

Penurunan Emisi Polutan Ternak Kambing Melalui Aplikasi Teknologi Biofermentasi dan Suplementasi

(REDUCING POLLUTANT EMISSION OF GOAT BY APPLICATION TECHNOLOGY OF BIOFERMENTATION AND SUPPLEMENTATION)

Ida Bagus Gaga Partama, I Made Mudita

Laboratorium Nutrisi Makanan Ternak,
Fakultas Peternakan, Universitas Udayana,
Jl. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia, 80234
Telp. (0361) 702771, email: idabagusgaga@unud.ac.id

ABSTRACT

A Research had been carried out to reduce the pollutant emission of the *Ettawa Cross breed* Goat given ration non-conventional waste at Farm of Animal Husbandry Faculty, Udayana University, Bukit Jimbaran. Bio-fermentation of rumen liquor (1.5% and 3.0%) and supplementation of pignox as source of multi vitamin-mineral (0.15% and 0.30%) and animal fat "Tallow" (5% and 10%) were applied in this experiment. Fifteen Goat of *Ettawa Cross breed* were used in this experiment which designed of Randomized Block Designed with five treatments and three blocks. The treatments were; WFS_0 are ration unconventional waste without bio-fermentation and supplementation, WF_1S_{11} are WFS_0 fermented by 1.5% rumen liquor and supplemented by 0.15% multi vitamin-mineral and 5% Tallow, WF_2S_{12} are WFS_0 fermented by 3,0% rumen liquor, and supplemented by 0.15% multi vitamin-mineral dan 10% Tallow, WF_1S_{21} are WFS_0 fermented by 1.5% rumen liquor and supplemented by 0.30% multi vitamin-mineral and 5% Tallow and WF_2S_{22} are WFS_0 fermented by 3.0% rumen liquor and supplemented by 0.30% multi vitamin-mineral and 10% Tallow. The result showed that application of bio-fermentation and supplementation technology (WF_1S_{11} , WF_2S_{12} , WF_1S_{21} and WF_2S_{22}) were significant decreased ($P < 0.05$) the concentration and production methane emission each totally VFA are 18.57-39.57% and 20.15-40.45%, production of CO_2 each totally VFA are 2.51-13.29%, production of fecal ammonia (42.59–61.11%) and percentage of production fecal ammonia each crude protein consumption (10.20–51,02%) compared with WFS_0 , in spite of concentration of CO_2 in rumen fluid, concentration and production urine ammonia were similar ($P > 0.05$) in all treatments. Goat were given WF_1S_{11} produced fecal ammonia each day and percentage of production fecal ammonia each gram consumption of crude protein were lowest ($P < 0.05$) are 0.021 vs 0.024-0.054g/d and 0.024 vs 0.033-0.049%, even though lowest methane concentrations, production of methane and CO_2 emission each mM total VFA produced by WF_1S_{21} were 13.376 vs 17.410-28.762 mM; 19.738 vs 20.850-33.147% and 45.657 vs 46.720-52.655%. It was concluded that; (i) Application of bio-fermentation and supplementation technology in ration unconventional can reduce pollutant emission of the ettawa cross breed goat, and (ii) Bio-fermentation of 1.5% rumen liquor and supplementation of 0.15-0.30% multi vitamin-mineral and 5% Tallow in the ration unconventional waste can lowest produced of NH_3 fecal each crude protein consumption, CH_4 concentration, production of CH_4 and CO_2 each mM total VFA of rumen fluid.

Key words: bio-fermentation; non-conventional waste; pollutant; supplementation

ABSTRAK

Suatu penelitian telah dilakukan untuk mengurangi emisi polutan dari Kambing persilangan dengan teknologi aplikasi bio fermentasi dan suplementasi. Bio-fermentasi cairan rumen (1,5% dan 3,0%) dan suplemen multi vitamin-mineral ("pignox") (0,15% dan 0,30%) dan lemak hewan

“Lemak” (5% dan 10%) diterapkan dalam percobaan ini. Lima belas kambing persilangan digunakan dalam percobaan ini yang dirancang dari Rancangan Acak Kelompok dengan lima perlakuan dan tiga blok. Perlakuaannya adalah: WFS₀ adalah ransum limbah non-konvensional tanpa bio-fermentasi dan suplementasi, WF₁S₁₁ adalah WFS₀ yang difermentasi dengan 1,5% minuman keras rumen dan ditambah dengan 0,15% multi-mineral dan 5% lemak, WF₂S₁₂ adalah WFS₀ yang difermentasi dengan 3,0% minuman keras rumen, dan ditambah dengan 0,15% multi vitamin-mineral dan 10% Tallow, WF₁S₂₁ adalah WFS₀ yang difermentasi dengan 1,5% rumen minuman keras dan ditambah dengan 0,30% multi-mineral-mineral dan 5% Tallow dan WF₂S₂₂ adalah WFS₀ yang difermentasi dengan minuman rumen 3,0% dan ditambah dengan 0,30% multi vitamin -mineral dan 10% Tallow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi bio-fermentasi dan suplementasi (WF₁S₁₁, WF₂S₁₂, WF₁S₂₁, dan WF₂S₂₂) mengalami penurunan yang signifikan (P<0,05) konsentrasi dan emisi metana produksi masing-masing total VFA adalah 18,57-39,57% dan 20,15-40,45%, produksi CO₂ masing-masing total VFA adalah 2,51-13,29%, produksi amonia tinja (42,59-61,11%) dan persentase amonia tinja produksi setiap konsumsi protein kasar (10,20-51,02%) dibandingkan dengan WFS₀. Kambing diberi WF₁S₁₁ amonia fekal yang diproduksi setiap hari dan persentase amonia fekal produksi setiap gram konsumsi protein kasar terendah (P<0,05) yaitu 0,021 vs 0,024-0,054 g/hari dan 0,024 vs 0,033-0,049%, meskipun konsentrasi metana terendah, produksi emisi metana dan CO₂ setiap mM total VFA yang dihasilkan oleh WF₁S₂₁ adalah 13,376 vs 17,410-28,762 mM; 19.738 vs 20.850-33.147% dan 45.657 vs 46.720-52.655%. Disimpulkan bahwa penerapan teknologi bio-fermentasi dan suplementasi dalam ransum yang tidak konvensional dapat mengurangi emisi polutan pada kambing persilangan ettawa.

Kata-kata kunci: biofermentasi; limbah inkonvensional; polutan; suplementasi

PENDAHULUAN

Produksi gas metana (CH₄) enterik pada ternak ruminansia menyumbang sekitar 11-17% dari metana global (Storm *et al.*, 2012). Metana muncul dari aktivitas bakteri dalam rumen yang disebut bakteri methanogen. Organisme ini menggunakan gas hidrogen (H₂) untuk mengurangi karbon dioksida (CO₂). Dengan demikian, mereka mencegah akumulasi CO₂, yang diketahui menghambat fermentasi rumen. Kambing adalah hewan ruminansia dan menghasilkan CH₄ enterik. Seperti dilaporkan oleh Du Toit *et al.* (2013) bahwa ternak kambing di Afrika Selatan memproduksi metana dalam kisaran 15 hingga 17 g/kg DM per hari. Metana sebagai gas rumah kaca (GHG) adalah penyebab kekhawatiran dalam pemanasan global (Storm *et al.*, 2012).

Kambing atau domba harus merespons dengan baik terhadap kualitas nutrisi, karena proses penggemukkan lebih cepat dan mengandung lebih banyak lemak karkas daripada sapi (Webb *et al.*, 2018). Ketika pasokan rumput-hijauan dapat dipertahankan pada tingkat asupan yang tidak terbatas, maka tidak ada manfaat menyapih kambing lebih awal. Namun, pada kondisi padang rumput terbatas, kambing atau domba dapat memperoleh pertambahan berat badan lebih tinggi saat disapih lebih awal ke campuran

ramput-legume (Ekanayake *et al.*, 2019). Pada kambing, kandungan energi dan tanin dari hijauan yang diberikan sangat mempengaruhi produksi gas metan yang dikeluarkan (Washawa *et al.*, 2018).

Penurunan emisi polutan peternakan hewan ruminansia berbasis limbah khususnya limbah inkonvensional sangat penting artinya, mengingat pemberian pakan berkualitas rendah dapat meningkatkan produksi polutan (Suarna, 2014). Strategi penurunan emisi polutan dengan peningkatan produksi karkas kambing atau domba (Van de Vyver *et al.*, 2013), di antaranya melalui peningkatan kualitas nutrisi, optimalisasi *feed intake* dan pencernaan pakan, serta manipulasi rumen. Aplikasi teknologi suplementasi dan biofermentasi merupakan salah satu strategi yang dapat dikembangkan untuk mencapai tujuan tersebut. Fermentasi hijauan serat atau pemberian *silase* pada domba yang dipelihara secara intensif secara nyata dapat meningkatkan pencernaan dan efisiensi penggunaan ransum pada domba, serta meningkatkan performans produksi domba (Van de Vyver *et al.*, 2013).

Penambahan minyak ke dalam hijauan pakan serat ternyata tidak memiliki efek negatif pada populasi mikrob rumen. Namun, menurunkan kandungan gas produk fermentasi rumen, khususnya gas metana (Kubelková *et al.*, 2018). Suplemen lemak ke dalam pakan

hijauan serat ternak ruminansia bertujuan untuk meningkatkan kepadatan energi, meningkatkan pemanfaatan nutrisi, meningkatkan produksi daging, dan memodifikasi komposisi asam lemak (Soder *et al.*, 2013). Lemak ransum dapat memodifikasi populasi mikrob dalam rumen yang bertanggung jawab untuk pencernaan selulosa, mengurangi degradasi rumen serat dan bahan organik (Machmüller *et al.*, 2006). Kubelková *et al.* (2018) melaporkan bahwa selain jenis dan jumlah minyak yang ditambahkan, juga dipengaruhi oleh komposisi makanan dasar yang diberikan. Dilaporkan juga bahwa penambahan minyak dalam pakan hijauan ruminansia dapat meningkatkan pencernaan fraksi serat, meskipun demikian, produksi asam lemak terbang atau *volatile fatty acid/VFA* menurun.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan wafer ransum limbah inkonvensional berkualitas melalui suplementasi lemak *tello* dan multi vitamin-mineral serta fermentasi cairan rumen optimum yang mampu mengembangkan usaha peternakan kambing dengan emisi polutan rendah

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Stasiun Penelitian, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Kampus Bukit, Jimbaran, Badung, Bali selama dua bulan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) lima perlakuan dan tiga kelompok. Tiap unit perlakuan menggunakan satu ekor kambing peranakan ettawa/PE

Tabel 1. Komposisi bahan penyusun ransum basal untuk kambing peranakan ettawa

Bahan Ransum	Komposisi (%)
Jerami Padi	16
Cangkang coklat	6
Bulu ayam	4
Dedak padi	26
Bungkil kelapa	20
Umbi ketela pohon	10
Serbuk gergaji kayu	4
<i>Mollases</i>	8
Urea	4
Garam dapur NaCl	1
Kapur (CaCO ₃)	1
Jumlah	100

jantan dengan bobot badan $17,72 \pm 7,38$ kg. Kelima perlakuan yang diberikan yaitu: WFS₀ = *Wafer* ransum limbah inkonvensional tanpa biofermentasi dan suplementasi (ransum basal), WF₁S₁₁ = WFS₀ terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multi vitamin-mineral dan 5% lemak hewan, WF₂S₁₂ = WFS₀ terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 10% lemak hewan, WF₁S₂₁ = WFS₀ terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 5% lemak hewan, dan WF₂S₂₂ = WFS₀ terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 10% lemak hewan.

Ransum basal disusun dari bahan pakan limbah inkonvensional dengan komposisi seperti disajikan pada Tabel 1. Suplementasi menggunakan lemak *tello* dan *pignox* (sumber multi vitamin-mineral) dengan komposisi seperti disajikan pada Tabel 2. Fermentasi ransum dilakukan pada kondisi *anaerob* selama 14 hari menggunakan cairan rumen sesuai perlakuan yang dilarutkan dalam air yang mengandung molases (Tabel 3). Pembentukan wafer dilakukan dengan penambahan 10% tepung tapioka yang telah dipanaskan pada ransum penelitian (yang telah kering) menggunakan alat pencetak wafer berukuran 10x20x4 cm.

Peubah yang diamati meliputi peubah utama terdiri dari; kadar methana (CH₄), CO₂, serta konsentrasi CH₄ dan CO₂ berdasarkan produksi VFA Total cairan rumen, kadar dan produksi amoniak (NH₃) feses dan urine, produksi NH₃ harian, dan produksi NH₃ berdasarkan konsumsi protein kasar, serta peubah penunjang yang terdiri dari konsumsi nutrisi dan pencernaan nutrisi (Bahan Kering/BK, Bahan Organik/BO, Protein Kasar/PK, dan Serat Kasar/SK), serta produk metabolit rumen (N-NH₃, VFA total, Asetat, Propionat, dan Butirat).

Produksi gas metana (CH₄) dan Carbon-dioksida (CO₂) diestimasi berdasarkan produksi VFA parsial (Owen dan Goetsch, 1988), yaitu CH₄ (mmol) = 0,5 Asetat - 0,25 Propionat + 0,5 Butirat, sedangkan CO₂ = 0,5 Asetat + 0,25 Propionat + 1,5 Butirat. Kadar VFA parsial (asetat, propionat, dan butirat) diukur dengan teknik kromatografi dengan AAS, sedangkan kadar VFA Total cairan rumen dihitung berdasarkan nilai total dari ketiga komponen VFA parsial tersebut. Konsentrasi NH₃ cairan

Tabel 2. Komposisi suplemen dalam penyusunan ransum kambing penelitian

Ransum	Komposisi Ransum (1000 g ransum)
WFS ₀	1000,0 g Ransum Basal
WF ₁ S ₁₁	948,5 g Ransum Basal + 1,5 g pignox + 50 g lemak hewan
WF ₂ S ₁₂	898,5 g Ransum Basal + 1,5 g pignox + 100 g lemak hewan
WF ₁ S ₂₁	947,0 g Ransum Basal + 3,0 g pignox + 50 g lemak hewan
WF ₂ S ₂₂	897,0 g Ransum Basal + 3,0 g pignox + 100 g lemak hewan

Keterangan:

WFS0 = Wafer ransum limbah inkonvensional tanpa biofermentasi dan suplementasi (ransum basal),
 WF1S11 = WFS0 terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multi vitamin-mineral dan 5% lemak hewan,
 WF2S12 = WFS0 terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 10% lemak hewan,
 WF1S21 = WFS0 terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 5% lemak hewan,
 WF2S22 = WFS0 terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 10% lemak hewan

Tabel 3. Komposisi cairan rumen dan bahan pendukung dalam proses fermentasi ransum penelitian

Ransum	Ransum tersuplementasi (kg)(<i>As Fed</i>)	Komposisi Larutan Inokulan		
		Cairan Rumen	Air (liter)	<i>Molases</i> (liter) (kg)
WF ₁ S ₁₁	100	1,5	78,5	2
WF ₂ S ₁₂	100	3,0	77,0	2
WF ₁ S ₂₁	100	1,5	78,5	2
WF ₂ S ₂₂	100	3,0	77,0	2

Keterangan:

WFS0 = Wafer ransum limbah inkonvensional tanpa biofermentasi dan suplementasi (ransum basal),
 WF1S11 = WFS0 terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multi vitamin-mineral dan 5% lemak hewan
 WF2S12 = WFS0 terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 10% lemak hewan
 WF1S21 = WFS0 terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 5% lemak hewan
 WF2S22 = WFS0 terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 10% lemak hewan

rumen/feses maupun urine ditentukan dengan teknik mikro difusi Conway, sedangkan produksi amoniak feses maupun urin ditentukan berdasarkan jumlah produksi urine atau feses dikalikan kadar amoniak feses atau urine. Kecernaan nutrien dihitung berdasarkan jumlah nutrien tercerna (jumlah nutrien terkonsumsi dikurangi nutrien terbuang melalui feses) dibagi jumlah nutrient terkonsumsi dikalikan 100%. Kandungan bahan kering, bahan organik dan serat kasar ransum dianalisis dengan metode *Association of Official Analytic Chemist* (1980). Kandungan protein kasar dianalisis dengan teknik semi mikro Kjeldahl.

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$), dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/ *Honestly Significant Difference* /HSD (Sukada, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan aplikasi teknologi suplementasi dan biofermentasi wafer ransum limbah inkonvensional (WF₁S₁₁, WF₂S₁₂, WF₁S₂₁ dan WF₂S₂₂) menurunkan ($P < 0,05$) konsentrasi CH₄ cairan rumen (18,57-39,57%), produksi CH₄ dan CO₂ berdasarkan VFA total cairan rumen (20,15-40,45% dan 2,51-13,29%),

produksi NH₃ feses harian (42,59-61,11%) serta produksi NH₃ berdasarkan konsumsi protein kasar sebesar 10,20-51,02% dibandingkan dengan WFS₀. Pemberian WF₁S₂₁ menghasilkan konsentrasi CH₄, produksi CH₄ dan CO₂ berdasarkan VFA total cairan rumen terendah, yaitu 13,376 vs 17,410-28,762 mM; 19,738 vs 20,850-33,147% dan 45,657 vs 46,720-52,655%. Pemberian WF₁S₁₁ menghasilkan produksi NH₃ feses harian maupun berdasarkan konsumsi protein kasar terendah yaitu 0,021 vs 0,024-0,054 g/jam dan 0,024 vs 0,033-0,049%. Namun, terhadap konsentrasi CO₂ cairan rumen, konsentrasi dan produksi NH₃ urine, semua perlakuan menghasilkan nilai sama (P>0,05) (Tabel 4).

Penurunan konsentrasi metana (CH₄), produksi CH₄ dan CO₂ tiap unit VFA total cairan rumen serta produksi amoniak (NH₃) feses kambing PE merupakan hal positif yang menunjukkan teknologi suplementasi dan biofermentasi dapat menekan risiko pencemaran lingkungan pada peternakan kambing PE. Hal ini disebabkan teknologi pakan tersebut mampu memperbaiki bioproses rumen dan metabolisme nutrisi dalam tubuh yang ditunjukkan dengan adanya

peningkatan pencernaan nutrisi ransum (Tabel 5) sehingga nutrisi yang tersedia dapat dimanfaatkan dengan baik untuk produktivitas ternak, serta nutrisi terbuang yang terbuang dalam wujud emisi polutan melalui feses maupun gas hasil metabolisme rumen berkurang. Hal ini sejalan dengan laporan Washaya *et al.* (2018) yang menunjukkan pemberian ransum yang mempunyai pencernaan lebih tinggi dapat menurunkan emisi metana (% digestibel energi) dari 12,0% menjadi 10,3% sampai 8,0%. Hal ini disebabkan karena hijauan legum dapat mengurangi produksi metana enterik secara signifikan pada kambing. Hal tersebut dicapai dengan tingkat tanin dalam hijauan ini dan kadar serat yang lebih rendah.

Seperti dilaporkan oleh Du Toit *et al.* (2013), bahwa metana muncul dari aktivitas bakteri dalam rumen yang disebut bakteri methanogen. Bakteri tersebut menggunakan gas H₂ untuk mengurangi karbon dioksida (CO₂). Dengan demikian, mereka mencegah akumulasi CO₂, yang diketahui menghambat fermentasi rumen, di samping itu penurunan produksi emisi polutan (khususnya CH₄ dan CO₂) kemungkinan terjadi akibat penurunan konsentrasi asam

Tabel 4. Pengaruh aplikasi teknologi suplementasi dan biofermentasi terhadap produksi emisi polutan peternakan kambing peranakan etawa

Peubah	Perlakuan ¹					SEM ³
	WFS ₀	WF ₁ S ₁₁	WF ₂ S ₁₂	WF ₁ S ₂₁	WF ₂ S ₂₂	
CH ₄ Cairan Rumen (mM)	28,762 b ²	23,421 ab	18,226 a	17,376 a	17,410 a	1,802
CH ₄ (% VFA Total)	33,147 b	26,470 ab	20,850 a	19,738 a	20,920 a	1,862
CO ₂ Cairan Rumen (mM)	45,395 a	45,576 a	41,331 a	40,404 a	39,517 a	2,555
CO ₂ (% VFA Total)	52,655 b	51,341 ab	47,070 ab	45,657 a	46,720 ab	1,221
NH ₃ Urine (%)	0,035 a	0,026 a	0,087 a	0,094 a	0,029 a	0,026
Produksi NH ₃ Urine (ml/h)	0,220 a	0,101 a	0,087 a	0,094 a	0,072 a	0,033
Prod. NH ₃ Urine (% kons. CP)	0,200 a	0,115 a	0,126 a	0,127 a	0,089 a	0,041
NH ₃ Feses (%)	0,018 a	0,014 a	0,019 a	0,017 a	0,018 a	0,001
Produksi NH ₃ Feses (g/h)	0,054 b	0,021 a	0,024 a	0,031 a	0,027 a	0,003
Prod. NH ₃ Feses (% kons. CP)	0,049 b	0,024 a	0,036 ab	0,044 b	0,033 ab	0,004

Keterangan:¹WFS₀ = Wafer ransum limbah inkonvensional tanpa biofermentasi dan suplementasi, WF₁S₁₁ = WFS₀ terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 5 % lemak hewan, WF₂S₁₂ = WFS₀ terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 10 % lemak hewan, WF₁S₂₁ = WFS₀ terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multivitamin-mineral dan 5 % lemak hewan, dan WF₂S₂₂ = WFS₀ terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multivitamin-mineral dan 10 % lemak hewan, ²Hurup yang sama pada baris sama, berbeda tidak nyata (P>0,05), ³SEM = Standard Error of The Treatment Means

Tabel 5. Pengaruh aplikasi teknologi suplementasi dan biofermentasi terhadap konsumsi, pencernaan nutrisi dan produksi metabolit rumen kambing peranakan etawa

Peubah	Perlakuan ¹					SEM ³
	WFS ₀	WF ₁ S ₁₁	WF ₂ S ₁₂	WF ₁ S ₂₁	WF ₂ S ₂₂	
Konsumsi Ransum						
Konsumsi BK (g/h)	619,45 b ²	494,11 ab	380,59 a	402,96 ab	413,70ab	45,95
Konsumsi BO (g/h)	529,36 b	432,91 ab	339,70 a	353,04 ab	363,65ab	39,82
Konsumsi PK (g/h)	111,59 b	87,65 ab	69,13 a	71,67 a	84,28 a	8,43
Konsumsi SK (g/h)	93,71 b	56,58 a	54,51 a	74,58 ab	51,29 a	6,96
Kecernaan Nutrien Ransum						
Kecernaan BK (%)	51,50 a	69,79 b	65,90 ab	54,60 ab	63,31ab	3,72
Kecernaan BO (%)	54,27 a	72,84 b	69,37 ab	58,60 ab	66,61ab	3,46
Kecernaan PK (%)	46,32 a	71,29 b	60,41 b	59,26 ab	68,30 b	4,19
Kecernaan SK (%)	31,41 a	40,88 ab	61,06 b	45,80 ab	47,61ab	4,24
Metabolisme Rumen						
NNH ₃ Cairan Rumen (mM)	8,40 a	7,84 a	8,61 a	6,72 a	10,10 a	1,64
VFA Total C. Rumen (mM)	86,29 a	88,72 a	87,97 a	88,60 a	85,53 a	6,53
Asam Asetat (mM)	60,07 a	52,60 a	47,69 a	47,62 a	46,52 a	3,91
Asam Propionat (mM)	19,18 a	27,92 a	34,34 a	35,90 a	33,81 a	3,90
Asam Butirat (mM)	7,04 ab	8,20 b	5,93 ab	5,08 a	5,20 a	0,49

Keterangan:¹WFS₀ = Wafer ransum limbah inkonvensional tanpa biofermentasi dan suplementasi, WF₁S₁₁ = WFS₀ terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 5 % lemak hewan, WF₂S₁₂ = WFS₀ terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,15% multivitamin-mineral dan 10 % lemak hewan, WF₁S₂₁ = WFS₀ terfermentasi 1,5% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multivitamin-mineral dan 5 % lemak hewan, dan WF₂S₂₂ = WFS₀ terfermentasi 3,0% cairan rumen dan disuplementasi 0,30% multivitamin-mineral dan 10 % lemak hewan, ²Huruf yang sama pada baris sama, berbeda tidak nyata (P>0.05), ³SEM = Standard Error of The Treatment Means

butirat cairan rumen (Tabel 5) sehingga ketersediaan molekul H₂ dapat diubah menjadi metana oleh aktivitas bakteri *Methanobacterium ruminantium* maupun *Methanobacterium mobilis* rendah.

Dihasilkannya konsentrasi CH₄, produksi CH₄ dan CO₂ berdasarkan VFA total cairan rumen terendah oleh perlakuan WF₁S₂₁ menunjukkan suplementasi 0,30% multi vitamin-mineral dan 5% lemak serta biofermentasi ransum dengan 1,5% cairan rumen merupakan level terbaik untuk menghasilkan emisi metana dan CO₂ terendah. Hal ini kemungkinan sebagai akibat paling rendahnya asam butirat yang dihasilkan serta secara kuantitatif asam propionat yang dihasilkan paling tinggi (Tabel 5). Level suplementasi dan biofermentasi terbaik untuk produksi amoniak (NH₃) feses terendah dihasilkan oleh perlakuan WF₁S₁₁. Hal ini secara jelas tampak sebagai akibat peningkatan tertinggi yang dihasilkan terhadap pencernaan

nutrien, khususnya pencernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar ransum (Tabel 5). Peningkatan pencernaan nutrisi ini meningkatkan absorpsi (penyerapan) nutrisi sehingga jumlah nutrisi terbuang dalam bentuk amoniak semakin berkurang (Kubelková *et al.*, 2018; Van de Vyver *et al.*, 2013). Dilaporkan oleh Putri dan Dewantari (2017) bahwa suplementasi vitamin dan mineral dalam ransum berbasis hijauan lokal dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan ransum dan penambahan bobot hidup kambing gembong sebesar 17,81%.

Pasokan energi sangat menentukan produktivitas ternak ruminansia. Optimalisasi bioproses dalam rumen memerlukan ketersediaan substrat atau prekursor yang memadai seperti karbohidrat, amonia dari urea, garam anorganik, *volatile fatty acid* (VFA) tertentu dan beberapa vitamin. Optimalisasi pemanfaatan energi ransum untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia dapat

dilakukan melalui optimalisasi sintesis protein mikrob rumen. Seperti dilaporkan oleh Partama *et al.* (2014) bahwa terdapat korelasi positif antara sintesis protein mikrob rumen dengan produksi VFA, penambahan bobot badan, dan jumlah gas metana pada sapi bali penggemukan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (i) Aplikasi teknologi suplementasi dan biofermentasi ransum limbah inkonvensional mampu menurunkan emisi polutan kambing peranakan etawa yang bersumber dari fermentasi rumen dan limbah padat kotoran ternak (feses) dan (ii) Biofermentasi 1,5% cairan rumen dan suplementasi 0,15-0,30% multi vitamin-mineral serta 5% lemak tello mampu menghasilkan produksi amoniak feses, kadar metana, serta produksi metana dan CO₂ tiap unit VFA total yang terendah.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada sapi yang dipelihara secara *feed lot*, sehingga polusi emisi polutan dapat dikurangi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang dibiayai DP2M Dikti melalui Program Hibah Bersaing Tahun anggaran 2009. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada saudara, AAPP Wibawa, IW. Wirawan, dan IGLO Cakra, serta Dekan dan Ketua Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Kampus Bukit, Jimbaran, Badung, Bali atas izin penggunaan kandang penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1980. *Official Method of Analysis*. 13th Ed., Washington, DC.
- Du Toit CJL, Van Niekerk WA, Meissner HH. 2013. Direct greenhouse gas emissions of the South African small stock sectors. *SAJ Anim. Sci* 43: 340-361.
- Ekanayake WEMLJ, Corner-Thomas RA, Cranston LM, Kenyon PR, Morris ST. 2019. A Comparison of Liveweight Gain of

Lambs Weaned Early Onto A Herb-Clover Mixed Sward and Weaned Conventionally Onto A Ryegrass-Clover Pasture and Herb-Clover Mixed Sward. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* (Ajas) 32(2): 201-208. Doi: <https://doi.org/10.5713/Ajas.18.0301>

- Kubelková P, Jalè D, Janèik F, Homolka P. 2018. *In vitro* ruminal fermentation and fatty acid production by various oil seeds. *South African Journal of Animal Science* 48(3): 526-534. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i3.13>
- Machmüller A. 2006. Medium-chain fatty acids and their potential to reduce methanogenesis in domestic ruminants. *Agric Ecosys Environ* 112: 107-114.
- Partama IBG, Cakra IGLO, Trisnadewi AAAS. 2014. Optimizing microbial protein synthesis in the rumen through supplementation of vitamin and mineral in ration based on King grass to increase bali cattle productivity. *J Biol Chem Research* 31(2): 234-231
- Soder KJ, Brito AF, Rubano MD. 2013. Short communication: Effect of oilseed supplementation of an herbage diet on ruminal fermentation in continuous culture. *J Dairy Sci* 96: 2551-2556.
- Storm IMLD, Hellwing ALF, Nielsen NL, Madsen J. 2012. Methods for measuring and estimating methane emission from ruminants. *Animal* 2: 160-183.
- Suarna IW. 2014. *Peternakan yang Menekan Pencemaran*. Denpasar. Penerbit Buku Arti (Arti Foundation). Hlm. 9-10
- Sukada IK. 2018. *Statistika dan Rancangan Percobaan Peternakan*. Denpasar. Cetakan I. Swasta Nulus. Hlm. 37
- Washaya S, Mupangwa J, Muchenje V. 2018. Chemical composition of Lablab purpureus and Vigna unguiculata and their subsequent effects on methane production in Xhosa lop-eared goats. *South African Journal of Animal Science* 48(3): 445-458. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i3.5>

Webb EC, Allen J, Morris SD. 2018. Effects of non-steroidal growth implant and dietary zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of feedlot lambs. *South African Journal of Animal Science* 48(4): 601-608.

Van de Vyver WFJ, Beukes JA, Meeske R. 2013. Maize silage as a finisher feed for Merino lambs. *South African Journal of Animal Science* 43 (Suppl. 1).
URL: <http://www.sasas.co.za>

