

PENURUNAN BOD PADA BIOGAS KOTORAN SAPI CAMPURAN LIMBAH CAIR RUMAH POTONG HEWAN (RPH) DENGAN VARIASI KECEPATAN DAN LAMA PENGADUKAN

Rosiana Indrawati¹

¹Program Studi Teknik Energi Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Yogyakarta
Email: ¹rosiana.indrawati@gmail.com

Masuk: 02 Januari 2018, Revisi masuk: 25 Januari 2018, Diterima: 28 Januari 2018

ABSTRACT

The scarcity of energy sources, especially fuel oil (BBM) has become a world problem. The abundant cattle dung in the community has not been optimally utilized. In addition, the slaughterhouse (RPH) wastewater has not been optimally utilized. The aim of this research is to know the effect of speed and duration of stirring to biogas volume and final BOD concentration on cow dung biogas mixture the slaughterhouse (RPH) wastewater.

The experiment used biodigester reactor as much as 5 pieces, 1 as the controller without stirring and 4 others as the test digester with stirring. RPH0 as a control digester without stirring. Variation of stirring speed 5 and 10 rpm and stirring time 10 and 15 minutes. The volume of biogas is measured for 20 days. BOD levels are measured on the last day of the fermentation process.

The experiment showed that the highest biogas volume was found on PK10L10 test digester that was mixture of cow dung and the slaughterhouse (RPH) wastewater with variation of 10 rpm and duration of stirring 15 minutes ie 1,331 m³, and the lowest biogas volume was 0,243 m³ in RPH0 digester. The highest decrease in BOD content was 37% in RK10L15 digester and the lowest decrease RK5L15 digester was 12%. The stirring process has a significant effect on biogas production and decrease of BOD concentration in the digester.

Keywords: *BOD, the slaughterhouse wastewater, Biogas, Cow Dung.*

INTISARI

Kelangkaan sumber energi terutama bahan bakar minyak (BBM) telah menjadi permasalahan dunia. Kotoran sapi yang berlimpah di masyarakat belum dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan dan lama pengadukan terhadap volume biogas dan konsentrasi BOD akhir pada biogas kotoran sapi dengan campuran limbah cair RPH.

Percobaan menggunakan reaktor biodigester sebanyak 5 buah, 1 sebagai digester kontrol tanpa pengadukan dan 4 lainnya sebagai digester uji dengan pengadukan. RPH 0 sebagai digester kontrol tanpa pengadukan. Variasi kecepatan pengadukan 5 dan 10 rpm dan lama pengadukan 10 dan 15 menit. Volume biogas diukur selama 20 hari. Kadar BOD di ukur pada hari terakhir proses fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume biogas tertinggi terdapat pada digester uji RK10L15 yaitu campuran kotoran sapi dengan limbah RPH dengan variasi kecepatan 10 rpm dan lama pengadukan 15 menit yaitu sebesar 1,331 m³, dan volume biogas terendah yaitu digester RPH0 yaitu 0,243 m³. Penurunan kadar BOD paling tinggi yaitu sebesar 37% pada digester RK10L15 dan penurunan terendah pada digester RK5L15 yaitu 12%. Proses pengadukan berpengaruh nyata terhadap produksi biogas dan penurunan konsentrasi BOD di dalam digester.

Kata kunci : *BOD, Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH), Biogas, Kotoran Sapi.*

PENDAHULUAN

Isu kelangkaan sumber energi terutama bahan bakar minyak (BBM) telah menjadi permasalahan yang dihadapi oleh dunia. Seiring meningkatnya jumlah penduduk yang ikut memacu peningkatan terhadap permintaan energi, baik untuk keperluan rumah tangga, maupun untuk industri dan transportasi. Peningkatan permintaan energi menyebabkan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan pada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan (Hambali, 2007).

Pemanfaatan limbah peternakan (kotoran ternak) merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi naiknya harga pupuk dan kelangkaan bahan bakar minyak. Apalagi pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk biogas. Teknologi dan produk tersebut merupakan hal baru bagi masyarakat petani dan peternak. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energi, tidak mengurangi jumlah pupuk organik yang bersumber dari kotoran ternak. Hal ini karena pada pembuatan biogas kotoran ternak yang sudah diproses dikembalikan ke kondisi semula yang diambil hanya gas metana (CH_4) yang digunakan sebagai bahan bakar. Kotoran ternak yang sudah diproses pada pembuatan biogas dipindahkan ke tempat lebih kering, dan bila sudah kering dapat disimpan dalam karung untuk penggunaan selanjutnya.

Sektor peternakan merupakan salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat di Indonesia. Selain manfaat yang cukup besar yang dihasilkan oleh sektor peternakan ini, namun di sisi lain juga menjadi penyebab timbulnya pencemaran. Hasil lain dari ternak berupa limbah yang semakin intensif sehingga dalam sektor yang besar akan menimbulkan masalah yang lebih kompleks. Selain bau yang tidak sedap, keberadaannya juga mencemari lingkungan dan mengganggu pandangan juga dapat menjadi sumber penyakit.

Menumpuknya limbah peternakan sampai dengan kapasitas tertentu akan menimbulkan dampak negatif antara lain berupa peningkatan populasi mikroba patogen sehingga mengakibatkan terjadinya pencemaran air, tanah dan pencemaran udara karena debu infeksius serta bau yang kurang sedap. Banyak negara berkembang menggunakan kotoran ternak sebagai bahan bakar, sehingga menimbulkan polusi asap yang mengakibatkan gangguan kesehatan. Akhir-akhir ini mulai menjadi perhatian karena terjadinya emisi gas metan dan karbondioksida yang dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya efek rumah kaca sehingga akan mempengaruhi perubahan iklim secara global. Proses digesti anaerob untuk pengolahan limbah peternakan tersebut dirasa akan memberikan beberapa keuntungan antara lain menurunkan nilai COD dan BOD, *total solid*, *volatile solid*, nitrogen nitrat, dan nitrogen organik. Di samping juga populasi bakteri coliform dan patogen, telur insekta, parasit dan bau relatif dapat diturunkan atau bahkan dihilangkan (Yazid, 2012).

Limbah ternak sapi potong adalah sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan sapi potong. Limbah tersebut meliputi limbah padat dan limbah cair seperti feses, urine, sisa makanan, embrio, kulit, lemak, darah, kuku, tulang, tanduk, isi rumen, dan lain-lain. Namun, limbah peternakan sapi potong umumnya berupa feses. Feses sapi potong merupakan buangan dari usaha peternakan sapi potong yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urine dan gas seperti metana dan amoniak (Sihombing, 2000).

Rumah Potongan Hewan (RPH) merupakan salah satu industri yang mengeluarkan limbah cair dalam jumlah besar. Limbah cair RPH mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi, padatan tersuspensi, serta bahan koloid seperti lemak, protein, dan selulosa (Caixeta dkk., 2002; Masse dkk., 2003). Seiring dengan peningkatan kesadaran masyarakat pada permasalahan

lingkungan dan peraturan pemerintah yang semakin ketat, maka penanganan terhadap limbah cair di RPH ini perlu mendapat perhatian secara seksama.

Permasalahan limbah ternak, khususnya feses dapat diatasi dengan memanfaatkan menjadi bahan yang memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu sebagai bahan masukan untuk menghasilkan bahan bakar biogas. (Sutarno dan Firdaus, 2007).

Limbah cair RPH mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi, padatan tersuspensi, serta bahan koloid seperti lemak, protein, dan selulosa. Bahan organik ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan bila dibuang langsung ke lingkungan (Roihatin, A, 2006). Limbah cair RPH mengandung kadar protein tinggi akan menyebabkan penyuburan air, sehingga memungkinkan tumbuhnya tumbuhan air yang tidak dikehendaki atau disebut dengan gulma air. Pertumbuhan gulma air yang tidak terkendali akan merusak badan air dan menyebabkan terjadinya pendangkalan. Limbah organik itu bila dibiarkan tanpa dikelola, tidak hanya akan menunjukkan keburukan sanitasi lingkungan, melainkan juga akan menarik binatang penyebab dan penyebar penyakit seperti insecta, rodentia dan lain sebagainya. Banyak jenis infeksi penyakit melalui makanan (*Food Borne Disease*) yang ditularkan melalui daging akibat daging terkontaminasi langsung atau tidak langsung oleh limbah RPH. Meat Borne Disease dapat disebabkan oleh beberapa agent seperti bakteri, jamur, virus, protozoa dan cacing.

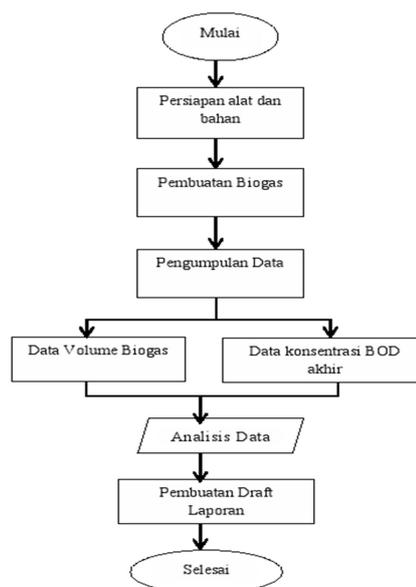
Proses pengadukan menjadi tahapan penting dalam pengolahan limbah secara fisik. Pengadukan merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk mendapatkan campuran substrat yang homogen. Pengadukan selama proses dekomposisi berguna untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan berfungsi mencampur metanogen dengan substrat. Pengadukan juga memberikan kondisi suhu yang seragam dalam biodigester dan menghasilkan gas secara optimal (Pambudi, 2008). Digester biogas di Indonesia umumnya bekerja tanpa

adanya pengadukan di dalam digester. Oleh karena itu dipandang perlu dievaluasi penggunaan pengaduk pada digester yang bekerja pada suhu ruang untuk mengoptimalkan produksi metan.

Karakteristik limbah cair RPH yang mengandung kadar BOD yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi oleh bakteri pada proses pembentukan biogas kotoran sapi. Berdasarkan uraian diatas, peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui penurunan kandungan BOD akhir biogas kotoran sapi yang dicampur dengan limbah cair RPH melalui pengadukan dengan variasi kecepatan dan lama pengadukan.

Diagram Alir Metodologi Penelitian

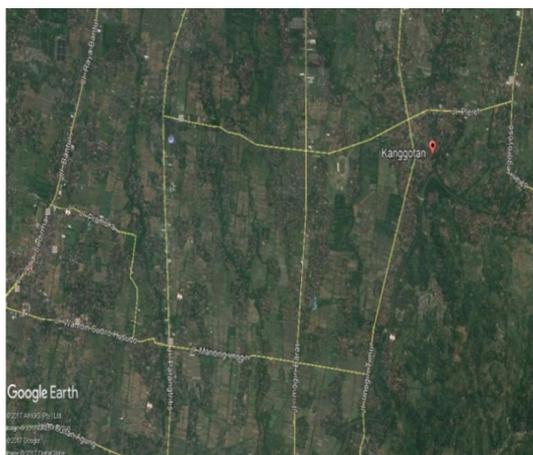
Gambar 1 menampilkan diagram alir Penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan limbah cair RPH dan kotoran sapi diambil dari petani ternak sapi di Dusun Kanggotan, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul. Lokasi pengambilan sampel berada pada koordinat 7°52'23.30"S dan 110°23'39.07"T. Lokasi titik sampling penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Titik Sampling

Peralatan

Peralatan reaktor yang digunakan dalam penelitian terdiri dari beberapa bagian diantaranya drum plastik ukuran tinggi 52 cm, pipa PVC diameter 1,25", pipa PVC diameter 0,5", ember plastik, sambungan Y, kran, gelas ukur, balon karet, serta batang pengaduk kayu.

Metode Penelitian

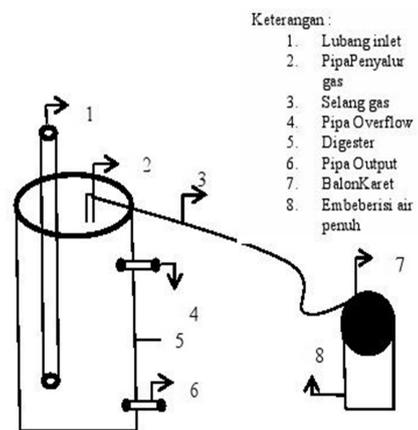
Bagian pertama dalam penelitian ini adalah penyiapan alat untuk proses fermentasi bahan-bahan campuran kotoran sapi dan limbah cair RPH. Menyiapkan drum plastik berkapasitas 26 liter sebanyak 5 buah, satu drum sebagai digester kontrol (perlakuan tanpa pengadukan) dan 4 lagi sebagai digester uji. Tutup bagian atas dilubangi seukuran pipa diameter 1,25 inci dengan menggunakan bor listrik. Selanjutnya disiapkan pipa PVC diameter 1,25 inci sepanjang \pm 50 cm dimasukkan ke dalam lubang yang telah dibuat tadi, dan menyisakan 10 cm dibagian atas tutup drum plastik dan pada bagian lubang diberi perekat lem tetes agar dipastikan tidak terdapat celah untuk masuknya udara karena kebocoran. Lubang ini berfungsi sebagai lubang *feedstock* atau lubang inlet. Berjarak 5 cm dari pipa *feedstock* dibuat lubang kecil untuk saluran gas dengan menggunakan selang waterpass. Dibagian bawah drum sekitar 5 cm dari bawah drum dibuat lubang kecil seukuran pipa diameter 0,5" dan diberi pipa beserta dengan dop. Lubang ini berfungsi sebagai pipa outlet untuk mengeluarkan *slurry* dan cairan

sisanya proses fermentasi. Berjarak 30 cm diatas pipa outlet dibuat lubang untuk dimasuki pipa ukuran 0,5" yang berfungsi untuk saluran *overflow*.

Tahap kedua adalah pembuatan penampung gas yaitu dengan menyiapkan ember plastik yang diisi air penuh kemudian sebuah balon udara yang dihubungkan dengan selang saluran gas. Kotoran sapi ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam ember dan ditambahkan air limbah. Untuk digester kontrol 1 kotoran sapi hanya diratakan dengan air limbah cair RPH tanpa pengadukan kemudian dimasukkan ke dalam digester kontrol melalui lubang inlet. Sedangkan pada digester uji 1,2,3 dan 4 kotoran sapi ditambah limbah cair RPH kemudian dilakukan pengadukan dengan variasi kecepatan dan lama pengadukan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam lubang *inlet*.

- RKL0 : limbah cair RPH tanpa pengadukan
- RK5L10 : KS+RPH kecepatan pengadukan 5rpm, lama pengadukan 10 menit
- RK5L15 : KS+RPH kecepatan pengadukan 5rpm, lama pengadukan 15 menit
- RK10L10 : KS+RPH kecepatan pengadukan 10rpm, lama pengadukan 10 menit
- RK10L15 : KS+RPH kecepatan pengadukan 10rpm, lama pengadukan 15 menit

Gambar 3 menampilkan desain alat biogas, sedangkan Gambar 4 menampilkan reaktor biogas yang dibuat.



Gambar 3. Desain Alat Biogas



Gambar 4. Reaktor Biogas

Pengumpulan Data

Pengambilan data volume biogas masing-masing digester baik kontrol maupun uji diukur setiap hari selama 20 hari kemudian hasilnya diakumulasi untuk mendapatkan hasil volume biogas pada masing-masing digester.

Volume yang terbentuk tiap harinya dicatat dan dibuat grafik. Dari grafik tersebut dapat dilihat volume biogas yang dihasilkan oleh tiap reaktor. Pengukuran dilakukan dengan cara volume gas yang terbentuk tiap harinya akan diukur dengan menghitung volume gas yang ditampung pada balon udara, setelah itu balon udara tersebut dimasukkan ke dalam bak penuh air. Jumlah air yang keluar dari bak tersebut diukur volumenya dengan asumsi bahwa volume air yang keluar sama dengan volume gas yang ada pada balon udara tersebut. Setelah diperoleh data volume maka dalam satu hari volume biogas dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Volume biogas} = \frac{\text{volume sampel di balon udara (L)}}{\text{hari}} \quad (1)$$

Pengujian awal terhadap limbah cair RPH dilakukan untuk mengetahui kadar BOD sebelum proses fermentasi dilakukan. Kemudian dilakukan pengujian hasil cairan fermentasi pada akhir proses tanpa pengadukan dan dengan pengadukan untuk mengetahui kadar BOD akhir. Analisis dilakukan di

Laboratorium Teknologi Lingkungan Institut Teknologi Yogyakarta.

PEMBAHASAN

Perhitungan Volume Digester

Jenis reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor *fixed dome*. Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat melihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Jenis bahan yang digunakan untuk pembuatan reaktor ini adalah *fiber* plastik. Bahan *fiber* memiliki kelebihan diantaranya kuat, tahan lama, tidak berkarat, anti bocor serta ringan. Pengukuran suhu dilakukan pada awal dan akhir proses, pada awal proses cenderung tidak mengalami perubahan signifikan dengan suhu akhir berkisar 30°C untuk semua digester.

Konsentrasi BOD limbah cair RPH dianalisis terlebih dahulu, selanjutnya dilakukan pencampuran bahan antara kotoran sapi dengan limbah tersebut. Sebelum pencampuran bahan terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap volume digester. Perhitungan volume digester menggunakan rumus sebagai berikut

a. Perhitungan volume digester

Diketahui:

$$r.\text{digester} = 10 \text{ cm}$$

$$t.\text{digester} = 50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \cdot (10)^2 \cdot 50 \\ &= 25 \text{ liter} = 0,025 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume digester adalah 25 liter.

b. Banyaknya kotoran sapi yang dibutuhkan

Terlebih dahulu dihitung massa jenis kotoran sapi () yang mana ditimbang massa kotoran sapi seberat 1,5 kg didalam wadah ember bervolume 49 liter (0,049 m³) sehingga massa jenis kotoran sapi adalah:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{1,5}{0,03} \\ &= 50 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Volume campuran kotoran sapi dan limbah cair RPH adalah sebesar 3/4 volume digester dengan perbandingan kotoran sapi dan limbah cair 1 : 1.

$$= 3/4 \cdot 0,025$$

$$= 0,01875 \text{ m}^3$$

Sehingga di dalam digester terdapat 0,009375 m³ limbah cair dan kotoran sapi.

- c. Massa kotoran sapi yang dibutuhkan (Ms)

$$Ms = 50 \text{ kg/m}^3 \times 0,009375 \text{ m}^3$$

$$= 0,5 \text{ kg}$$

- d. Massa air yang dibutuhkan (Ma)

$$Ma = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,009375 \text{ m}^3$$

$$= 9 \text{ kg}$$

Produksi Biogas Campuran Kotoran Sapi Dan Limbah Cair RPH

Proses fermentasi biogas dilakukan dengan memvariasikan kecepatan dan lama waktu pengadukan pada masing-masing biodigester. Kecepatan di variasikan 5 dan 10 rpm dan lama waktu pengadukan 10 dan 15 menit dengan pertimbangan proses pengadukan tidak dilakukan dengan mesin stirer tapi dengan menggunakan tenaga manusia. Sehingga variasi tersebut masih dapat dijangkau oleh tenaga tangan manusia

Pengukuran volume gas dilakukan setiap hari untuk menghindari tekanan gas yang berlebihan yang dapat mengakibatkan kebocoran pada peralatan biogas. Pengukuran dilakukan dengan cara volume gas yang terbentuk tiap harinya akan diukur dengan menghitung volume gas yang ditampung pada balon udara, setelah itu balon udara tersebut dimasukkan kedalam bak penuh air. Jumlah air yang keluar dari bak tersebut diukur volumenya dengan asumsi bahwa volume air yang keluar sama dengan volume gas yang ada pada balon udara tersebut. Tabel 1 menunjukkan hasil produksi harian biogas selama 20 hari.

Pada minggu pertama produksi biogas sudah mulai terbentuk, hal ini terjadi pada seluruh satuan percobaan. Dari Tabel 2, terlihat bahwa produksi biogas yang dihasilkan dari masing-masing komposisi memiliki volume yang berbeda-beda, total produksi terbesar terdapat pada digester RK10L15 yaitu campuran kotoran sapi dengan limbah cair RPH dengan kecepatan pengadukan

10 rpm dan lama pengadukan 15 menit dengan total produksi sebesar 1,331 m³. Hal ini bisa disebabkan karena proses pengadukan akan sangat menguntungkan karena apabila tidak diaduk solid akan mengendap pada dasar tangki dan akan terbentuk busa pada permukaan yang akan menyulitkan keluarnya gas. Selain itu proses pengadukan pada reaktor akan memungkinkan kontak secara langsung antara substrat dengan bakteri atau mikroorganisme yang menghasilkan gas. Semakin sering dilakukan pengadukan, semakin besar kesempatan bakteri untuk mendegradasi substrate (Rama dkk., 2016).

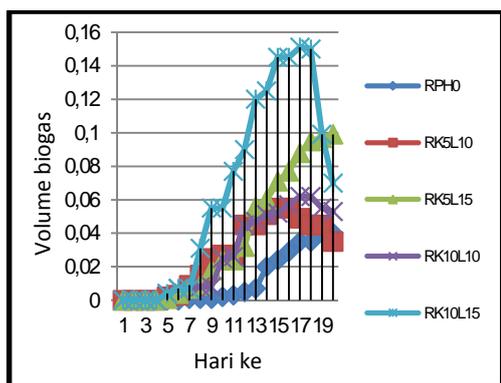
Tabel 1 Hasil Perhitungan Volume Digester

No	Data	Hasil Perhitungan
1	Volume digester	0,025 m ³
2	Massa jenis kotoran sapi	50 kg.m ⁻³
3	Perbandingan kotoran sapi dan limbah RPH	1 : 1
4	Massa kotoran sapi	0,5 kg
5	Massa air yang dibutuhkan	9 kg

Pada Gambar 5, terlihat bahwa biogas yang dihasilkan terus meningkat. Hal tersebut dapat dipahami karena perombakan yang terjadi disebabkan karena aktifitas mikroba. Pertumbuhan dan aktifitas mikroba sangat dipengaruhi oleh berbagai hal, diantaranya tersedianya nutrisi dalam substrat, pH, dan suhu.

Proses anaerobik berlangsung melalui tahap proses hidrolisis, tahap pengasaman (asidifikasi) dan tahap pembentukan gas metan. Sehingga menghasilkan biogas dan terus bertambah setiap hari selama bakteri pengurai terus bertumbuh dan beraktivitas. Pada grafik diatas terlihat bahwa biogas yang dihasilkan tiap komposisi memiliki volume yang berbeda-beda. Produksi biogas kumulatif paling lama terdapat pada komposisi pada digester RK5L15 yakni pada hari ke 20 pengamatan produksi gas masih cenderung naik. Sedangkan produksi

biogas kumulatif terendah pada komposisi digester RK5L10 yakni berhenti pada hari Ke-19. Menurut Padang dkk. (2011) perbedaan produksi biogas disebabkan karena ketersediaan nutrisi (sumber energi) bagi bakteri anaerob yang berbeda-beda dari masing-masing komposisi, sehingga berdampak pada perbedaan laju fermentasi dari setiap komposisi.



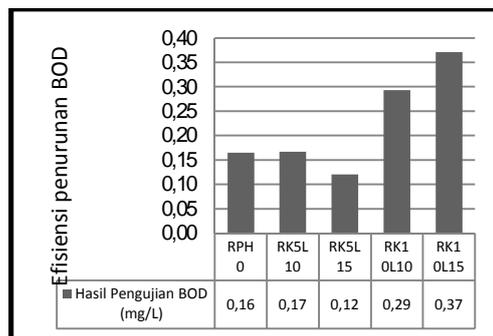
Gambar 5. Grafik Produksi Biogas

Pengamatan Kadar BOD Akhir

Pada saat pengambilan limbah cair dilakukan analisis kandungan BOD awal untuk membandingkan ada tidaknya pengaruh pengadukan terhadap penurunan kadar BOD akhir proses. Kandungan awal BOD pada limbah cair RPH adalah sebesar 540,6 mg/L. Pada akhir proses semua cairan sisa berwarna kecoklatan karena pengaruh dari proses fermentasi selama pembentukan biogas di dalam biodigester. Tabel 2 menampilkan hasil uji BOD akhir pada setiap digester. Dari Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa telah terjadi penurunan kadar BOD akhir pada digester dengan perlakuan variasi kecepatan dan lama pengadukan. Gambar 6 menampilkan efisiensi penurunan kadar BOD.

Parameter	Hasil Pengujian BOD (mg/L)
RPH0	451,5
RK5L10	450,5
RK5L15	475,4
RK10L10	382,0
RK10L15	340,1

Sumber: Hasil Observasi Lab (2017)



Gambar 6. Efisiensi Penurunan Kadar BOD

Efisiensi penyisihan kadar BOD akhir paling tinggi untuk campuran kotoran sapi dengan limbah cair RPH adalah pada digester RK10L15 adalah 37%, sedangkan efisiensi penyisihan kadar BOD akhir paling rendah adalah digester kontrol atau RPH0 sebesar 16%. Pada digester sistem pengaduk menjadi sangat penting. Tujuan dari pengadukan adalah untuk menjaga material padat tidak mengendap pada dasar digester. Pengadukan sangat bermanfaat bagi bahan yang berada di dalam digester anaerobik karena memberikan peluang material tetap tercampur dengan bakteri dan temperatur terjaga merata diseluruh bagian. Dengan pengadukan potensi material mengendap di dasar digester semakin kecil, konsentrasi merata dan memberikan kemungkinan seluruh material mengalami proses fermentasi anaerob secara merata. Selain itu dengan pengadukan dapat mempermudah pelepasan gas yang dihasilkan oleh bakteri menuju ke bagian penampung biogas

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

- Volume biogas tertinggi terdapat pada digester RK10L15 yaitu sebesar 1,331 m³ campuran kotoran sapi dengan limbah cair RPH dengan variasi kecepatan pengadukan 10 rpm selama 15 menit.
- Konsentrasi BOD akhir dengan efisiensi penurunan paling besar adalah pada digester uji campuran kotoran sapi dengan limbah cair RPH

untuk variasi kecepatan 10 rpm dengan lama waktu pengadukan 15 menit (RK10L15) yaitu 37%.

- c. Proses pengadukan dengan variasi kecepatan dan lama pengadukan berpengaruh langsung terhadap penurunan kadar BOD dalam digester.

SARAN

- a. Sebaiknya pada awal proses dilakukan analisis bahan terlebih dahulu.
- b. Sebaiknya dilakukan variasi waktu pengambilan sampel cairan hasil fermentasi, misalnya dari 30 hari proses diambil setiap hari ke 5, ke 10, ke 15, ke 20 sampai dengan hari ke 30 untuk dianalisis di laboratorium kandungan BOD akhir.
- c. Proses pengadukan dapat disempurnakan menggunakan mesin stirer tangki berpengaduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Caixeta, C.E.T., Cammarota, M.C., and Xavier, A.M.F., 2002, Slaughterhouse Wastewater Treatment: Evaluation of A New Three-phase Separation System in A UASB Reactor, *Bioresource Technology*, 81(1): 61-69.
- Hambali E., 2007, *Teknologi Bioenergi*, PT. Agromedia Pustaka, Bogor.
- Hardjowigeno, S., 2003, *Ilmu Tanah*, Akademika Presindo, Jakarta.
- Hardoyo, Atmodjo M.C., Rosadi, D., Cahyono, M.S., 2014, *Panduan Praktis Membuat Biogas Portable Skala Rumah Tangga dan Industri*, Andi Publisher, Yogyakarta.
- Kusnoputranto, 1983, *Kesehatan Lingkungan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Masse, L., Masse, D.I., and Kennedy, K.J., 2003, Effect of hydrolysis pretreatment on fat degradation during anaerobic digestion of slaughterhouse wastewater. *Process Biochemistry* 38(9): 1365-1372.
- Padang, Y.A., Nurchayati, dan Suhandi, 2011, Meningkatkan Kualitas Biogas dengan Penambahan Gula, *Jurnal Teknik Rekayasa*, 12(1): 53-62.

Pambudi, N. A. 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. www.dikti.org. Akses : 13 November 2013.

Rama, M., Soeroso, F., Pradana, S., Akbar, Sudarno, dan Wardhana, I.W., 2016. Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas pada Anaerobic Digestion dengan Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Starter dan Limbah Dapur sebagai Substrat, *Jurnal Presipitasi*, 13(2): 88-93.

Roihatin, A., 2006, *Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH) dengan Cara Elektrokoagulasi Aliran Kontinyu*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>.

Sihombing, D.T.H., 2000. *Teknik Pengelolaan Limbah Kegiatan/Usaha Peternakan*, Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian, Institut Pertanian Bogor.

Sutarno dan Firdaus, F., 2007, Analisis Prestasi Produksi Biogas (CH₄) dari Polyethylene Biodigester Berbahan Baku Limbah Ternak Sapi, *Jurnal Logika*, 4(1).

Yazid, F.R., 2012,. Pengaruh Variasi Konsentrasi dan Debit Pada Pengolahan Air Artificial (Campuran Grey Water dan Black Water) Menggunakan Reaktor UASB, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), Universitas Diponegoro Semarang.

BIODATA PENULIS

Rosiana Indrawati, S.T., M.Eng., lahir di Sukoharjo pada tanggal 22 Desember 1985, menyelesaikan Pendidikan S1 bidang Teknik Lingkungan dari Universitas Diponegoro Semarang tahun 2009, dan S2 bidang Magister Sistem Teknik Konsentrasi Teknologi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah dan Limbah Perkotaan tahun 2011. Minat keilmuan saat ini adalah biogas, air bersih, AMDAL/UKL-UPL dan Audit Energi. Saat ini penulis bekerja sebagai staf pengajar di Program Studi Teknik Energi Institut Teknologi Yogyakarta (STTL-YLH).