

Pengaruh Penambahan Beberapa Cairan Rumen Terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Sapi

(The Influence of Addition Some of Rumen Liquid to biogas Production from Cow's Manure)

Sri Suciati NINGSIH^{1*)}, Yuni AHDA¹⁾, dan Dezi HANDAYANI¹⁾

¹⁾Jurusan Biologi, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus Air Tawar Padang 25131

*Email: uchycik@gmail.com

Abstract. Development of alternative fuel energy source need to do to minimize public dependence on fossil fuel. One of the potential alternative fuel energies is biogas. The addition of rumen liquid of ruminant animals as biostarter can increase biogas production because it contains cellulolytic and methanogenic bacteria which is important to form biogas through anaerobic digestion. This study is about the influence of addition some of rumen liquid to biogas production from cow s manure. This research has done at Biotechnology Laboratory of Universitas Negeri Padang. This research used Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and each treatment was carried out by triplication. The treatment consist of some rumen liquid of ruminant animals, P1 used cow's rumen liquid, P2 used buffalo's rumen liquid, P3 used goat's rumen liquid, and P0 without addition of rumen liquid as controll. Each fermentor was fed cow manure:rumen liquid:water weight ratio 1:1:1 (MRW 111). All of them fermented for seven days. The variable measured on this research are the volume of balloon that accumulated biogas (cm³) and the duration of light flame of biogas (dt). This research result showed that the addition of rumen liquid to fermentor gave significant effect to biogas production (P<0,05) from cow manure. Addition of cow, buffalo, and goat liquid rumen to the fermentor which fermented for seven days caused increase biogas volume in compare to manure substrate without rumen liquid. Mean of maximal volume biogas of P1 as many as 71,97 cm³, P2 as many as 80, 26 cm³ while P0 2,88 cm³. Highest volume biogas come from P3 (addition of goat rumen liquid) with mean volume 102,7 cm³ at the fourth day.

Keywords: biogas, rumen liquid, anaerobic digestion, methanogenesis

Abstrak. Pengembangan teknologi bahan bakar alternatif perlu dilakukan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil. Salah satu teknologi bahan bakar alternatif yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan adalah biogas. Penambahan biostarter dapat memaksimalkan produksi biogas. Cairan rumen dapat dijadikan sebagai biostarter yang baik karena di dalamnya terdapat bakteri selulolitik dan metanogenik. Penelitian ini mengenai pengaruh penambahan beberapa cairan rumen terhadap produksi biogas dari kotoran sapi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Universitas Negeri Padang. Metode yang digunakan adalah eksperimen yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan menggunakan cairan rumen sapi (P1), kerbau (P2), kambing (P3), dan tanpa penambahan cairan rumen (P0). Fermentor berisi substrat dengan perbandingan kotoran sapi:air:cairan rumen adalah 1:1:1 difermentasi selama 7 hari. Variabel yang diukur adalah volume balon penampung biogas (cm³) dan lama nyala biogas (dt). Berdasarkan hasil uji ANOVA (P<0,05) dan uji lanjut DNMRT diketahui bahwa penambahan cairan rumen berpengaruh signifikan terhadap produksi biogas dari kotoran sapi. Penambahan cairan rumen sapi, kerbau, dan kambing pada fermentor yang difermentasi selama 7 hari dapat meningkatkan volume biogas dibandingkan tanpa penambahan cairan rumen. Rerata volume maksimal biogas P1 sebanyak 71,97 cm³, P2 sebanyak 80,26 cm³ sedangkan P0 sebanyak 2,88 cm³. Volume biogas tertinggi diperoleh dari penambahan cairan rumen kambing dengan rerata volume 102,7 cm³ pada hari ke-4.

Kata kunci: biogas, cairan rumen, digesti anaerob, metanogenesis

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi global semakin meningkat, 88% dari kebutuhan tersebut pada saat ini adalah kebutuhan akan bahan bakar fosil (IEA dalam Weiland, 2003). Persediaan bahan energi fosil semakin berkurang karena terus menerus digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan energi. Pengembangan teknologi bahan bakar alternatif perlu dilakukan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil. Salah satu teknologi bahan bakar alternatif yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan adalah bioenergi. Bioenergi dapat diperoleh dengan cara yang cukup sederhana, salah satunya dengan memanfaatkan kotoran ternak untuk menghasilkan biogas (Hambali dkk. 2007). Menurut Cu'ellar dan Webber (2008) dengan mengkonversi kotoran menjadi biogas dapat memberikan kontribusi positif mengurangi emisi GHG (*Green House Gas*) bila penerapan dilakukan secara luas dan merata. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai substrat pembuatan biogas juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat bau yang tidak sedap dan terganggunya pemandangan oleh kotoran ternak (Wilkie, 2005)

Penambahan biostarter dapat memaksimalkan produksi biogas. Pemilihan starter yang baik sangat penting untuk mempercepat proses perombakan bahan organik. Cairan rumen dapat dijadikan sebagai biostarter yang baik karena di dalamnya terdapat bakteri selulolitik dan metanogenik. Bakteri selulolitik mendegradasi bahan organik yang akan menjadi substrat bakteri metanogenik. Hal ini sesuai dengan penelitian Gamayanti (2011) yang membuktikan penambahan cairan rumen sapi dapat memaksimalkan produksi biogas yaitu 119,36 ml dibandingkan tanpa diberi cairan rumen yaitu 91,15 ml. Hal itu disebabkan pada cairan rumen terdapat bakteri perombak serat kasar. Fakta ini diperkuat oleh penelitian Prihantoro dkk. (2012) yang menunjukkan bahwa dalam cairan rumen terdapat bakteri selulolitik. Penambahan cairan rumen juga dapat mempersingkat waktu untuk mencapai puncak produksi gas metan dibandingkan substrat yang tidak diberi cairan rumen (Susilowati, 2009). Selain itu bakteri metanogenik yang berperan penting dalam pembentukan gas metan dapat tumbuh baik dalam cairan rumen, bakteri tersebut antara lain genus *Metanobacterium*, *Metanosarcina* dan *Metanospirillum* (Yazid dan Bastianudin, 2011)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Budiyo dkk. (2010), campuran kotoran sapi dan cairan rumen sapi dalam biodigester yang dioperasikan secara *batch mode* menunjukkan jumlah produksi biogas dua hingga tiga kali lebih tinggi dibandingkan campuran kotoran sapi dan air yaitu dengan rasio yang sama. Penelitian Saputro dan Putri (2009) juga menunjukkan hasil yang sama yaitu cairan rumen mampu memaksimalkan fermentasi anaerob dalam biodigester. Cairan rumen dapat diperoleh dari limbah hewan potong ruminansia diantaranya sapi, kerbau dan kambing. Ketiga hewan tersebut mengkonsumsi sumber pakan yang sama yaitu pakan kaya selulosa, sehingga diperkirakan cairan rumen ketiganya mengandung mikroorganisme selulolitik yang berperan penting dalam tahap awal pembuatan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan beberapa cairan rumen yaitu cairan rumen sapi, kerbau, dan kambing terhadap volume biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi. Kotoran sapi dan cairan rumen yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari lingkungan sekitar Kota Padang. Kotoran sapi diambil dari lingkungan alami di Tunggul Hitam Kota Padang. Cairan rumen sapi dan kerbau diambil dari rumah potong hewan Bandar Buat dan cairan rumen kambing diambil dari tempat pemotongan hewan Pasar Raya, Kota Padang.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Oktober hingga Desember 2013 di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Rancangan penelitian yang digunakan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan 1, 2, dan 3 yaitu penambahan cairan rumen sapi, kerbau dan kambing. Kontrol (P0) yaitu tanpa penambahan cairan rumen.

Tahap Persiapan

Persiapan fermentor, pada tahap ini disiapkan botol kaca 600 ml yang telah dibersihkan sebelumnya. Botol fermentor disiapkan sebanyak 12 unit sesuai perlakuan dan ulangan. Persiapan bahan utama penelitian yaitu kotoran sapi, air, dan cairan rumen. Kotoran sapi diperoleh dari lingkungan alami. Kotoran sapi yang masih segar dikumpulkan

dan disimpan sementara dalam kantong plastik. Air yang digunakan adalah air sumur. Cairan rumen dikumpulkan dan disimpan dalam jerigen 2 L terpisah dan diberi label. Masing-masing cairan rumen kemudian disaring dengan saringan untuk memisahkan cairan dan serat pakan. Campuran feses sapi, air dan cairan rumen dibuat dengan perbandingan 1:1:1 (Saputro dan Putri, 2011) sesuai dengan cairan rumen yang digunakan.

Tahap Pelaksanaan

Feses sapi yang telah dicampur air dan cairan rumen sapi sesuai perlakuan (170 gram feses sapi, 170 ml air, dan 170 ml cairan rumen) dengan volume total kurang lebih 510 ml dimasukkan ke dalam botol fermentor. Rangkaian fermentor diadopsi dari fermentor biogas dalam (Mujahidah dkk. 2013) dengan sedikit modifikasi. Mulut botol kemudian ditutup dengan balon karet. Balon karet yang digunakan dipastikan agar tidak bocor dan benar-benar kempis ketika dipasangkan ke mulut botol, karena jika ada udara didalamnya akan mempengaruhi keakuratan pengukuran. Balon direkatkan dengan karet gelang agar lebih kuat dan memperkecil kemungkinan keluar masuk gas dari dalam balon. Masing-masing botol fermentor diberi label sesuai dengan perlakuan. Fermentor diinkubasi pada suhu ruang yang diketahui dengan mengamati skala pada termometer yang diletakkan dalam ruang inkubasi.

Fermentor diletakkan dalam ruang fermentasi berdasarkan hasil acak pada bagan percobaan. Fermentor diaduk setiap hari dengan cara menggoyang botol melingkar satu arah. Pengadukan dilakukan untuk mencegah terbentuknya lapisan kerak (pengendapan substrat) yang dapat mengganggu proses pembentukan biogas. fermentor dioperasikan secara *batch* selama tujuh hari.

Pengamatan Keliling Balon

Pengamatan dilakukan setiap hari selama tujuh hari. Pengamatan dilakukan terhadap keliling balon yang berisi biogas. Keliling balon diukur dengan meteran (cm). Data keliling balon yang diperoleh digunakan untuk memperoleh volume biogas dalam balon. Volume balon diasumsikan sama dengan volume bola. Jadi, volume gas dalam balon diperoleh dengan persamaan:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

dimana r diperoleh dari persamaan:

$$r = \text{keliling balon} / 2$$

$$V = \text{Volume balon/gas dalam balon (cm}^3\text{)}$$

$$= \phi, \text{ koefisien dengan nilai } 3,14$$

$$r = \text{jari-jari lingkaran (cm)}$$

Pengamatan Uji Nyala

Gas yang ditampung dalam balon disulutkan pada api lilin. Mulut balon dihubungkan dengan pipa selang berdiameter 0,5 cm. Uji positif ditandai dengan nyala api semakin besar dan tidak padam. Spesifikasi gas metan akan memperlihatkan nyala api berwarna biru. Lama nyala api dihitung dengan *stopwatch*.

Analisis Data

Data volume biogas (cm³) dan waktu uji nyala (dt) dianalisis dengan melakukan uji ANOVA. Karena hasil yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan volume balon penampung biogas (cm³)

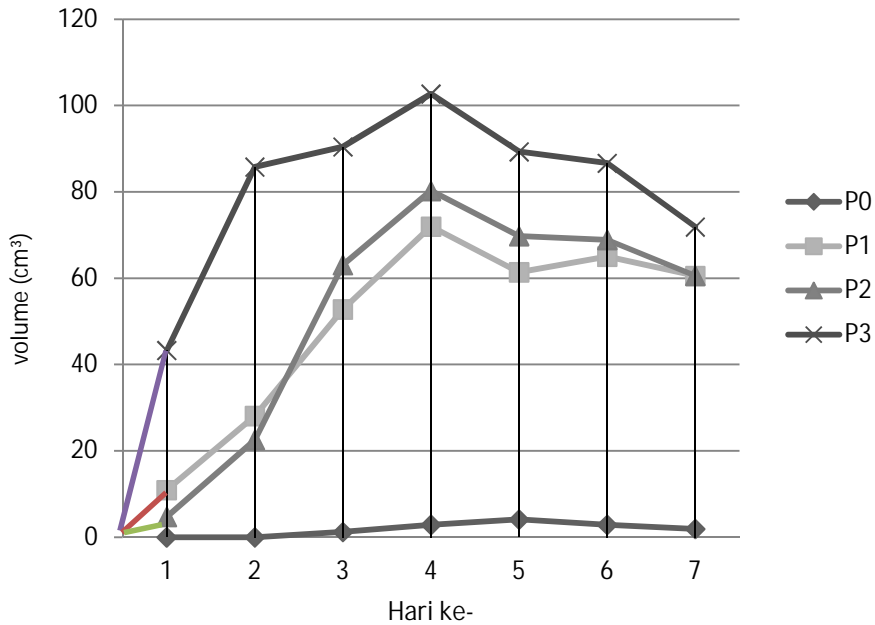
Hasil pengamatan produksi biogas dari kotoran sapi dengan penambahan beberapa cairan rumen dilakukan terhadap balon penampung biogas hasil fermentasi. Balon yang terpasang langsung pada mulut botol fermentor akan mengembang setelah berisi biogas hasil fermentasi. Akumulasi biogas dalam balon menyebabkan bertambahnya volume balon. Fluktuasi hasil pengamatan volume balon (cm³) penampung biogas hari pertama hingga hari ketujuh terlihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, volume biogas yang dihasilkan meningkat dengan penambahan cairan rumen sebagai biostarter. Volume biogas tertinggi diperoleh dari perlakuan penambahan cairan rumen kambing (P3), disusul dengan perlakuan penambahan cairan rumen sapi (P1) dan kerbau (P2) dengan hasil volume biogas yang tidak terlalu jauh berbeda. Volume terendah diperoleh dari kontrol yaitu tanpa penambahan cairan rumen.

Volume biogas yang dihasilkan setiap perlakuan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dan selanjutnya mengalami penurunan kembali.

Puncak produksi setiap perlakuan terjadi pada hari keempat pengamatan kecuali kontrol. Perlakuan dengan penambahan cairan rumen sapi (P1), kerbau (P2), dan kambing (P3) menunjukkan produksi biogas terjadi sejak hari pertama pengamatan. Kontrol (P0)

menunjukkan awal produksi biogas yang lebih lambat yaitu pada hari ketiga pengamatan. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut DNMRT pengamatan hari ke 1-7 terlihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Grafik hasil pengukuran volume balon (cm³) dari kotoran sapi dengan penambahan beberapa jenis cairan rumen hari ke 1-7

Tabel 1. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut (DNMRT) Volume Biogas (cm³)

Keterangan: Fhitung > Ftabel 5% (4,07). Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf nyata 5 %

Perlakuan	Rerata volume biogas (cm ³) hari ke- dan notasi						
	1	2	3	4	5	6	7
P0	0,00 a	0,00 a	1,22 a	2,88 a	4,11 a	2,88 a	1,93 a
P1	10,94 a	28,11 b	52,79 b	71,97 b	61,39 b	65,05 b	60,56 b
P2	4,73 a	22,54 b	63,08 b	80,26 b	69,79 b	68,90 b	60,58 b
P3	43,28 b	85,77 c	90,44 c	102,70 c	89,30 c	86,66 c	71,87 b

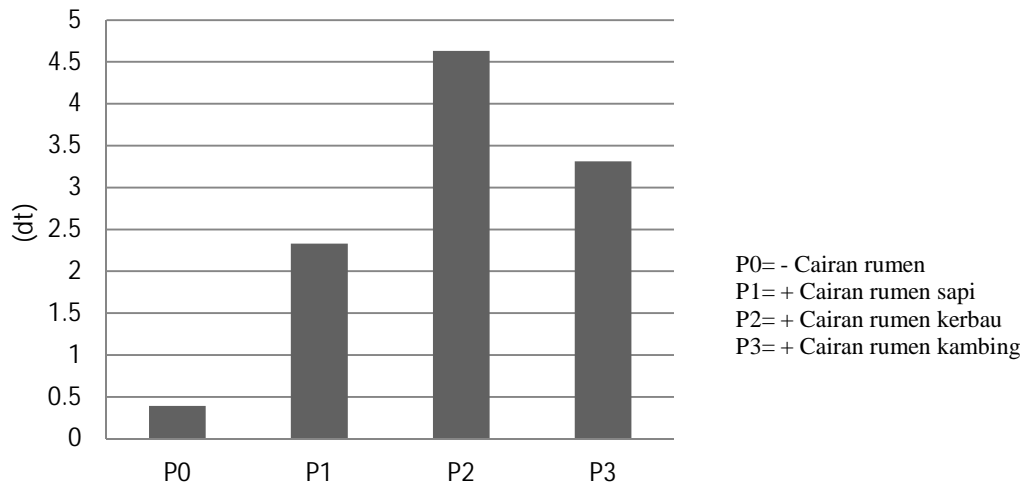
Berdasarkan Tabel 1 penambahan cairan rumen berpengaruh signifikan terhadap produksi biogas setiap harinya. Terbukti dari nilai F hitung yang lebih besar dari F tabel. Perlakuan dengan penambahan cairan rumen kambing (P3) berbeda secara bermakna dengan kontrol dan perlakuan lainnya sejak hari pertama hingga hari keenam pengamatan. Tetapi kemudian menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara bermakna dengan perlakuan lainnya (P1 dan P2) pada hari ke-7, namun tetap berbeda bermakna terhadap kontrol (P0).

Perlakuan P1, P2, dan P0 tidak berbeda nyata pada hari pertama. Perlakuan P1 dan P2, mulai menunjukkan perbedaan bermakna terhadap kontrol (P0) dimulai dari hari ke-2 hingga akhir

pengamatan. Perlakuan P1 dan P2 menunjukkan hasil uji tidak berbeda bermakna dari hari pertama hingga akhir pengamatan. Hasil uji kontrol (P0) berbeda bermakna dengan seluruh perlakuan (P1, P2, dan P3) sejak hari pertama hingga hari terakhir pengamatan.

Hasil Pengamatan Waktu Uji Nyala Biogas (dt)

Uji nyala dilakukan untuk membuktikan adanya gas metan dan mengetahui kemampuan lama nyala biogas yang dihasilkan. Hasil uji nyala biogas (dt) terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hasil pengukuran uji nyala biogas dari kotoran sapi dengan penambahan beberapa cairan rumen.

Tabel 2. Hasil Uji Anova dan Uji Lanjut (DNMRT) Waktu Nyala Api Biogas

Perlakuan	Rerata waktu nyala (dt)	F hitung	F tabel 5%	Notasi
P0	0,39	13,35	3,89	a
P1	2,33			b
P3	3,31			bc
P2	4,63			c

Keterangan: angka rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf nyata 5 %.

Berdasarkan Gambar 2, dibuktikan bahwa setiap perlakuan memiliki kemampuan lama nyala yang berbeda. Hasil uji nyala dengan waktu paling lama adalah perlakuan dengan penambahan cairan rumen kerbau (P2).

Selanjutnya diikuti oleh hasil perlakuan dengan penambahan cairan rumen kambing (P3) dan sapi (P1). Hasil uji nyala paling singkat ditunjukkan dari kontrol (P0).



Gambar 3. Hasil pembakaran biogas. Uji positif mengandung gas metan (nyala api berwarna biru).

Uji positif adanya gas metan ditunjukkan oleh setiap perlakuan, dimana nyala api semakin besar dan tidak padam. Spesifikasi adanya gas metan juga ditunjukkan dengan nyala api berwarna biru (Gambar 3). Data waktu uji nyala (dt) dilanjutkan dengan uji ANOVA dan DNMRT untuk mengetahui pengaruh signifikan dari masing-masing perlakuan tertera pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2, penambahan beberapa cairan rumen berpengaruh terhadap lama nyala api biogas. Hal tersebut dibuktikan dari nilai F hitung 13,35 yang lebih besar dari F tabel 3,89. Hasil uji lanjut DNMRT menunjukkan P1, P2, dan P3 berbeda nyata terhadap P0, sedangkan antara P1 dan P3 serta P2 dan P3 tidak menunjukkan adanya beda nyata.

Pembahasan

a. Pengaruh beberapa cairan rumen terhadap produksi biogas

Penambahan cairan rumen sebagai biostarter mampu meningkatkan produksi biogas dari kotoran sapi. Penambahan cairan rumen sapi, kerbau, dan kambing sebagai biostarter menunjukkan tingkat kemampuan yang berbeda dalam produksi biogas. Tanpa penambahan cairan rumen (P0) waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan biogas lebih lama dibandingkan dengan penambahan cairan rumen. Terbentuknya biogas dimulai pada hari ketiga pengamatan dengan jumlah yang jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan lain. Hal tersebut kemungkinan disebabkan dalam cairan rumen terdapat mikroba penghasil biogas yang aktif sehingga menambah jumlah populasi mikroba dalam

fermentor. Sebenarnya mikroba yang berperan penting dalam proses pembentukan biogas telah terdapat pada kotoran sapi (Mujahidah, 2013). Akan tetapi, jumlah mikroba hingga hari ketiga pengamatan diduga belum mencapai proses pertumbuhan maksimal sehingga biogas juga belum dihasilkan. Berbeda dengan perlakuan dengan penambahan cairan rumen, biogas dihasilkan lebih awal yaitu sejak hari pertama pengamatan.

Penambahan cairan rumen berpengaruh terhadap jumlah dan waktu produksi biogas. Sesuai dengan penelitian Ihsan dkk. (2013) yang menggunakan cairan rumen sapi dan limbah cair tempe, membuktikan bahwa pemberian cairan rumen sapi dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap produksi biogas. Kandungan biogas tertinggi diperoleh dari rasio limbah cair tempe:cairan rumen 75:15 dengan massa biogas 2894,35 mg/L dan jumlah rendemen biogas 718,74 mg/L fermentasi selama 48 jam. Fakta ini dipertegas oleh pernyataan Gamayanti (2011), bahwa penambahan limbah cairan rumen sapi hingga 25% dapat mempercepat proses fermentasi. Meningkatnya efisiensi produksi biogas dengan penambahan cairan rumen sapi juga dibuktikan oleh Budiyo (2010) yang menyatakan bahwa pemberian cairan rumen sebagai sumber inokulum dapat meningkatkan efisiensi produksi biogas dua sampai tiga kali lebih banyak yaitu 172,51 (ml/gVS) dibandingkan campuran kotoran sapi dan air yang hanya menghasilkan 73,81 (ml/gVS) dengan rasio yang sama. Hal itu disebabkan pada cairan rumen terdapat mikroba selulolitik yang berperan penting dalam proses awal pembentukan biogas. Mikroba selulolitik dalam rumen ruminansia berperan dalam biodegradasi hijauan pakan yang kaya selulosa dan karbohidrat kompleks lainnya. Demikian pula di dalam fermentor biogas, mikroba selulolitik berperan dalam biodegradasi substrat.

Proses pembentukan biogas melibatkan berbagai macam mikroba yang berasosiasi sintropik dalam proses perombakan bahan organik untuk menghasilkan biogas. Bakteri yang berperan dari proses hidrolisis, asetogenesis dan metanogenesis terdiri atas tiga kelompok bakteri yang berbeda. Kelompok bakteri pada proses pertama akan menyediakan substrat bagi kelompok bakteri selanjutnya (Gerardi, 2003). Kotoran sapi yang digunakan sebagai substrat masih mengandung nutrisi bagi mikroba penghasil

biogas. Feses sapi mengandung hemiselulosa sebesar 18,6%, selulosa 25,2%, lignin 20,2%, nitrogen 1,67%, fosfat 1,11% dan kalium sebesar 0,56% (Windyasmara dkk., 2012). Senyawa organik tersebut akan didegradasi menjadi molekul yang lebih sederhana oleh mikroba selulolitik melalui proses hidrolisis dengan bantuan air yang ada dalam fermentor. Mikroba selulolitik mampu menghidrolisis selulosa menjadi molekul glukosa terlarut karena memiliki enzim selulase misalnya *Cellulomonas* (Gerardi, 2003).

Senyawa organik hasil hidrolisis akan diubah menjadi asam organik (asetogenesis). Penambahan cairan rumen juga dapat mempercepat proses asetogenesis. Hal tersebut telah dibuktikan oleh Zhen-Hu dan Yu (2005) bahwa mikroorganisme rumen dapat mempercepat degradasi asam volatil (VFA) pada fermentasi anaerob brangkasan jagung. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Susilowati (2009) bahwa penambahan cairan rumen dapat mempersingkat waktu penguraian yaitu hidrolisis dan asetogenesis sebagai persiapan pembentukan gas metan atau metanogenesis.

Akhirnya asam organik hasil asetogenesis dimanfaatkan sebagai substrat bagi bakteri metanogenik untuk menghasilkan gas metan. Gas metan ini dibentuk dari hidrogen, karbondioksida, dan asam asetat atau asam organik lain yang dibentuk oleh mikroba penghasil asam (Fantozzi dan Buratti, 2009). Cairan rumen dapat mendukung pertumbuhan bakteri metanogenik antara lain genus *Metanobacterium*, *Metanosarcina* dan *Metanospirillum* (Yazid dan Bastianudin, 2011). Schnurer dkk. (1999) juga berhasil mengisolasi strain genus *Methanoculleus*. Jadi, biogas yang terbentuk dari fermentasi dengan penambahan cairan rumen lebih maksimal dibandingkan tanpa penambahan cairan rumen.

Hasil pengamatan fermentasi selama 7 hari (Gambar 1) menunjukkan jumlah biogas yang terbentuk dari awal fermentasi terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Selanjutnya pertambahan biogas mulai berkurang. Perlakuan dengan penambahan cairan rumen kambing (P3) menunjukkan peningkatan jumlah biogas yang signifikan pada hari pertama hingga hari keempat. Peningkatan ini lebih awal dibandingkan perlakuan dengan penambahan cairan rumen sapi dan kerbau. Hal ini diduga karena dalam cairan rumen kambing

terkandung mikroba penghasil biogas yaitu mikroba selulolitik, asetogenik, dan metanogenik yang lebih bervariasi. Diperkirakan hal itu merupakan akibat pakan yang dikonsumsi kambing juga lebih bervariasi. Cairan rumen kambing diperoleh dari sumber yang berbeda dengan cairan rumen sapi dan kerbau. Jumlah populasi dan jenis mikroba rumen dipengaruhi oleh sumber pakan yang dikonsumsi ternak (Ismartoyo, 2011). Hal ini diduga menjadi penyebab berbedanya produksi biogas yang dihasilkan. Selain itu, cairan rumen kambing diperoleh lebih akhir dibandingkan cairan rumen sapi dan kerbau karena waktu pemotongan ketiga hewan tersebut berbeda. Oleh karena itu, diduga lebih banyak jumlah dan aktifitas mikroba penghasil biogas di dalam cairan rumen kambing.

Selain bakteri, mikroorganisme lain juga berperan dalam proses digesti anaerob misalnya protozoa. Menurut Ulya (2007), jumlah populasi protozoa pada rumen kambing lebih tinggi dibandingkan rumen sapi dan kerbau. Aktifitas protozoa rumen menyebabkan perenggangan ikatan lignin dengan komponen karbohidrat lainnya, misalnya selulosa yang memungkinkan fermentasi karbohidrat tersebut oleh enzim yang terdapat pada mikroba (Ismartoyo, 2011). Hal ini menyebabkan semakin efektifnya proses hidrolisis sehingga semakin banyak pula glukosa terlarut yang dibebaskan sebagai sumber nutrisi mikroba fermentatif penghasil biogas.

Perlakuan dengan penambahan cairan rumen sapi dan kerbau menunjukkan peningkatan jumlah produksi biogas yang signifikan dari hari kedua hingga hari keempat. Jumlah dan waktu peningkatan produksi biogas dari kedua perlakuan tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini dibuktikan dari hasil uji lanjut yang menunjukkan pengaruh kedua perlakuan tidak berbeda bermakna dari hari pertama hingga terakhir pengamatan. Jadi, cairan rumen yang berasal dari kedua ruminansia ini memiliki potensi yang sama dalam efektifitas menghasilkan biogas. Menurut Pardhan (1994) dalam Prihantoro dkk. (2012), jumlah bakteri selulolitik rumen kerbau lebih tinggi dibandingkan bakteri rumen sapi. Namun, jenis dan jumlah populasi mikroba rumen tergantung pakan yang dikonsumsi ternak (Ismartoyo, 2011). Cairan rumen sapi dan kerbau yang digunakan kemungkinan besar mengkonsumsi pakan yang hampir sama karena berasal dari rumah potong yang sama.

Puncak produksi biogas dari setiap perlakuan terjadi pada hari keempat, kecuali kontrol yang mengalami puncak produksi pada hari kelima pengamatan. Seperti halnya penelitian Ihsan dkk. (2013) yang menggunakan cairan rumen sapi dan limbah cair tempe, penelitian ini membuktikan bahwa kandungan biogas tertinggi diperoleh dari fermentasi selama 48 jam (3-4 hari). Pengurangan volume biogas terjadi dari hari kelima hingga hari akhir pengamatan. Hal ini disebabkan jumlah bahan organik sebagai sumber nutrisi mikroba yang akan dikonversikan menjadi biogas juga semakin berkurang.

Sebagian besar penelitian dan aplikasi teknologi biogas lebih tertarik menggunakan cairan rumen sapi sebagai biostarter. Padahal cairan rumen yang berasal dari ternak ruminansia lain juga memiliki potensi yang tidak kalah baik dibandingkan cairan rumen sapi. Hasil pengamatan Gambar 1 dan Tabel 1 memperlihatkan rerata volume tertinggi biogas yang dihasilkan yaitu $102,7 \text{ cm}^3$ pada penambahan cairan rumen kambing (P3) sebagai biostarter. Penambahan cairan rumen kerbau juga memiliki potensi tidak terlalu jauh berbeda dengan cairan rumen sapi. Volume tertinggi penambahan cairan rumen kerbau (P2) yaitu $80,26 \text{ cm}^3$ dan penambahan cairan rumen sapi (P1) yaitu $71,97 \text{ cm}^3$. Jadi, selain penambahan cairan sapi, cairan rumen kerbau dan kambing direkomendasikan untuk dimanfaatkan sebagai biostarter memaksimalkan produksi biogas.

Volume tertinggi ketiga perlakuan diperoleh pada hari keempat. Hal ini menunjukkan puncak pertumbuhan mikroba penghasil biogas terjadi pada hari keempat. Jumlah bahan organik sebagai sumber nutrisi untuk didegradasi menjadi biogas perlakuan dengan penambahan cairan rumen sapi, kerbau, dan kambing cukup hingga hari keempat. Seiring bertambahnya waktu fermentasi maka bahan organik yang akan dikonversikan menjadi biogas pun semakin berkurang, sehingga jumlah biogas yang dihasilkan juga mengalami penurunan. Ketiga perlakuan dengan penambahan cairan rumen (P1, P2, dan P3) menunjukkan penurunan produksi biogas pada hari ke-5 dan tidak berbeda signifikan pada hari terakhir pengamatan. Hal tersebut menandakan pada saat itu mikroba penghasil biogas dalam fermentor mengalami laju pertumbuhan yang hampir sama dengan sumber nutrisi dalam fermentor yang semakin berkurang.

b. Pengaruh beberapa cairan rumen terhadap lama nyala biogas (dt).

Efektifitas produksi biogas juga dapat diamati dari lama uji nyala terhadap biogas (Tabel 2). Semakin banyak biogas yang dihasilkan, lama nyala api dari proses pembakaran biogas juga akan semakin lama. Uji nyala dapat digunakan untuk membuktikan apakah biogas yang dihasilkan mengandung gas metan. Berdasarkan hasil pengamatan semua perlakuan menunjukkan hasil uji positif mengandung gas metan sebab nyala api yang ditimbulkan menunjukkan warna nyala biru. Hal tersebut didukung oleh Harahap (2007) dalam Mujahidah (2013) yang menyatakan bahwa adanya gas metan ditandai dengan warna biru dalam nyala api. Gas metana (CH_4) adalah komponen penting dan utama karena memiliki kadar kalor yang cukup tinggi, dan jika gas yang dihasilkan dari proses anaerob ini dapat terbakar, kemungkinan mengandung 45% gas metana.

Hasil uji nyala perlakuan dengan penambahan cairan rumen sapi (P1), cairan rumen kerbau (P2), dan cairan rumen kambing (P3) menunjukkan hasil uji positif mengandung gas metan mengindikasikan bahwa dalam fermentor mengandung bakteri metanogenik. Namun, ketiga perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dikarenakan fermentor dioperasikan secara *batch* sehingga uji nyala dilakukan pada hari akhir pengamatan. Jumlah biogas pada hari akhir pengamatan pada perlakuan P1, P2, dan P3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga berdampak pada waktu uji nyala.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan cairan rumen sapi, kerbau, dan kambing meningkatkan volume biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi. Volume biogas tertinggi diperoleh dari penambahan cairan rumen kambing yaitu dengan rerata volume $102,7 \text{ cm}^3$ pada hari ke-4.

DAFTAR PUSTAKA

Budiyono I, Widiyasa N, Johari S, dan Sunarso. 2010. The kinetic of biogas production rate from cattle manure in batch mode. *International Journal of Chemical and Biological Engineering* 3:1.

- Cuellar AD dan Webber ME.** 2008. Cow power: the energy and missions benefits of converting manure to biogas. IOP Publishing Environmental Research Letters. Environ. Res. Lett.3.
- Fantozzi F dan Buratti C.** 2009. Biogas production from different substrates in an experimental continuously stirred tank reactor anaerobic digester. *Bioresource Technology* 100: 5783-5789.
- Gamayanti KN.** 2011. Pengaruh Penggunaan Limbah Cairan Rumen dan Lumpur Gambut Sebagai Starter dalam Proses Fermentasi Metanogenik. Thesis. Fakultas Pendidikan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Gerardi MH.** 2003. The Microbiology of Anaerobic Digester. John Wiley and Sons, Inc. Canada.
- Hambali E, Mujdalifah S, Tambunan AH, Pattiwiri AW, dan Hendroko R.** 2007. Teknologi Bioenergi. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Ihsan A, Bahri S, dan Musafira.** 2013. Produksi biogas menggunakan cairan isi rumen sapi dengan limbah cair tempe. *Jurnal of Natural Science*, 2(2): 27-35.
- Ismartoyo.** 2011. Bahan Ajar Ilmu Nutrisi Ruminansia. Makasar: Fakultas Peternakan. Uiversitas Hasanudin.
- Mujahidah, Mappiratu, dan Sikanna R.** 2013. Kajian teknologi produksi biogas dari sampah basah rumah tangga. *Jurnal of Natural Science*. 2(1): 25-34.
- Prihantoro I, Toharmat T, Evyernie D, Suryani, dan Abdullah L.** 2012. Kemampuan isolat bakteri pencerna serat asal rumen kerbau pada berbagai sumber hijauan pakan. *JITV*. 17(3):189-200.
- Saputro RR dan Putri DA.** 2009. Pembuatan biogas dari limbah peternakan. http://eprints.undip.ac.id/3215/1/Pembuatan_Biogas_dari_Limbah_Peternakan.pdf. Tanggal akses 8 Agustus 2012.
- Schnurer A, Zellner G, dan Svensson BH.** 1999. Mesophilic syntrophic acetate oxidation during methane formation in biogas reactors. *FEMS Microbiology Ecology*. 29: 249-261.
- Susilowati E.** 2009. Uji Potensi Pemanfaatan Cairan Rumen Sapi untuk Meningkatkan Kecepatan Produksi Biogas dan Konsentrasi Gas Metan dalam Biogas. Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Ulya A.** 2007. Kajian *in vitro* mikroba rumen berbagai ternak ruminansia dalam fermentasi bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Weiland P.** 2003. Production and energetic use of biogas from energy crops and wastes in germany. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 109.
- Wilkie AC.** 2005. Anaerobic digestion of dairy manure: design and process considerations. *NRAES*. 176: 301-312.
- Windiasmara L, Pertiwiningrum A, dan Yusiati LM.** 2012. Pengaruh jenis kotoran ternak sebagai substrat dengan penambahan serasah daun jati (*Tectona grandis*) terhadap karakteristik biogas pada proses fermentasi. *Buletin Peternakan*. 36(1): 40-47.
- Yazid M, Bastianudin A.** 2011. Seleksi mikroba metanogenik menggunakan irradiasi gamma untuk peningkatan efisiensi proses digesti anaerob pembentukan biogas. *J. Iptek Nuklir Ganendra*. 14(1): 47 55.
- Zhen-Hu, Hu dan Han-Qing Yu.** 2005. Application of rumen microorganisms for enhanced anaerobic fermentation of corn stover. *Elsevier*. 40(7): 2371-2377.