

Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Aplikasi Pemanfaatan Konsorsium Bakteri dari Limbah Peternakan dengan Media Batubara dalam Menghasilkan Biogas

Y. A. Hidayati^{1,a}, E. T. Marlina¹, K. N. Rahmah¹, dan Ellin Harlia¹

¹*Faculty of Animal Husbandry, Universitas Padjadjaran, 45363 Sumedang, Indonesia*

^a*email: yuli.astuti@unpad.ac.id*

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi emisi gas rumah kaca dari populasi ternak ruminansia dan membuktikan bahwa feses ternak dapat menghasilkan gas rumah kaca (GRK) serta memanfaatkan konsorsium bakteri dalam limbah ternak ruminansia dengan media batubara untuk menghasilkan biogas. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap: Tahap 1 adalah estimasi emisi gas rumah kaca yang didasarkan pada survei populasi ternak di Kabupaten Sumedang (Jatinangor, Tanjungsari dan Sukasari) menurut metode IPCC 2006. Tahap 2 adalah percobaan skala laboratorium untuk membuktikan pembentukan gas rumah kaca dari sampel limbah ruminansia. Tahap 3 adalah pemanfaatan gas rumah kaca sebagai sumber energi dengan media batubara dan starter konsorsium bakteri dari feses ternak. Sampel untuk penelitian skala laboratorium diperoleh dengan mengaktifasi konsorsium bakteri dari feses ternak yang ditanam di media batubara. Penelitian ini dilakukan sebagai penelitian eksploratif dengan memanfaatkan feses sapi perah, feses sapi potong, feses kerbau yang ditambahkan secara terpisah ke dalam medium 98-5 yang terbuat dari campuran komponen kimia dan diencerkan dengan aquadest dan cairan rumen. Setiap sampel disimpan ke dalam digester anaerobik 250 ml, diinkubasi selama 15 hari, dianalisis dengan Gas Chromatography (GC-A14). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peternakan ruminansia menghasilkan gas rumah kaca khususnya CH₄ yang berpotensi dapat dikurangi dengan memanfaatkannya sebagai biogas dengan media batubara.

Kata kunci: GRK, feses ruminansia, batubara, metana

Estimation of greenhouse gasses emission and application of bacterial consortium utilization from livestock waste with coal media to produce biogas

Abstract

The aim of this research is Estimating greenhouse gas emissions from ruminant livestock populations and and prove that livestock feces can produce greenhouse gas (GHG) and utilize the consortium of bacteria in ruminant livestock waste with coal media to produce biogas.. This research consisted of three phases: Phase 1 was a survey of greenhouse gas emissions based on livestock population from three sub-districts Sumedang (Jatinangor, Tanjungsari and Sukasari) according to the IPCC 2006 method. Phase 2 was an experiment on laboratory scale to prove the formation of greenhouse gases from a sample of ruminant wastes. Phase 3 was the utilization of greenhouse gases as an energy source with coal media and starter of bacterial consortium from livestock feces. Sample for the laboratory scale research was obtained by activating a consortium of bacteria from animal feces grown in coal medium. This research conducted as an explorative study utilizing dairy cattle feces, beef cattle feces, buffalo feces which was separately added into medium 98-5 made from mixture of medium and chemical components and diluted with distilled water and rumen liquid. Each sample was stored into 250 ml anaerobic digester, observed for 15 days, analyzed by Gas Chromatography (GC-A14). The result showed that ruminant livestock produced greenhouse gases in particular CH₄ that potentially be reduced by utilizing it as biogas with coal media..

Keywords: GHG, ruminant waste, coal, methane

Pendahuluan

Peternakan, seperti sapi perah, kerbau, domba, kambing, babi, ayam pedaging dan ayam petelur dan bebek, dapat menghasilkan gas metana. Pada peternakan intensif yang terkonsentrasi di daerah padat penduduk, limbah ruminansia (sapi perah, kerbau, domba dan kambing) cenderung ditumpuk dan terakumulasi di suatu tempat. Kondisi ini akan memicu produksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai akibat fermentasi enterik dan pengelolaan limbah ternak, setelah tumpukan limbah tersebut menjadi tinggi dan memaparkan kondisi anaerobik. Jenis ternak lainnya (babi, ayam pedaging, ayam petelur dan bebek) hanya menghasilkan GRK dari pengelolaan limbah ternak. Pembentukan GRK termasuk didalamnya gas metana (CH₄), gas karbon dioksida (CO₂). Gas metana (CH₄) adalah gas rumah kaca yang memiliki waktu tinggal di atmosfer cukup lama, yaitu ± 11 tahun. Mengacu kepada Undang-Undang Republik Indonesia nomor 16 Tahun 2016 tentang pengesahan Paris Agreement to the United Nations Framework Convention Onclimate Change (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim), tujuan Persetujuan Paris adalah untuk membatasi kenaikan suhu global di bawah 2°C dari tingkat pra-industrialisasi dan melakukan upaya membatasinya hingga di bawah 1,5°C, untuk mewujudkan tujuan tersebut pemerintah Indonesia mewujudkan dalam Nationally Determined Contribution (NDC), yang mencakup mitigasi, adaptasi, pendekatan strategis, proses perencanaan. Berdasarkan hal tersebut, emisi GRK harus diawasi secara dini untuk meminimalkan masalah yang lebih besar. salah satu GRK yang dihasilkan dari peternakan adalah gas metana, yang dapat dimanfaatkan sebagai energi ramah lingkungan setelah disimpan sebagai biogas pada digester.

Emisi gas metana (CH₄) merupakan indikator untuk menghitung emisi GRK yang berasal dari sektor peternakan, emisi gas metana (CH₄) berasal dari fermentasi *enteric* dan pengolahan feses ternak sedangkan emisi gas CO₂ tidak dihitung, karena gas CO₂ digunakan oleh tanaman dalam proses fotosintesis kemudian dibuang ke atmosfer melalui proses respirasi. Herbivora menghasilkan gas metana melalui fermentasi *enteric*. Ternak ruminansia (kerbau, sapi,

domba, kambing) menghasilkan gas metana lebih tinggi dibandingkan dengan ternak non ruminansia (kuda, babi).

Feses ternak ruminansia merupakan bahan organik dan mengandung konsorsium bakteri, dalam kondisi anaerob dapat mengkonversi feses ternak menjadi biogas termasuk gas metana (CH₄). Konsorsium bakteri ini dapat dijadikan starter dalam pembentukan biogas pada berbagai bahan organik, diantaranya *coal bed methane* (CBM). CBM merupakan gas metana yang timbul pada proses pembentukan batu bara. Pada lahan bekas penambangan batu bara dimungkinkan masih menyimpan CBM. Pemerintah daerah setempat membuat kebijakan, agar dilakukan penghijauan pada lahan bekas penambangan batu bara. Penghijauan dilakukan dengan budidaya tanaman pakan ternak, selain memperbaiki kerusakan vegetasi, dapat juga digunakan system tumpang sari dengan budidaya ternak pada lahan tersebut. Sistem tumpang sari memberikan manfaat ganda, selain menghasilkan sumber pakan bagi ternak, limbah ternak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai stater untuk mengaktifkan CBM yang tertinggal pada lahan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi emisi gas rumah kaca dari populasi ternak ruminansia dan membuktikan bahwa feses ternak dapat menghasilkan GRK serta memanfaatkan konsorsium bakteri dalam limbah ternak ruminansia dengan media batubara untuk menghasilkan biogas.

Materi dan Metode

Tahap 1

Estimasi emisi CH₄ dari fermentasi enterik dan pengelolaan limbah ternak melalui survei populasi ternak di Kabupaten Sumedang (Jatinangor, Tanjungsari dan Sukasari), diawali dengan menghitung **jumlah ternak dalam Animal Unit (AU)** dengan rumus :

$$N(T) \text{ in Animal Unit} = N(x) * k(T)$$

$$N(T) = \text{jumlah ternak dalam AU}$$

$$N(x) = \text{jumlah ternak/ ekor}$$

$$k(T) = \text{factor koreksi masing-masing ternak}$$

(Faktor koreksi sapi perah 0,75; sapi potong 0,72; kerbau 0,72)

Emisi CH₄ dari fermentasi enteric dihitung dengan rumus :

$E_{CH_4}(FE) = EF(T) * N(T) * 10^{-6}$
 $E_{CH_4}(EF)$ = Emisi metana dari fermentasi enteric, Gg CH_4 / tahun
 $EF(T)$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu kg CH_4 /ekor/tahun
 $N(T)$ = Jumlah populasi jenis ternak tertentu, AU
 T = jenis/katagori ternak
 (Faktor Emisi Metana dari Fermentasi Enterik Sapi perah 61, Sapi Potong 47, Kerbau 55)

Emisi CH_4 dari pengelolaan limbah ternak dihitung dengan rumus:

$E_{CH_4}(MM) = EF(T) * N(T) * 10^{-6}$
 $E_{CH_4}(MM)$ = Emisi metana dari Management Manure, Gg CH_4 / tahun
 $EF(T)$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu kg CH_4 /ekor/tahun
 $N(T)$ = Jumlah populasi jenis ternak tertentu, AU
 T = jenis/katagori ternak
 (Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak Sapi Perah 31, Sapi Potong 1, Kerbau 2)
 (Metode Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006)

Tahap 2

Pembentukan CH_4 dari limbah ruminansia dengan prosedur sebagai berikut:
 Persiapan cairan rumen disaring dan filtratnya disterilkan dan dipisahkan dari padatan terlarut menggunakan centrifuge pada 100 rpm selama 20 menit pada suhu 4 ° C. Sampel feses sapi perah, feses sapi potong, feses kerbau diencerkan dengan NaCl sampai 10^{-4} . Kemudian, sampel ditanam dalam botol serum (250 ml) yang mengandung 98-5 media, terdiri dari 15.0 ml larutan mineral I (0.6 g K_2HPO_4 , 100 ml air suling) dan larutan mineral II (1.2 g $(NH_4)_2SO_4$, 1.2 g NaCl, 0.12 g $CaCl_2$, 0.6 g KH_2PO_4 , 0,25 g $MgSO_4.7H_2O$, 100 ml air suling), 0.1 ml resazurin 0.1%, cairan rumen 40.0 ml, 0.05 g glukosa, 0.05 sel cellobiose,

0.05 g pati larut , 5.0 ml sistein-HCl. $H_2O-Na_2S.9H_2O$, 5.0 ml Na_2CO_3 8%. Parameter yang diamati adalah CH_4 yang diproduksi. Sampel gas diambil dari tabung kultur dalam media cair menggunakan syringe dan diukur jumlah CH_4 dengan menggunakan GC

Tahap 3

Pemanfaatan konsorsium bakteri dari feses ternak sebagai starter biogas dengan media batubara. Aktivasi konsorsium bakteri dari setiap feses ternak (sapi perah, sapi potong, Kerbau) menggunakan teknik invitro dengan saliva buatan (maddock) berlangsung selama 8-10 jam, kemudian dimasukkan ke dalam botol serum yang berisi 98-5 medium dan diinkubasi selama seminggu (fase adaptasi). Kemudian digunakan sebagai starter biogas dengan media batubara dan diinkubasi selama 15 hari. Parameter yang diamati adalah CH_4 yang dihasilkan. Sampel gas diambil dari tabung kultur dalam media cair dengan menggunakan syringe dan diukur jumlah CH_4 dengan menggunakan Gas Chromatography (GC).

Hasil dan Pembahasan

Estimasi emisi CH_4 dari Fermentasi Enterik dan Pengolahan Limbah Ternak berdasarkan populasi ternak yang diperoleh dari kabupaten Sumedang (Jatinangor, Tanjungsari dan Sukasari).

Peternakan sapi perah, sapi potong dan kerbau berpotensi menghasilkan GRK termasuk didalamnya gas metana (CH_4), emisi gas tersebut dapat dihitung dengan menggunakan metode IPCC 2006, hasil estimasi emisi CH_4 tersaji pada tabel 1.

Berdasarkan hasil perhitungan emisi CH_4 peternakan terdiri dari emisi CH_4 dari fermentasi enterik dan emisi CH_4 dari pengelolaan limbah ternak, emisi CH_4 dari peternakan sapi perah mencapai 0.31389 Gg CH_4 /tahun dan 0.15951 Gg CH_4 /tahun, dan emisi CH_4 dari peternakan sapi potong

Tabel 1. Emisi CH_4 dari fermentasi enterik dan pengolahan limbah ternak

Katagori Ternak	Jumlah Ternak (ekor)	Emisi CH_4 dari Fermentasi Enterik (Gg CH_4 /Tahun)	Emisi CH_4 dari Pengolahan Limbah Ternak (Gg CH_4 /Tahun)
Sapi Perah	6861	0.31389	0.15951
Sapi Potong	28735	0.97239	0.02068
Kerbau	3655	0.14473	0.00526

mencapai 0.97239 GgCH₄/tahun dan 0.02068 GgCH₄/tahun, serta emisi CH₄ dari peternakan sapi potong mencapai 0.14473 GgCH₄/tahun dan 0.00526 GgCH₄/tahun, Hal ini menggambarkan perkiraan gas metana yang terbangun lepas ke atmosfer. Berdasarkan metode IPCC 2006, emisi CH₄ yang dihasilkan dari peternakan dipengaruhi oleh species dan populasi ternak, hal ini berkaitan dengan jumlah feses yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan pendapat Nurhayati IS1 dan Widiawati Y (2017); A. Hervani dan M. Ariani (2019) yang menyatakan bahwa emisi GRK dari masing-masing species ternak berbeda. Emisi GRK dari suatu wilayah ditentukan oleh jumlah ternak. Menurut Budi Haryanto dan A.Thalib (2009) menyatakan proses fermentasi rumen ternak ruminansia menghasilkan gas metana dan dipengaruhi oleh species ternak, kualitas pakan, suhu lingkungan serta proses fisiologis ternak. Menurut Sindu Akhadiarto dan Muhamad N. Rofiq (2017) menyatakan nilai estimasi emisi gas CH₄ dari fermentasi enteric dipengaruhi oleh populasi ternak.

Produksi Gas Metana dari Limbah Ternak Ruminansia.

Feses ternak ruminansia merupakan bahan organik dan mengandung konsorsium bakteri, dalam kondisi anaerob dapat

mengkonversi feses ternak menjadi biogas termasuk gas metana (CH₄). Produksi gas metana dari limbah sapi perah, limbah sapi potong dan limbah kerbau disajikan pada tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis pada proses fermentasi anaerob dari feses sapi perah, feses sapi potong dan feses kerbau dalam media 98-5, produksi gas metana (CH₄) yang dihasilkan berturut-turut pada feses sapi perah menghasilkan gas metana sebesar 704 ppm, pada feses sapi potong menghasilkan gas metana sebesar 553 ppm dan pada feses kerbau 937 ppm. Produksi gas metana tertinggi dihasilkan dari feses kerbau (937 ppm), hal ini diduga kandungan bahan organik dan mikroorganisme dalam feses kerbau lebih sesuai sebagai substrat pembentuk gas metana. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian I Karman dkk (2019) yang menunjukkan bahwa feses kerbau menghasilkan biogas tertinggi. Budidaya kerbau kebanyakan dilakukan secara ekstensif, sehingga pakan yang dikonsumsi beraneka ragam hijauan, hal ini akan mempengaruhi kandungan bahan organik dan mikroorganisme dalam rumen maupun dalam feses. Hal ini sejalan dengan pendapat Afdal, M (2003) yang menyatakan jumlah dan jenis mikroorganisme rumen dan feses dipengaruhi oleh pakan yang dikonsumsi dan spesies ternak.

Tabel 2. Produksi Metana dari Limbah Ternak

Kategori Ternak	Produksi Gas Metana (CH ₄) (ppm)
Sapi Perah	704
Sapi Potong	553
Kerbau	937

Pemanfaatan konsorsium bakteri dari feses ternak sebagai starter biogas dengan media batubara

Konsorsium bakteri dari feses ruminansia dapat diaktivasi dan dijadikan starter pada media batubara dan menghasilkan gas metana

(CH₄). Produksi gas metana dari proses fermentasi anaerob dengan starter konsorsium bakteri dari feses sapi perah, feses sapi potong, feses kerbau dalam media batubara, disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Produksi Metana dari proses fermentasi anaerob dengan starter konsorsium bakteri dari feses ternak dalam media batu bara

Kategori Ternak	Produksi Gas Metana (ppm)
Sapi Perah	99504.35
Sapi Potong	92355.33
Kerbau	119367.10

Berdasarkan analisis dari proses fermentasi anaerob dengan starter konsorsium bakteri dari feses ternak dalam media batu bara, berturut-turut produksi gas metana yang dihasilkan dengan starter konsorsium bakteri dari feses sapi perah menghasilkan gas metana sebesar 99504.35 ppm, dengan starter konsorsium bakteri dari feses sapi potong menghasilkan gas metana sebesar 9 dengan starter konsorsium bakteri dari feses kerbau menghasilkan gas metana sebesar 119367.10 ppm. Produksi gas metana tertinggi diperoleh dari proses fermentasi anaerob dengan starter konsorsium bakteri dari feses kerbau, hal ini diduga berkaitan dengan feses kerbau yang menghasilkan gas metana yang tertinggi dibanding dengan feses sapi perah dan sapi potong, yang dipengaruhi oleh keanekaragaman bakteri dalam feses kerbau. Hal ini sejalan dengan pendapat Wati L, dkk (2014) yang menyatakan jenis feses berpengaruh terhadap produksi biogas. Menurut Syapura dkk (2013) yang menyatakan bahwa inoculum dari feses kerbau dapat meningkatkan produksi gas metana. Konsorsium bakteri dalam feses kerbau mampu dan sesuai dalam mendegradasi batubara. Hal ini sejalan dengan pendapat E.T. Marlina (2020), yang merekomendasikan bahwa inokulum mikroba dari feses kerbau dapat digunakan untuk memproduksi gas metana dari batubara lignit.

Kesimpulan

Emisi GRK dari peternakan dapat diestimasi dengan mengetahui data populasi ternak dari suatu wilayah dan produksi GRK dari masing-masing ternak dapat dibuktikan dalam skala laboratorium serta produksi GRK dari peternakan ruminansia dapat dikurangi dengan memanfaatkan konsorsium bakteri dalam limbah ternak ruminansia dan media batubara untuk menghasilkan biogas.

Ucapan Terima Kasih

Kami sangat berterimakasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran melalui Akademik Leader Grant (ALG) dan DPRM Universitas Padjadjaran serta terimakasih kepada Prof. Dr. Ellin Harlia, MS yang telah memimpin Program di Fakultas Peternakan dan memberikan wawasan serta keahlian yang sangat membantu peneliti.

Daftar Pustaka

- Afdal, M., D.I. Givens, C. Rymer, E. Owen, and F. Mould. 2003. *The relationship between diet and the chemical composition of sheep faeces*. Proc. Br. Soc. Anim. Sci. p.150.
- A. Hervani dan M. Ariani (2019). Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak di Yogyakarta – Inventarisasi. *Jurnal Peternakan Indonesia*, Vol. 21 (3): 319-326.
- Akhadiarto S dan Muhamad N. Rofiq. 2017. Estimasi Emisi Gas Metana dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia Menggunakan Metode Tier-1 di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol. 18, No 1, 1-8.
- Haryanto B dan A.Thalib .2009. Emisi Metana Dari Fermentasi Enterik: Kontribusinya Secara Nasional Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya Pada Ternak. *Wartazoa*, Vol. 19 No. 4.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Buku II Volume 3. Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Dan Penyerapan Gas Rumah Kaca. .
- Karman I, K Umam, AB Witarto. 2019. Uji Efektifitas Feses Ternak (Sapi, Kerbau Dan Kuda) Terhadap Produksi Biogas Yang Dihasilkan Di Dusun Batu Alang, Sumbawa. *Jurnal Tambora* Vol. 3 No. 3 : 101 – 106.
- Nurhayati IS dan Widiawati Y. 2017. *Emisi Gas Rumah Kaca dari Peternakan di Pulau Jawa yang Dihitung dengan Metode Tier-1 IPCC*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner-p.292-300.
- Marlina, E.T., H. Hamdani, R. Ridwan, L. Ikhsani, Y.A. Hidayati, K.N. Rahmah and E. Harlia. 2020. Potential of microbial inoculum from buffalo feces in activating lignite coal bed methane. *J. Environ. Biol.*, 41, 650-657.
- Syapura, M. Bata dan WS Pratama. 2013. Peningkatan Kualitas Jerami Padi dan Pengaruhnya Terhadap Kecernaan Nutrien dan Produk Fermentasi Rumen Kerbau dengan Feces Sebagai Sumber Inokulum. *Agripet*, Vol 13, No. 2 : 59 – 67.
- Wati L, Y. Ahda, D. Handayani . 2014.

Pengaruh Volume Cairan Rumen Sapi
Terhadap Berbagai Feses Dalam

Menghasilkan Biogas. *Jurnal Sainstek*,
Vol. VI No. 1: 43-51.