
Analisis Pengaruh Penambahan Molase dan Urin Sapi dalam Pembuatan Pupuk Cair Isi Rumen Limbah Rumah Pemotongan Hewan Terhadap Timbulan Gas Rumah Kaca (CO_2 , CH_4 , dan N_2O)

Greace Fitriana Chandramanik^{*)}, Haryono Setiyo Huboyo^{}, Wiharyanto Oktiawan^{**}**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang

Email: gracechandramanik@gmail.com

Abstrak

Limbah rumen cair dari rumah pemotongan hewan yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan gas rumah kaca yang tidak terkontrol dalam proses penguraiannya. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair yang ditambahkan molase dan urin sapi dengan proses fermentasi anaerob. Namun, pengaruh penambahan molase dan urin sapi belum banyak diketahui, sehingga dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan molase dan urin sapi dalam pengolahan limbah isi rumen rumah pemotongan hewan terhadap timbulan gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , dan N_2O). Penelitian ini menggunakan 10 reaktor dengan menggunakan variabel bebas volume penambahan molase (80 ml, 120 ml, dan 160 ml), volume penambahan urin sapi (500 ml, 750 ml, dan 1000 ml), serta waktu pengujian (0, 7, 14, dan 21 hari). Variabel terikat adalah gas CO_2 , CH_4 dan N_2O . Sedangkan variabel kontrolnya adalah suhu, pH dan amonia. Volume gas yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah isi rumen cair selama 21 hari adalah antara 0,5314 – 1,5585 liter, dengan volume yang paling banyak yaitu pada reaktor ke-8 (penambahan urin 500 ml dan molase 160 ml) sebesar 1,5585 liter dan volume yang paling sedikit adalah reaktor ke-1 atau reaktor kontrol (tanpa penambahan molase dan urin sapi) yaitu sebesar 0,5314 liter. Penambahan molase dalam proses pengolahan limbah isi rumen cair untuk pembuatan pupuk cair berpengaruh tidak signifikan terhadap peningkatan fluks gas CH_4 dan N_2O , namun untuk fluks gas CO_2 berpengaruh signifikan. Sedangkan penambahan urin dalam proses pengolahan limbah isi rumen cair untuk pembuatan pupuk cair berpengaruh signifikan terhadap peningkatan fluks gas CH_4 dan CO_2 , sedangkan untuk fluks gas N_2O berpengaruh tidak signifikan.

Kata Kunci: Limbah rumen cair, molase, urin sapi, CO_2 , CH_4 , N_2O

Abstract

Rumen waste from slaughterhouses are not managed well can cause uncontrolled greenhouse gases in the treatment. The waste can be used as liquid fertilizer added molasses and urine cattle with anaerobic fermentation process. However, the effect of adding molasses and cow urine largely unknown, so do research on the effect of adding molasses and cow urine in rumen waste treatment of slaughterhouses to greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , and N_2O). This research uses 10 reactors by using variable volume addition of molasses (80 ml, 120 ml and 160 ml), volume addition of urine cattle (500 ml, 750 ml and 1000 ml), and the testing time (0, 7, 14, and 21 days). The dependent variable is gas CO_2 , CH_4 and N_2O . While the control variables are temperature, pH and ammonia. The volume of gas produced from the rumen waste treatment process for 21 days is between 0,5314 to 1,5585 liters, with volume at most that the reactor 8 (addition of 500 ml of urine and molasses 160 ml) is 1,5585 liter and the least is the volume of the reactor to reactor-1 or control (without addition of molasses and cow urine) is 0,5314 liters. The addition of molasses in rumen waste treatment process to liquid fertilizer production is not significant effect on the increase in CH_4 and N_2O flux, but the flux of CO_2 is significant effect. While the addition of urine in rumen waste treatment process to liquid fertilizer production is significant effect on the increase in gas flux of CH_4 and CO_2 , while for gas N_2O flux effect is not significant.

Keyword: Rumen waste, molasses, urine cattle, CO_2 , CH_4 , N_2O

1. Latar Belakang

Emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan penyebab terjadinya pemanasan global. GRK merupakan gas-gas di atmosfer bumi yang dapat memantulkan kembali panas yang dipancarkan oleh permukaan bumi dan menyebabkan terjadinya peningkatan suhu permukaan bumi (Haryanto dkk., 2009). Tiga jenis GRK utama yaitu karbondioksida (CO_2), metana (CH_4) dan nitrogen dioksida (N_2O) yang dianggap sebagai lapisan gas yang berperan sebagai perangkap gelombang panas dan akhir-akhir ini konsentrasi di atmosfer terus meningkat sampai dua kali lipat (IPCC, 2001). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2010), terdapat 4 sektor penyumbang GRK dari aktivitas manusia. Sektor pertanian berada pada urutan keempat dalam penyumbang GRK, setelah sektor kehutanan, energi, dan limbah. Sementara itu, terdapat 5 (lima) kegiatan dalam sektor pertanian yang menjadi sumber GRK yaitu peternakan, budidaya padi sawah, pembakaran padang sabana, pembakaran limbah pertanian dan tanah pertanian.

Rumah pemotongan hewan (RPH) adalah salah satu aktivitas peternakan yang menyumbangkan emisi gas rumah kaca berupa karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitro oksida (N_2O) (Sejian *et.al.*, 2012) dari hasil samping kegiatan produksi daging (Kartika, 2011). Penambahan emisi GRK dari sektor peternakan berkaitan dengan bertambahnya populasi ternak akibat meningkatnya permintaan daging mencapai 12,42% per tahunnya (Tawaf, 2015). Tahun 2006, Perserikatan Bangsa-Bangsa mengeluarkan laporan berjudul *Livestock's Long Shadow* yang disusul pada tahun 2008 dengan judul *Kick the Habit* menyebutkan bahwa aktivitas peternakan menyumbang 18% GRK berupa karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitro oksida (N_2O), jauh lebih besar dari sumbangannya gas rumah kaca (karbondioksida) dari seluruh moda transportasi di dunia yang ‘hanya’ 13,5% (Herawati, 2012). Kegiatan peternakan setidaknya menyumbangkan 24,1% dari total emisi yang berasal dari sektor pertanian (Gustiar, 2014). Emisi yang berasal dari kegiatan peternakan bersumber dari aktivitas pencernaan ternak dan limbah dari ternak (Haryanto, dkk., 2009). Sementara itu, salah satu limbah yang

dihasilkan dari RPH adalah limbah isi rumen. Komposisi gas yang terkandung di dalam rumen kurang lebih terdiri dari 63%-63,35% CO_2 ; 26,76%-27% CH_4 ; 7% N_2 serta sedikit H_2S ; H_2 ; dan O_2 (Wilki, 2000). Limbah isi rumen RPH apabila tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan karena dapat menimbulkan emisi GRK yang tidak terkontrol dalam penguraian limbah tersebut (Yenni, dkk, 2012). Emisi GRK tersebut berdampak pada kenaikan suhu muka bumi sehingga terjadi pemanasan global dan memicu perubahan iklim.

Limbah isi rumen dari RPH memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair untuk mengurangi pencemaran lingkungan, (Marshelina, 2015). Limbah isi rumen cair mengandung senyawa organik yang tinggi yaitu COD sebesar 17.183 mg/l (Hasil uji karakteristik limbah isi rumen), sehingga pemanfaatannya dapat dilakukan dengan proses fermentasi anaerob (tanpa menggunakan oksigen), merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran udara (Ihsan, 2013). Pada proses tersebut, bahan organik akan didegradasi oleh mikroorganisme dan dapat menghasilkan gas. Menurut Price,*et.al* (1981), karbohidrat dalam fermentasi anaerob akan terurai sebagai gas CH_4 dan CO_2 dan menurut Walworth (2013), senyawa nitrogen total tereduksi menjadi gas N_2O . Pupuk cair dari limbah isi rumen murni memiliki kandungan C dan N yang rendah. Karenanya, dalam pembuatan pupuk cair limbah isi rumen ditambahkan molase dan urin sapi untuk meningkatkan kandungan C-organik dan N-TOTAL. Pengaruh penambahan bahan tersebut dalam pembuatan pupuk cair isi rumen terhadap timbulan gas rumah kaca belum diketahui. Oleh karena itu, berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan molase dan urin sapi dalam pembuatan pupuk cair isi rumen limbah Rumah Pemotongan Hewan terhadap timbulan gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , dan N_2O).

2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menganalisis timbulan gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses pembuatan pupuk cair isi rumen limbah rumah

pemotongan hewan dengan penambahan molase dan urin sapi.

- Menganalisis pengaruh penambahan molase dan urin sapi dalam pembuatan pupuk cair isi rumen limbah rumah pemotongan hewan terhadap timbulan gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 dan N_2O).

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimental laboratoris. Penelitian dilakukan selama bulan April-Mei 2016. Pengambilan sampel GRK dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro dan untuk analisis sampel gas dilakukan di Laboratorium Gas Rumah Kaca, Balingtan, Pati. Sementara itu, variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. **Variabel Bebas**, yaitu volume molase yang ditambahkan, dan volume urin yang ditambahkan.

Tabel 3.1 Variasi Konsentrasi

Reaktor	Rumen (l)	Molase (l)	Urin Sapi (l)
1	2	0	0
2	2	0,08	0,5
3	2	0,08	0,75
4	2	0,08	1
5	2	0,12	0,5
6	2	0,12	0,75
7	2	0,12	1
8	2	0,16	0,5
9	2	0,16	0,75
10	2	0,16	1

Sementara itu, waktu pengujian yang dilakukan adalah hari ke-0, 7, 14, dan 21.

b. **Variabel Terikat**, yaitu gas CO_2 , CH_4 , dan N_2O .

c. **Variabel Kontrol**, yaitu suhu, pH, dan amonia.

Sementara itu, analisis laboratorium gas akan didapatkan hasil konsentrasi GRK (ppm), kemudian dikonversi menjadi satuan mg/m^3 dengan rumus(Wight, 1994):

$$\text{Konsentrasi Gas mg/m}^3 = \frac{\text{konsentrasi (ppm)} \times \text{MW}}{24,5}$$

Konsentrasi yang telah dikonversi digunakan untuk menghitung fluks GRK (IAEA, 1992):

$$\text{Fluks GRK} = \frac{dc}{dt} \times \frac{V_{ch}}{A_{ch}} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{273,2 + T}$$

Untuk penentuan estimasi volume gas dilakukan dengan prinsip manometer, yaitu dengan menghitung penurunan tinggi air yang terdapat dalam selang menggunakan penggaris setiap hari. Penurunan tersebut terjadi karena adanya tekanan, dihitung menggunakan rumus tekanan hidrostatis ($P_{\text{gas}} =$

$\rho \cdot g \cdot \Delta h + P_{\text{atm}}$). Kemudian tekanan gas yang dihasilkan, digunakan untuk menghitung volume gas menggunakan Hukum Gas Ideal (Wight, 1994):

$$P \times V = n \times R \times T$$

Hasil observasi serta hasil uji laboratorium selanjutnya dianalisis secara deskriptif, kajian pustaka, dan statistik *One Way Anova* dengan software Minitab.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Karakteristik Awal

Hasil uji pendahuluan karakteristik limbah isi rumen adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Isi Rumen

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	C-Organik	%	7,1
2	N-Total	%	0,3

Hasil uji pendahuluan karakteristik molase adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Karakteristik Molase

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	C-Organik	%	58,5
2	N-Total	%	0,9

Berdasarkan tabel 4.2di atas, diketahui apabila kandungan C-Organik molase sebesar 58,5% atau jauh lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan C-Organik pada limbah isi rumen. Dengan demikian, molase dapat digunakan sebagai sumber tambahan C-Organik dalam fermentasi limbah isi rumen sebagai pupuk cair.

Sementara itu, hasil uji pendahuluan karakteristik urin sapi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Karakteristik Urin Sapi

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	C-Organik	%	5,8
2	N-Total	%	1,5

Berdasarkan tabel 4.3 di atas, diketahui apabila urin sapi mengandung C-Organik (5,8%) dan N-Total (1,5%). Kandungan N-Total urin sapi tersebut lebih besar dibandingkan dengan limbah isi rumen. Dengan demikian, urin sapi dapat digunakan sebagai sumber penambah N-Total dalam fermentasi limbah isi rumen sebagai pupuk cair.

4.2 Volume Gas yang Dihasilkan

Hasil perhitungan volume gas yang dihasilkan menggunakan hukum Gas Ideal adalah sebagai berikut:

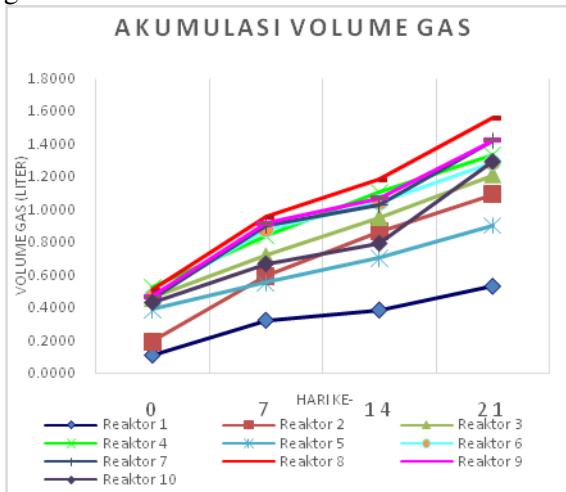
Tabel 4.1 Volume Gas yang Terbentuk

Reaktor ke-	V limbah	Hari ke			
		0	7	14	21
1	2	0,111	0,213	0,063	0,148
2	2,58	0,192	0,401	0,272	0,228

3	2,83	0,459	0,258	0,234	0,259
4	3,08	0,524	0,316	0,264	0,230
5	2,62	0,388	0,165	0,150	0,199
6	2,87	0,473	0,406	0,168	0,240
7	3,12	0,454	0,447	0,128	0,391
8	2,66	0,507	0,446	0,229	0,377
9	2,91	0,468	0,448	0,154	0,353
10	3,16	0,430	0,238	0,125	0,502

Sumber : Analisis Data Primer, 2016

Berdasarkan tabel 4.5 di atas, diketahui bahwa volume gas yang dihasilkan sedikit di setiap reaktor yaitu pada rentang 0,063 – 0,524 liter. Grafik akumulasi volume gas yang terbentuk pada semua reaktor dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Akumulasi Volume Gas

Sementara itu, komposisi yang terkandung dalam volume gas yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Komposisi Gas

Reaktor ke-	V Gas (liter)	Komposisi Gas (liter)		
		CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Reaktor 1	0,5314	0,01647	0,51494	0,0000027
Reaktor 2	1,0925	0,00637	1,08613	0,0000019
Reaktor 3	1,2103	0,01242	1,19785	0,0000016
Reaktor 4	1,3341	0,03053	1,30357	0,0000013
Reaktor 5	0,9026	0,00412	0,89849	0,0000020
Reaktor 6	1,2864	0,01453	1,27189	0,0000016
Reaktor 7	1,4201	0,02197	1,39814	0,0000012
Reaktor 8	1,5585	0,01682	1,54164	0,0000018
Reaktor 9	1,4231	0,01568	1,40745	0,0000018
Reaktor 10	1,2954	0,02492	1,27045	0,0000015

Berdasarkan gambar 4.1, diketahui bahwa reaktor ke-8 menghasilkan volume gas terbanyak yaitu sebesar 1,5585 liter. Sementara itu, volume gas yang terbentuk paling rendah dimiliki oleh reaktor 1 atau reaktor kontrol yaitu sebesar 0,5314 liter. Apabila dibandingkan

volume gas yang dihasilkan secara teori yaitu sebesar 179,088 liter, volume gas yang dihasilkan dalam penelitian ini termasuk sedikit. Menurut Ratnaningsih dkk (2009), hal ini dikarenakan telah terjadi proses degradasi yang tidak maksimal dengan adanya penambahan molase dan urin sapi. Rendahnya produksi gas merupakan pengaruh dari variasi jenis substrat pada masing-masing reaktor atau rasio C/N dalam reaktor karena penambahan molase pada limbah isi rumen menimbulkan beban organik berlebih. Selain jenis substrat, rendahnya produksi gas juga dipengaruhi suhu pada reaktor. Menurut Fithry (2010), menyebutkan bahwa suhu dibawah 30°C menyebabkan volume gas yang dihasilkan kurang maksimal.

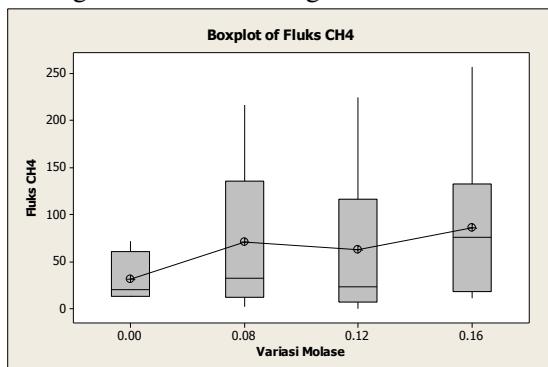
Sementara itu berdasarkan tabel 4.2, dapat diketahui bahwa komposisi terbesar adalah gas CO₂ yaitu sekitar 0,51494 – 1,54164 liter. Kandungan gas CO₂ yang tinggi apabila dilepas langsung ke lingkungan dapat menambah potensi pemanasan global. Hal ini dikarenakan gas CO₂ menyerap panas matahari sehingga jika gas CO₂ di permukaan bumi semakin banyak, maka permukaan bumi akan semakin panas. Sedangkan komposisi gas CH₄ sekitar 0,00412 – 0,03053 liter dan untuk gas N₂O sekitar 0,0000012 – 0,0000027 liter. Walaupun komposisi gas CH₄ dan N₂O dalam proses fermentasi ini sedikit, namun kedua gas tersebut memiliki dampak yang besar jika dilepas langsung ke udara ambien. Menurut Vlaming (2008), gas CH₄ dan N₂O memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan gas CO₂ terhadap pemanasan global. Hal ini dikarenakan gas CH₄ menyerap panas 25 kali lebih besar dari CO₂, sedangkan gas N₂O 210 kali lebih besar dari CO₂. Oleh karena itu, gas yang dihasilkan dalam proses fermentasi pembuatan pupuk cair ini lebih baik dimanfaatkan, salah satunya adalah sebagai biogas. Untuk memperoleh hasil biogas yang optimum, perlu dilakukan kajian variasi penambahan molase dan urin sapi agar rasio C/N dalam reaktor dapat memenuhi untuk berlangsungnya proses fermentasi dan menyeimbangkan bakteri dalam reaktor untuk menghasilkan gas CH₄ yang lebih banyak dibandingkan gas CO₂. Selain itu, dalam proses fermentasi juga perlu ditambahkan larutan buffer untuk mengurangi gas CO₂ yang terbentuk dan menstabilkan pH dalam reaktor (Aulia,2014). Gas CO₂ perlu dikurangi karena

gas CO₂ sering disebut juga gas asam (Kartohardjono, 2007) sehingga gas CO₂ dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri metanogen dalam memproduksi gas metan.

4.3 Pengaruh Penambahan Molase dan Urin Sapi terhadap Timbulan Gas Rumah Kaca

a. Pengaruh Penambahan Molase dan Urin Sapi terhadap CH₄

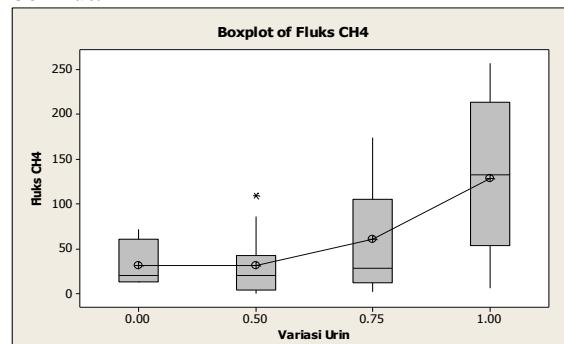
Pengaruh penambahan molase terhadap fluks gas CH₄ adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Penambahan Molase terhadap CH₄

Berdasarkan gambar 4.2 diatas, diketahui bahwa penambahan molase dapat meningkatkan fluks CH₄. Penambahan ini dikarenakan molase berfungsi sebagai sumber karbon yang cukup untuk pertumbuhan bakteri dalam proses perombakan anaerob bahan organik (Pramana, 2008). Menurut Indriyani (2009), bakteri metanogen membutuhkan nutrisi untuk mensintesis komponen sel (seperti polisakarida, protein dan asam nukleat) juga membutuhkan garam-garam anorganik dalam jumlah mikro untuk pengendalian tekanan osmosis internal. Pemilihan molase sebagai campuran limbah isi rumen juga dapat menambah manfaat karena kandungan mikronutrien pada molase diasumsikan dapat digunakan sebagai suplai nutrisi untuk pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme (Indriyani, 2009) sehingga dalam proses fermentasi dapat menghasilkan gas CH₄ yang lebih banyak. Sementara itu, hasil analisis secara statistik ini menghasilkan nilai P sebesar 0,624 atau P > 0,05, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan molase tidak berpengaruh signifikan terhadap fluks CH₄ dalam proses fermentasi pengolahan limbah isi rumen cair sebagai pupuk cair. Hal ini dikarenakan proses pembentukan gas metan atau metanogenesis dipengaruhi banyak faktor seperti suhu, pH, toksitas (Price, et.al., 1981).

Sementara itu, pengaruh penambahan urin sapi terhadap fluks gas CH₄ adalah sebagai berikut:



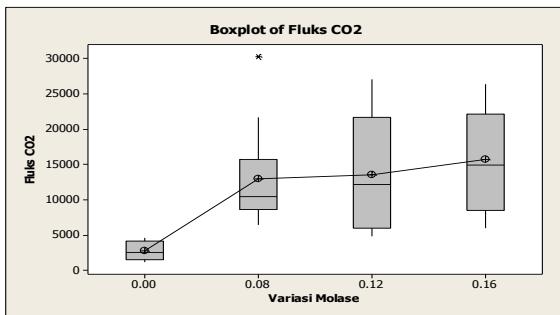
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Penambahan Urin Sapi terhadap CH₄

Berdasarkan gambar 4.3 di atas, dapat diketahui hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan urin sapi meningkatkan fluks CH₄. Hasil analisis statistik menghasilkan nilai P sebesar 0,003 atau P < 0,05. Hal ini menunjukkan pengaruh penambahan urin sapi terhadap fluks CH₄ dalam proses fermentasi pengolahan limbah isi rumen cair sebagai pupuk cair adalah signifikan.

Peningkatan konsentrasi gas CH₄ ini dikarenakan urin sapi sebagai sumber penyedia senyawa nitrogen yang digunakan mikroorganisme untuk mensintesis sel-sel baru. Senyawa nitrogen yang terkandung dalam urin dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi untuk mendegradasi karbon di dalam bahan organik. Hal tersebut mengakibatkan gas CH₄ yang terbentuk akan meningkat (Fithry, 2010). Selain itu, peningkatan ini juga terjadi karena penambahan urin sapi yang memiliki kadar air tinggi menyebabkan kadar air di dalam reaktor bertambah. Menurut Rinekso (2012), kadar air di dalam urin sapi sangat tinggi mencapai 90%. Sementara itu, menurut Lingga (1991), kadar air di dalam urin sapi mencapai 92%. Sementara itu, menurut Maulana (2013), semakin besar kadar air maka semakin besar pula gas CH₄ yang dihasilkan.

b. Pengaruh Penambahan Molase dan Urin Sapi terhadap CO₂

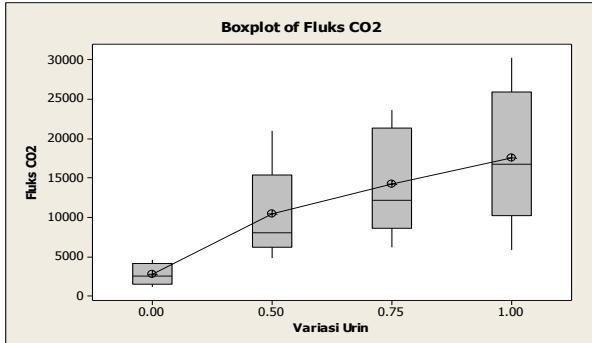
Pengaruh penambahan molase terhadap fluks gas CO₂ adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Penambahan Molase terhadap CO₂

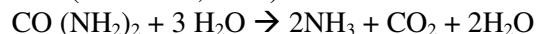
Berdasarkan gambar 4.4 di atas, dapat diketahui hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan molase meningkatkan terhadap fluks CO₂. Semakin banyak volume molase yang ditambahkan, semakin besar fluks gas CO₂ yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan molase mengandung karbohidrat yang sangat tinggi berupa sukrosa dan glukosa yaitu 35% dan 7% (Hambali, dkk, 2007). Sedangkan menurut Huda (2013), molase mengandung senyawa organik berupa karbohidrat dan gula sampai sebesar 42%. Tingginya senyawa organik dalam molase itulah yang menyebabkan meningkatnya fluks gas CO₂ karena pada kondisi anaerobik senyawa organik diubah menjadi CO₂, metana, dan senyawa produksi lainnya. Sementara, hasil analisis secara statistik ini menghasilkan nilai P sebesar 0,03 atau P > 0,05. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penambahan molase berpengaruh signifikan terhadap fluks CO₂ dalam proses fermentasi pengolahan limbah isi rumen cair sebagai pupuk cair. Tingginya gas CO₂ yang dihasilkan menyebabkan pH menjadi asam, karena menurut Kartohardjono, et. al. (2007), menyebutkan bahwa gas CO₂ memiliki sifat asam sehingga sering disebut gas asam (*acid whey*).

Sementara itu, pengaruh penambahan urin sapi terhadap fluks gas CO₂ adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Penambahan Urin Sapi terhadap CO₂

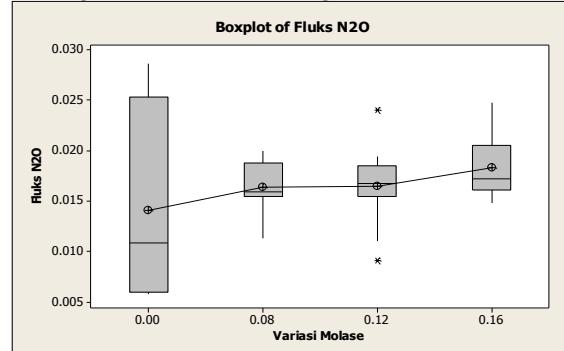
Berdasarkan gambar 4.5 di atas, diketahui apabila penambahan urin sapi dapat meningkatkan fluks gas CO₂. Hasil analisis statistik menghasilkan nilai P sebesar 0,003 atau P < 0,05. Hal ini menunjukkan pengaruh penambahan urin sapi terhadap fluks CO₂ dalam proses fermentasi pengolahan limbah isi rumen cair sebagai pupuk cair adalah signifikan. Peningkatan nilai fluks gas CO₂ ini dikarenakan urin sebagian besar tersusun dari urea. Dalam proses anaerob, urea terhidrolisis menjadi amonia dan CO₂ (Walworth, 2013). Berikut ini merupakan reaksi hidrolisis dari urea (Walworth, 2013):



Selain itu, urin juga memiliki kadar air yang tinggi yaitu sebesar 90% (Rinekso, 2012) yang dapat berfungsi sebagai pengencer. Sementara itu, menurut Maulana (2013), air dibutuhkan oleh senyawa organik untuk mempercepat proses pendegradasi dalam fermentasi. Dengan menambahkan air, diharapkan senyawa organik dapat mudah larut dan dapat lebih mudah didegradasi oleh bakteri-bakteri. Dengan demikian, semakin besar kadar air, semakin cepat proses degradasi, semakin cepat gas CO₂ yang terbentuk.

c. Pengaruh Penambahan Molase dan Urin Sapi terhadap N₂O

Pengaruh penambahan molase terhadap fluks gas N₂O adalah sebagai berikut:



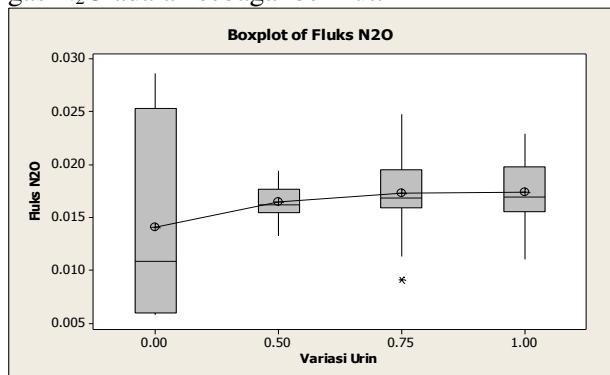
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Molase terhadap N₂O

Berdasarkan gambar 4.6 di atas, dapat diketahui hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan molase dapat meningkatkan fluks N₂O. Hasil analisis secara statistik ini menghasilkan nilai P sebesar 0,364 atau P < 0,05, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan molase berpengaruh tidak signifikan terhadap fluks N₂O dalam proses fermentasi pengolahan limbah isi rumen cair

sebagai pupuk cair. Pengaruh yang tidak signifikan tersebut terjadi karena dalam pembentukan gas N₂O tidak hanya dipengaruhi oleh nitrogen, tetapi juga suhu, pH, dan BOD (Jun, *et. al.*, 2006).

Peningkatan timbulan gas N₂O yang ditambahkan molase dikarenakan molase juga memiliki kandungan nitrogen yang cukup tinggi. Molase mengandung komponen nitrogen yang lebih besar dari pada sumber gula pasir dan gula jawa, disertai berbagai nutrien yang diperlukan mikroorganisme dalam fermentasi (Rahman, dkk., 2010). Pendapat yang sama juga disampaikan oleh Huda (2013) yang menyatakan bahwa material tetes tebu mengandung komponen nitrogen yang sangat diperlukan untuk menambah kandungan unsur hara agar proses fermentasi berlangsung dengan sempurna.

Sementara itu, pengaruh penambahan pengaruh penambahan urin sapi terhadap fluks gas N₂O adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan Urin Sapi terhadap N₂O

Berdasarkan gambar 4.18 di atas, dapat diketahui hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan urin sapi dapat meningkatkan fluks N₂O. Peningkatan gas N₂O ini disebabkan karena dalam urin sapi mengandung nitrogen yang sangat tinggi, sehingga dalam proses fermentasi menghasilkan gas N₂O. Urin sapi mengandung senyawa Nitrogen sampai 1,1% (Naswir, 2003 dalam Fatma, 2016). Sementara itu, menurut Aini, *et.al.* (2005), urin sapi mengandung senyawa Nitrogen berkisar 2,04%. Semakin tinggi volume urin yang ditambahkan menyebabkan gas N₂O yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hasil analisis statistik menghasilkan nilai P sebesar 0,580 atau P > 0,05. Hal ini menunjukkan pengaruh penambahan urin sapi terhadap fluks N₂O dalam proses fermentasi pengolahan limbah isi

rumen cair sebagai pupuk cair adalah tidak signifikan.

5. Penutup

5.1 Simpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Timbulan gas yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah isi rumen cair rumah pemotongan hewan selama 21 hari adalah antara 0,5314 – 1,5585 liter, dengan volume gas yang dihasilkan paling banyak pada reaktor ke-8 yaitu sebesar 1,5585 liter dari volume limbah sebesar 2,66 liter yang terdiri dari 2 liter rumen, 0,5 liter urin sapi dan 0,16 liter molase. Sedangkan volume gas yang dihasilkan paling sedikit selama 21 hari adalah reaktor ke-1 atau reaktor kontrol (tanpa penambahan molase dan urin sapi) yaitu sebesar 0,5314 liter dari volume limbah 2 liter rumen.
2. Penambahan molase dalam proses pengolahan limbah isi rumen cair untuk pembuatan pupuk cair meningkatkan fluks gas CH₄ dan N₂O secara tidak signifikan, dan meningkatkan fluks gas CO₂ secara signifikan. Dalam penambahan 80 ml molase, dapat meningkatkan fluks CH₄ sebesar 86,5 mg/m²/menit, fluks CO₂ sebesar 10.475 mg/m²/menit, dan fluks N₂O sebesar 0,0037 mg/m²/menit. Sedangkan penambahan urin dalam proses pengolahan limbah isi rumen cair untuk pembuatan pupuk cair meningkatkan fluks gas CH₄ dan CO₂ secara signifikan, serta meningkatkan fluks gas N₂O secara tidak signifikan. Dalam penambahan 500 ml urin sapi, dapat meningkatkan fluks CH₄ sebesar 103,88 mg/m²/menit, fluks CO₂ sebesar 12.584 mg/m²/menit, dan fluks N₂O sebesar 0,0013 mg/m²/menit.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbulan gas rumah kaca dari proses pembuatan pupuk cair isi rumen sebaiknya dapat dimanfaatkan sebagai biogas untuk mengurangi pencemaran udara dan pemanasan global.
2. Untuk memanfaatkan timbulan gas sebagai biogas, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penambahan molase dan urin

sapi pada konsentrasi yang lebih bervariasi sehingga dapat mengetahui volume gas optimum yang dihasilkan, serta perlu dilakukan pengendalian pH seperti penambahan larutan *buffer* misalnya larutan kalsium karbonat untuk mengatasi kondisi pH yang terlalu asam agar bakteri metanogen dalam berkembang dengan baik dan gas metana yang dihasilkan optimum.

Daftar Pustaka

- Aini, Z., Sivapragasam, A., Vimala, P. & Mohamad Roff, M. N. 2005. *Organic Vegetable Cultivation in Malaysia*. Malaysian Agriculture Research and Development Institute, MARDI.
- Aulia, M.A., Amaliyah R.I.U., Ahmad Q. 2014. *Performance Analysis of Carbonmonoxide Gas Purification with Zeolite Filter in Biogas Reactor of Laboratory Scale to Production of Biogas*. Jurnal Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
- Fatma, Nausin Calvin. 2016. *Penambahan Molase sebagai Sumber Energi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik*. Skripsi Jurusan Agriculture. Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Fithry, Yulia. 2010. *Pengaruh Penambahan Cairan Rumen Sapi pada Pembentukan Biogas dari Sampah Buah Mangga dan Semangka*. Tesis Magister Sistem Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Hambali, Erliza, Siti Mujdalifah, Armansyah Halomoan, Abdul Waries Pattiwiri, Roy Hendoko. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia Pustaka: Jakarta
- Haryanto, Budi dan A. Thalib. 2009. *Emisi Metana dari Fermentasi Enterik : Kontribusinya secara Nasional dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya pada Ternak*. Jurnal. Balai Penelitian Ternak, Bogor, Desember 2009.
- Huda, Muhammad Khoirul. 2013. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Urin Sapi dengan Aditif Tetes Tebu (Molasses) Metode Fermentasi*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Ihsan, Arsul, Syaiful Bahri, Musafira. 2013. *Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen dengan Limbah Cair Tempe*.
- Jurnal of Natural Science, Vol 2 (2): 27-35 ISSN: 2338-0950
- Indriyani. 2009. *Pemanfaatan Limbah Rumah Makan dan Industri Gula (Molase) untuk Produksi Biogas*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sebelas Maret
- International Atomic Energy Agency. 1992. *Manual on Measurement of Methane and Nitrous Oxide Emissions from Agriculture*. Vienna : IAEA Tecdoc 674, ISSN: 1011-4289
- Jun, Paul, Michael Gibbs, Kathryn Gaffney. 2006. *CH₄ and N₂O Emission From Livestock Manure*. In Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
- Kartika, Ika. 2011. *Kajian Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca pada Rumah Potong Hewan (Studi Kasus : Rumah Potong Hewan PT. Elders Indonesia)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Kartohardjono, S., Anggara, Subihi dan Juliusman. 2007. *Absorbsi CO₂ dari campurannya dengan CH₄ dan N₂ melalui Kontraktor Membran Serat Berongga menggunakan Pelarut Air*. Jurnal Teknologi 11 (2): 97-102.
- Lingga. 1991. *Nutrisi Organik dari Hasil Fermentasi*. Yogyakarta : Pupuk Buatan Mengandung Nutrisi Tinggi
- Marshelina, Achmy Rizki. *Pengolahan Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH) menjadi Pupuk Cair yang Diperkaya dengan Unsur Magnesium (Mg) yang Berasal dari Limbah Garam (Bittern)*. Skripsi Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Maulana, M.F., Sudarno, dan Irawan Wisnu Wardhana. 2013. *Pengaruh Pengenceran dan pengadukan Limbah Industri Ikan Nila terhadap Peningkatan Produksi Biogas dengan Menggunakan Rumen Sapi sebagai Starter*. Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro.
- Pramana, A.S.D. 2008. *Selayang Pandang tentang Molase (Tetes Tebu)*. Chemical Engineering Knowledge.
- Price, Elizabeth C, Paul N. Cheremisinoff. 1981. *Biogas Production and Utilization*. Ann Arbor Science : United States

- Ratnaningsih, H. Widyatmoko, Trieko Yananto. 2009. *Potensi Pembentukan Biogas pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran Sapi dalam Batch Reaktor Anaerob.* Jurnal Teknik Lingkungan Vol.5 No.1 Juni 2009, Universitas Trisakti.
- Rinekso, Kun Budi. 2011. *Studi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Fermentasi Urine Sapi (Ferisa) dengan Variasi Lokasi Peternakan yang Berbeda.* Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro.
- Sejian, Veerasamy dan Naqvi, S.M.K. 2012. *Livestock and Climate Change: Mitigation Strategies to Reduce Methane Production, Greenhouse Gase-Capturing, Utilization, and Reduction.* Journal Division of Physiology and Biochemistry, Central Sheep and Wool Research Institute. ISBN 978-953-51-0192-5. pp 255-271. India.
- Tawaf, R. 2015. *Impor Indukan dan SBP.* Pikiran Rakyat, 27 April 2015 pp 28. Bandung.
- Vlaming, J.B. 2008. *Quantifying Variation in Estimated Methane Emission from Ruminants Using the SF₆ Tracer Fechinique.* A Thesis of Doctor of Philosophy in Animal Science, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Walworth, J. 2013. *Nitrogen in Soil and the Environment.* Journal of Agriculture and Life Science, Arizona University.
- Wight, Gregory D., 1994. *Fundamentals of Air Sampling.* USA : CRC Press Inc.
- Wilkie, A. C., 2000. *Anaerob Digestion : Holistic Vioprocessing of Animal Manures.* In Proceeding of the Animal Residuals Management Conference. p.1-12. Virginia.