGRICULTURAL and FOOD RESEARCH COUNCIL. Energy and Protein Requirements of

- Ruminants. In: AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients, CAB International, Wallingford, UK (1993).
16. PRESTON, T.R. and LENG, R.A. Matching livestock production system to available resources, *KCA, Addis Ababa, Ethiopia Cap*, 5, 114-128 (1986).
 17. ØRSKOV, E.R., Protein Nutrition in Ruminants, Academic Press Inc. Ltd., London (1982).
 18. LANA, R.P., RUSSEL, J.B. and AMBURGH, M.E.V. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production, *J. Anim. Sci.* **76**, 2190-2196 (1998).
 19. PAMUNGKAS, D., SEVILLA, C.C. and LUSTRIA, U.M. Changes in rumen ecosystem and feed dry matter degradability of buffalo which received rumen content of cattle through cross inoculation, *JITV*, **11** (1), 24-33 (2006).
 20. RUSSEL, J.B. and WILSON, D.B., Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH, *J. Dairy Sci.*, **79**, 1503-1509 (1996).
 21. FRANZOLIN, R. and ALVES, T.C., The Ruminant Physiology in Buffalo Compared with Cattle, Proceeding 9th World Buffalo Congress, Buenos Aires, April 2010 (2010).
 22. WANAPAT, M. and ROWLINSON, P., Nutrition and feeding of swamp buffalo: feed resources and rumen approach, *Ital. J. Anim. Sci.* **6** (2), 67-73 (2007).
 23. WANAPAT, M., KANG, S. and PHESATCHA, K., Enhancing buffalo production efficiency through rumen manipulation and nutrition, *Buffalo Bull.*, **32** (Special Issue 1), 258-275 (2013).
 24. YAHAYA, M.S., KIMURA, A., HARAI, J., NGUYEN, H.V., KAWAI, M., TAKAHASHI, J. and MATSUOKA, S., Effect of length of ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of lucerne and orchardgrass, *Anim. Feed Sci. Technol.*, **92**, 141-148 (2001).
 25. JANČÍK, F., KOUKOLOVÁ, V., HOMOLKA, P. and HAMAN, J., Comparison of analyses to predict ruminal fibre degradability and indigestible fibre in temperate grass silages, *S. Afr. J. Anim. Sci.*, **41** (3), 297-308 (2011).
 26. CHANTHAKHOUN, V. and WANAPAT, M., The in vitro gas production and ruminal fermentation of various feeds using rumen liquor from swamp buffalo and cattle, *Asian. J. Anim. Vet. Adv.*, **7** (1), 54-60 (2012).
 27. SUTARDI, T., Landasan Nutrisi, Jilid I, Dep. Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, IPB, Bogor (1980).
 28. WALLACE, R.J. and MC PHERSON, C.A., Factors affecting the rate of breakdown of bacterial protein in the rumen fluid, *Brit. J. Nutr.*, **58**, 313-323 (1987).
 29. KANJANAPRUTHIPONG, J. and LENG, R.A., The effects of dietary urea in microbial populations in the rumen of sheep, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, **14**, 661-672 (1998).
 30. SUBAGYO, L.A., Seleksi Mikroba Rumen Toleran 2,4- Diamino Butyric Acid (DABA) dan Daun *Acacia vilosa*, Thesis, Program

- Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (2002).
31. SASANGKA, B.H. dan SUADJI, E., Penggemukan Sapi Jantan Peranakan Fries Holstein dengan Menggunakan Suplemen yang Mengandung Bungkil Kedelai dan Ampas Kecap, Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor (2001).
 32. BOSCH, M.W. and BRUINING, M., Passage rate and total clearance rate from the rumen of cows fed on grass silages differing in cell-wall content, *Br. J. Nutr.*, **73**, 41-49 (1995).
 33. JANČIK, F., KOUKOLOVA, V. and HOMOLKA P., Ruminal degradability of dry matter and neutral detergent fibre of grasses, *Czech J. Anim. Sci.*, **55** (9), 359-371 (2010).
 34. LANYASUNYA, T.P., WANG, H., KARIUKI, S.T. and MUKISIRA, E.A., Effect of maturity on chemical composition, phenolics and amino acids content and rumen degradability of Sorghum alnum. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, **7**: 63-72 (2007).
 35. BELACHEW, Z., YISEHAK, K., TAYE, T. and JANSSENS G.P.J., Chemical composition and *in sacco* ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins, *Czech J. Anim. Sci.* **58** (4), 176-192 (2013).
 36. NGODIGHA, E.M. and ANYANWU, N.J. Fodder potential ranking of selected multi-purpose trees and shrubs through degradation studies with rumen fistulated N'dama steers, *J. of Anim. & Vet. Adv.*, **8**, 1233-1236 (2009).
 37. VAN SOEST, P.J., Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd Ed. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, USA (1994).
 38. SHAHBAZI, H.R., SADEGHI, A.A., SHAWRANG, P. and RAISALI, G., Effects of gamma irradiation on ruminal DM and NDF degradation kinetics of alfalfa hay, *Pakistan J. Bio. Sci.* **11** (8), 1165-1168 (2008).
 39. VALDERRAMA L.X. and ANRIQUE G.R., *In situ* rumen degradation kinetics of high-protein forage crops in temperate climates, *Chilean J. Agri. Res.*, **71** (4), 572-577 (2011).
 40. VANZANT, E.S., COCHRAN, R.C. and TITGEMEYER, Standardization of *in situ* techniques for ruminant feed stuff evaluation, *J. Anim. Sci.*, **76**, 2717-2729. (1998).
 41. KISHORE, K.R., SRINIVAS, D.K., RAMANA, J.V., RAVI, A. and ESWARA, P.P., Chemical composition and *in sacco* degradation kinetics of legume straws in buffalo bulls, *Tamilnadu J. Vet. & Anim. Sci.*, **9** (3), 195-201 (2013).

