

PENGARUH PENGENCERAN DAN PENGADUKAN PADA PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH RUMAH MAKAN DENGAN MENGGUNAKAN STARTER EKSTRAK RUMEN SAPI

Eka Triakuntini*, Sudarno, Endro Sutrisno

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Semarang, Jawa Tengah

*Email: ekatriakuntini@gmail.com

ABSTRACT

With the increasing amount of human needs for energy, a new energy source is needed to replace the use of fossil fuel which existence becoming rare. One alternative energy than can be used is biogas. Biogas is a gas formed from organic matter decomposition in an anaerob condition. Biogas can be made from materials easily found in the environment, such as restaurant waste that has high organic components. To improve biogas production, there are several treatments that can be done, such as dilution and mixing. This study uses 10 digesters, each of it filled with 4 kg restaurant waste and 1.5 L cow rumen, with the addition of water varies as follows: 6000 ml, 4000 ml, 2600 ml, 1500 ml and 670 ml. The first five digesters were being mixed while the other five were not. The observation runs for 22 days. Result shown that in both digesters with water content as much as 6000 ml, with mixing or not, are the ones that produce the most gas. First digester produces 1032.02 ml gas while sixth digester produces 1196.99 ml gas. To compare the effect of mixing, gas production on digesters with no mixing produce more gas than the one that are being mixed.

Keywords: biogas, restaurant waste, dilution

ABSTRAK

Dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan energi, diperlukan sumber energi baru untuk menggantikan peranan bahan bakar fosil yang keberadaanya mulai langka. Salah satu energi alternatif yang dapat dipilih adalah biogas. Biogas merupakan gas yang terbentuk dari perombakan bahan organik dalam keadaan anaerob. Biogas dapat dibuat dari bahan yang mudah ditemukan dilingkungan sekitar, salah satunya adalah sampah rumah makan yang memiliki komponen organik yang tinggi. Untuk meningkatkan produksi biogas, dapat dilakukan beberapa perlakuan antara lain pengenceran dan pengadukan. Penelitian ini dilakukan menggunakan 10 reaktor dengan jumlah sampah 4 kg dan rumen 1.5 L dengan variasi penambahan air sebanyak 6000 ml, 4000 ml, 2600 ml, 1500 ml dan 670 ml. Lima reaktor pertama diberikan perlakuan pengadukan sedang lima reaktor lainnya tanpa pengadukan. Hasil yang didapat adalah baik pada reaktor dengan pengadukan maupun tanpa pengadukan,

reaktor yang memiliki pengenceran 6000 ml adalah yang memproduksi gas paling banyak yaitu reaktor 1 dan 6 dengan produksi gas sebesar 1032.02 ml dan 1196.99 ml. Sedang jika membandingkan perlakuan pengadukan, produksi biogas pada reaktor yang tidak diberikan pengadukan menghasilkan gas yang lebih banyak daripada reaktor dengan pengadukan.

Kata kunci: biogas, sampah rumah makan, pengenceran

Latar Belakang

Masalah sampah adalah masalah global yang bisa terjadi dimana saja terutama di kota-kota besar, keterbatasan lahan, volume sampah yang terus bertambah, proses pengolahan yang tidak maksimal, manajemen sampah tidak efektif dan kurangnya dukungan kebijakan dari pemerintah terutama dalam pemanfaatan produk sampingan dari sampah sehingga menyebabkan tertumpuknya produk tersebut di TPA merupakan kendala yang sering terjadi sehingga masalah sampah seakan-akan tidak ada habisnya (Sudrajat, 2007). Permasalahan sampah ini harus ditangani, salah satu cara penanganannya adalah dengan memanfaatkan sampah menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, murah dan mudah diperoleh dari lingkungan sekitar.

Biogas sendiri memiliki kandungan energi tinggi yang tidak kalah dari kandungan energi dari bahan bakar fosil. Nilai kalori dari 1 m³ biogas setara

dengan 0.6-0.8 liter minyak tanah. Biogas sangat cocok untuk menggantikan minyak tanah, LPG, dan bahan bakar fosil lainnya. Dan biogas memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Sifatnya yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui merupakan keunggulan dari biogas dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

Pembatasan Masalah

Penelitian ini dilakukan sebagai *pilot project* dari penelitian yang dilakukan oleh Pradana Sahid Akbar yang berjudul “Pengaruh Pengenceran Dan Pengadukan Limbah Rumah Makan Daerah Bulusan Terhadap Peningkatan Produksi Biogas Dengan Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Starter” dan penelitian oleh M. Rama Soeroso yang berjudul “Pengaruh Pengenceran Dan Pengadukan Limbah Rumah Makan Daerah Ngesrep (Studi Kasus: Rasio C/N 20:1) Terhadap Peningkatan Produksi Biogas Dengan

Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Starter” yang dilakukan dalam skala laboratorium. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi pengenceran sampah dan juga pengaruh pengadukan serta temperatur dan pH pada produksi biogas. Penelitian ini dilakukan selama total 32 hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan Sampah Sebagai Sumberdaya Energi

Permasalahan pengelolaan sampah dapat diminimalkan dengan menerapkan pengelolaan sampah yang terpadu (*Integrated Solid Waste Management/ISWM*), diantaranya *waste to energy* atau pengolahan sampah menjadi energi (Damanhuri, 2010 dalam Yenni, 2012). Salah satu bentuk energi yang dihasilkan dari sampah adalah biogas, yaitu energi terbarukan yang dibuat dari bahan buangan organik berupa sampah, kotoran ternak, jerami, eceng gondok serta bahan lainnya (Surawiria, 2005 dalam Yenni, 2012).

Rumen

Pada sistem pencernaan ruminansia terdapat suatu proses yang disebut memamah biak (ruminasi).

Pakan berserat (hijauan) yang dimakan ditahan untuk sementara di dalam rumen. Pada saat hewan beristirahat, pakan yang telah berada dalam rumen dikembalikan ke mulut (proses regurgitasi), untuk dikunyah kembali (proses remastikasi), kemudian pakan ditelan kembali (proses redeglutasi). Selanjutnya pakan tersebut dicerna lagi oleh enzim-enzim mikroba rumen (Saputra, 2011).

Di dalam rumen terdapat populasi mikroba yang cukup banyak jumlahnya. Mikroba rumen dapat dibagi dalam tiga kelompok utama yaitu fungi, bakteri, dan protozoa. (Saputra, 2011).

Yokoyama dan Johnson (1988) dalam Suwandi (1997), mengklasifikasikan bakteri menjadi 8 kelompok didasarkan pada jenis bahan yang digunakan dan hasil akhir fermentasi:

1. Bakteri Selulolitik
2. Bakteri Proteolitik
3. Bakteri Methanogenik.
4. Bakteri Amilolitik
5. Bakteri yang memfermentasikan gula
6. Bakteri Lipolitik

7. Bakteri pemanfaat Asam

8. Bakteri Hemiselulolitik

Serta ditambah beberapa contoh spesies protozoa dan jamur diantaranya : *Isotricha intestinalis* (memfermentasi gula, pati dan pektin), Sedangkan jamur *Neocalimastix sp* (Winugroho dkk ., 1997 dalam Suwandi, 1997) .

Biogas

Dalam Prajayana (2011), biogas didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik (seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam, dan daun-daun hasil sortiran sayur) difermentasi atau mengalami proses metanisasi (Hambali *et al.* 2007). Dan menurut Wahyuni (2009) biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi anaerobik.

Metode Penelitian

Jenis dan Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan sebagai

pilot project dari penelitian sebelumnya yang dilakukan dalam skala laboratorium.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan 10 buah reaktor yang ditempatkan diluar ruangan dengan menggunakan proses fermentasi secara anaerob. Dalam penelitian ini digunakan limbah rumah makan yang berasal dari hasil samping konsumsi pelanggan.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

- Pengenceran

Variabel pengenceran yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari 5 variabel dengan variasi penambahan air: 6000 ml, 4000 ml, 2600 ml, 1500 ml dan 670 ml.

- Pengadukan

Variabel pengadukan dilakukan secara manual selama 20 detik dengan 2 perlakuan yaitu tanpa pengadukan dan dengan satu kali pengadukan.

- *pH*

Penambahan larutan kapur gamping ditambahkan sampai pH reaktor diatas 7.

- Temperatur

Untuk variabel temperatur, perlakuan yang dilakukan adalah dengan memindahkan reaktor dengan pengadukan satu kali ke dalam laboratorium sedangkan yang tanpa pengadukan tetap diletakkan diluar laboratorium

Pada penelitian ini yang digunakan sebagai variabel kontrol adalah jumlah substrat dan rumen sapi yang dimaksudkan kedalam reaktor.

Dari variasi variabel diatas,dapat dilihat desain penelitian yang akan dilaksanakan dijabarkan pada tabel 3.2:

Variabel Terikat

Parameter yang akan dianalisa dalam penelitian ini adalah volume biogas yang dihasilkan dari proses anaerob didalam reaktor dan konsentrasi COD.

Variabel Kontrol

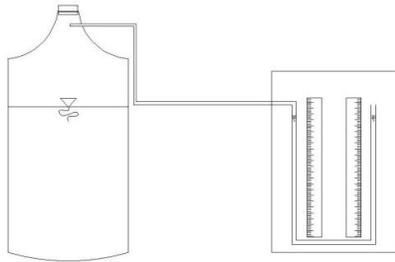
Tabel 3.2
Desain Penelitian

| Reaktor | Rumen | Substrat | Air | Keterangan |
|---------|-------|----------|---------|-----------------------|
| 1 | 1.5 L | 4 Kg | 6000 ml | DenganPengadukan (DP) |
| 2 | 1.5 L | 4 Kg | 4000 ml | DP |
| 3 | 1.5 L | 4 Kg | 2600 ml | DP |
| 4 | 1.5 L | 4 Kg | 1500 ml | DP |
| 5 | 1.5 L | 4 Kg | 670 ml | DP |
| 6 | 1.5 L | 4 Kg | 6000 ml | TanpaPengadukan (TP) |
| 7 | 1.5 L | 4 Kg | 4000 ml | TP |
| 8 | 1.5 L | 4 Kg | 2600 ml | TP |
| 9 | 1.5 L | 4 Kg | 1500 ml | TP |
| 10 | 1.5 L | 4 Kg | 670 ml | TP |

Tahap Persiapan Penelitian

- Persiapan Reaktor

Pada tahap ini dibuat desain *Digester* dengan menggunakan galon dengan volume 19 L. Penangkap gas dimodifikasi dengan menggunakan selang silikon untuk menghindari kebocoran pada selang.



Gambar 3.1
Skema *Digester* Biogas

- **Persiapan Sampel**

Pada tahap ini dilakukan pengambilan bahan baku sampah organik dari rumah makan dan rumen diambil dari RPH Penggaron.

- **Persiapan Data Awal**

Persiapan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan didalam sampel yang dibutuhkan untuk proses pembentukan biogas. Data yang dimaksudkan antara lain; pH dan temperatur awal sampel (sebelum dan setelah dicampur ke dalam reaktor),

kandungan C/N dalam sampah serta kandungan COD awal.

Analisa dan Pembahasan

Karakteristik Limbah

Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah rumah makan dan menggunakan ekstrak rumen sapi sebagai starter. Karakteristik dari limbah serta starter ekstrak rumen sapi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1

Karakteristik Limbah

| Jenis | pH | Suhu | COD (mg/l) | C/N Rasio |
|--------|------|------|------------|-----------|
| Sampah | 3.75 | 28 | 70390.46 | 54.60 |
| Rumen | 6.34 | 28 | 4989.15 | |

Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengenceran atau penambahan air terhadap produksi biogas yang dihasilkan. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan air sebanyak 6L (R1 dan R6), 4L (R2 dan R7), 2.6L (R3 dan R8), 1.5L (R4 dan R9) dan 0.67 L (R5 dan R10). Karena adanya perbedaan perlakuan (dengan atau tanpa

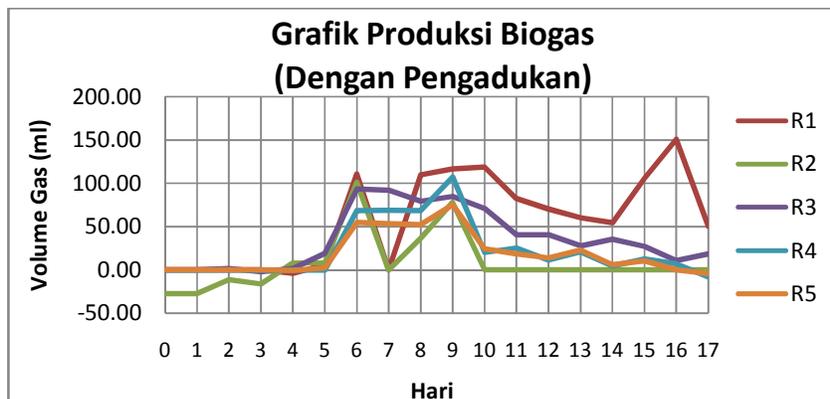
pengadukan) pada reaktor yang memiliki pengenceran sama, maka pengamatan dilakukan berdasarkan volume total gas dari reaktor yang mendapat perlakuan yang sama.

Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Pada Reaktor Dengan Pengadukan

Pada reaktor yang diberikan perlakuan pengadukan, perolehan volume atau volume biogas yang dihasilkan dianggap sebanding dengan perbedaan tinggi air pada manometer.

Fluktuasi produksi biogas ini dapat dilihat pada gambar 4.1. Volume gas total yang dihasilkan paling banyak adalah pada reaktor 1 yaitu sebesar 1032.02 ml, dan produksi gas harian

minimum diperoleh pada reaktor 2 pada hari pertama dan kedua sedang produksi maksimum diperoleh pada reaktor 1 pada hari ke-16. Gas yang dihasilkan pada kelima reaktor ini meningkat pada hari ke-6 lalu cenderung menurun sampai hari ke-17. Peningkatan produksi gas ini dikarenakan penggantian tutup plastik pada reaktor dengan menggunakan tutup karet demi menghindari kebocoran gas pada hari ke-5. Untuk reaktor 1 dan 2, terjadi penurunan drastis dimana pembacaan manometer pada reaktor menunjukkan tidak adanya produksi gas pada hari ke-7. Hal ini disebabkan oleh penggantian kembali tutup karet dengan tutup plastik untuk membuktikan pengaruh penggunaan tutup karet tersebut.



Gambar 4.1

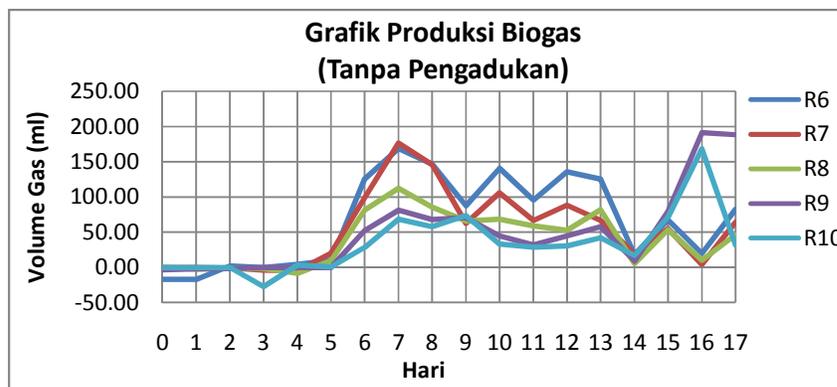
Grafik Produksi Biogas pada Reaktor Dengan Pengadukan

Dari hasil pembacaan grafik dan tabel diatas yang menghasilkan paling banyak gas adalah reaktor 1 yang diberikan penambahan air sebanyak 6 L. Hasil ini sesuai dengan yang diutarakan Koentjoko (1984) bahwa aktivitas normal dari mikroba methan membutuhkan sekitar 90% air dan 7-10% bahan kering dari bahan masukan untuk fermentasi. Dengan demikian isian yang paling banyak menghasilkan gas bio adalah yang mengandung 7-9% bahan kering. Untuk mendapatkan kandungan kering sejumlah tersebut maka bahan baku isian biasanya ditambah dengan air dengan perbandingan tertentu. Begitu pula dengan percobaan terdahulu yang menyimpulkan bahwa Variasi dengan kombinasi feeding biostarter dan

feeding air mampu menghasilkan volume biogas kumulatif dan konsentrasi gas metana yang lebih besar dibandingkan dengan variasi blanko (tanpa adanya kombinasi feeding biostarter dan feeding air), (Budihardjo, 2009).

Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Pada Reaktor Tanpa Pengadukan

Pada grafik 4.2 dapat dilihat reaktor dengan volume gas total yang paling besar adalah reaktor 6 yang memiliki pengenceran paling besar yaitu sebesar 6 L. Produksi gas harian maksimum diperoleh pada reaktor 9 pada hari ke-16 sedang produksi gas harian minimum terjadi pada reaktor 7 pada hari ke-4.



Gambar 4.2

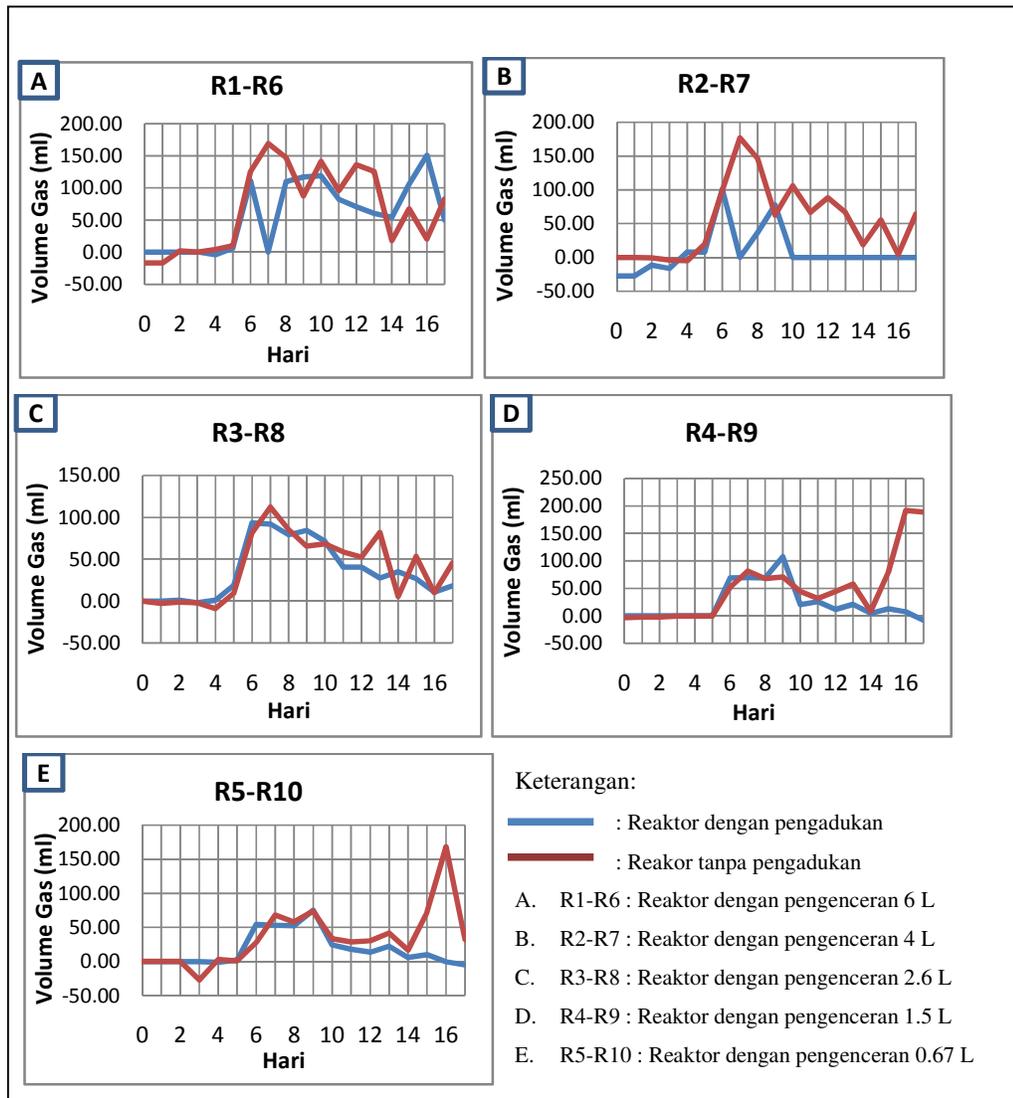
Grafik Produksi Biogas pada Reaktor Tanpa Pengadukan

Pengamatan yang dilakukan pada lima reaktor tanpa pengadukan menunjukkan bahwa produksi gas meningkat pada hari ke-6, hal ini seperti yang dapat dilihat pada sub-bab sebelumnya, dikarenakan adanya penukaran tutup plastik dengan tutup karet untuk menghindari adanya kebocoran gas. Produksi gas cenderung meningkat dan kemudian menurun pada hari ke-8 atau 9.

Pengaruh Pengadukan Terhadap Produksi Biogas

Perlakuan pengadukan dilakukan untuk mendapatkan komposisi substrat dan

starter yang homogen didalam reaktor. Pengadukan juga dilakukan untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan untuk mendapatkan temperatur yang seragam pada reaktor. Pengadukan dalam penelitian ini dilakukan satu kali dalam satu hari dan dilakukan pada sore hari. Reaktor 1 sampai 5 merupakan reaktor yang diberikan perlakuan pengadukan, sedang reaktor tanpa pengadukan adalah reaktor 6-10. Hasil yang didapat dapat dilihat grafik dalam gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3

Perbandingan Produksi Biogas Dengan dan Tanpa Pengadukan

. Dapat dilihat pada grafik bahwa perbedaan antara gas yang dihasilkan pada reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan tidak terlalu besar. Perbedaan yang signifikan terlihat pada reaktor 2 dan

7 dimana reaktor 2 tidak menghasilkan gas sejak hari ke-10. Kejadian ini terjadi karena tutup karet pada reaktor 2 kurang sesuai sehingga menyebabkan kesulitan dalam menutup reaktor dan

menyebabkan reaktor 2 mengalami kebocoran gas.

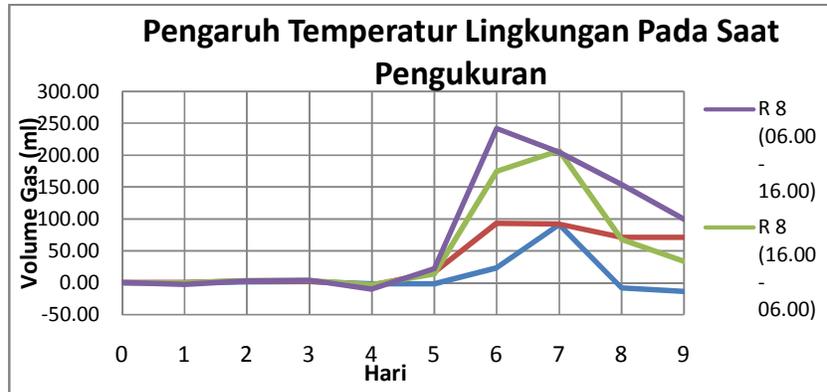
Hasil keseluruhan yang menunjukkan bahwa produksi biogas pada reaktor tanpa pengadukan lebih besar daripada reaktor dengan pengadukan tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa pengadukan menghasilkan kontak yang cukup antara substrate dengan populasi bakteri dan juga menghasilkan homogen kondisi dari limbah. (Meroney dan Colorado, 2009 dalam Wardana, 2012). Dan juga pengadukan menjamin bahwa padatan tetap dalam bentuk suspensi sehingga akan menghindari pembentukan *dead zone* oleh sedimentasi dari kerikil atau partikel padat lainnya. Pengadukan juga memungkinkan pengurangan ukuran partikel (Kaparaju et al, 2007 dalam Wardana, 2012). Tapi hal ini mungkin terjadi karena pada pengadukan yang dilakukan hanya sekali dalam satu hari, meskipun dicapai homogenitas dalam campuran sampah, rumen dan air, tapi bakteri memerlukan waktu untuk menyesuaikan kembali dengan

kondisi yang baru tersebut untuk dapat menghasilkan gas.

Pengaruh Temperatur Terhadap Produksi Biogas

Faktor penting yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dalam *digester anaerob* adalah temperatur (Santoso, 2010). Pada permulaan penelitian, reaktor diletakkan diluar ruangan kemudian ditutup dengan menggunakan penutup plastik hitam untuk menghindari paparan matahari langsung. Setelah beberapa hari pengamatan dilakukan, dapat dilihat bahwa hasil pengukuran di pagi hari terjadi penyusutan volume biogas. Hal ini dikarenakan suhu diluar ruangan lebih dingin sehingga menyebabkan penyusutan gas didalam reaktor. Oleh karena itu, pengukuran gas dilakukan dua kali dalam sehari, di pagi hari dan di sore hari. Perbedaan pengukuran di pagi dan sore hari dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini dengan mengambil dua sampel reaktor yang jumlah pengencerannya sama, yaitu reaktor 3 dan 8, dengan perbedaan perlakuan dimana reaktor 3 merupakan reaktor

dengan pengadukan sedang reaktor 8 adalah reaktor tanpa pengadukan.



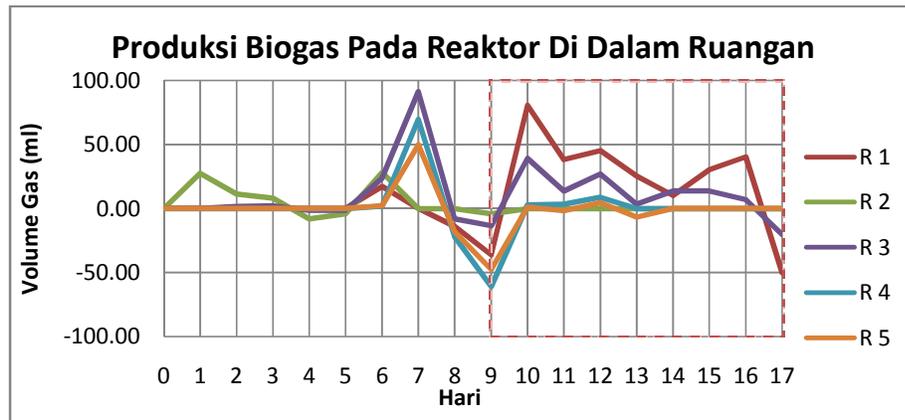
Gambar 4.4

Grafik Pengaruh Temperatur Lingkungan Pada Produksi Biogas

Dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa pengukuran di pagi hari yang menunjukkan produksi gas dari pukul 16.00-06.00 menunjukkan hasil yang lebih sedikit daripada pengukuran di sore hari yang menunjukkan produksi gas dari pukul 06.00 sampai 16.00. Bahkan untuk beberapa reaktor, nilai negatif yang didapatkan cukup tinggi.

Untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh temperatur terhadap banyaknya

hasil biogas, maka lima reaktor dari sepuluh reaktor yang ada dipindahkan ke dalam ruangan. Reaktor 1 sampai 5 dipindah ke dalam ruangan, sedangkan reaktor 6 sampai 10 dibiarkan diluar ruangan. Gambar 4.5 menggambarkan bagaimana produksi biogas pada reaktor 1 sampai 5 ketika berada diluar ruangan dan hasil produksi gasnya setelah dipindahkan ke dalam ruangan.



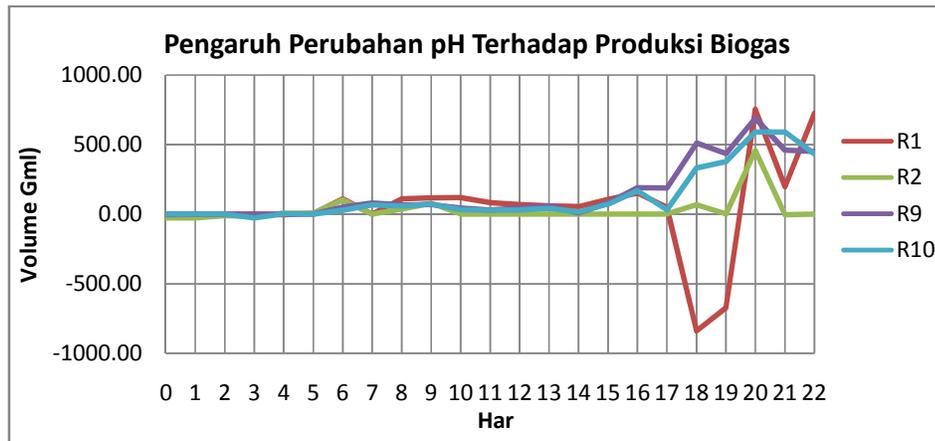
Gambar 4.5

Grafik Produksi Biogas Pada Reaktor Di Dalam Ruangan

Pengaruh pH Terhadap Produksi Biogas

Pembentukan biogas pada awal prosesnya akan menyebabkan pH biogas bersifat asam karena adanya proses pembentukan asam sebelum pembentukan metana, namun bakteri pembentuk biogas sendiri bekerja dengan maksimum pada kisaran pH 6-8. Tetapi pada penelitian ini, pH yang dihasilkan berkisar antara pH 4-5, keadaan ini terlalu asam untuk bakteri agar dapat bekerja dengan baik. Oleh karena itu, dilakukan perlakuan penambahan basa berupa larutan kapur gamping untuk menaikkan pH dalam digester. Perlakuan pertama yang dilakukan adalah dengan menambahkan larutan

kapur kedalam reaktor 1, 2, 9, dan 10 pada hari ke-17. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan kapur pada dua reaktor dengan jumlah pengenceran yang besar dan pengenceran yang sedikit. Keempat reaktor ini juga mendapat perlakuan yang berbeda, reaktor 1 dan 2 diaduk setiap harinya sedangkan reaktor 9 dan 10 hanya diaduk pada hari penambahan kapur. Reaktor 1, 2 dan 10 diberikan 150 gr kapur yang dilarutkan dalam 400 ml air, sedang reaktor 9 diberikan 70 gr kapur yang dilarutkan dalam 180ml air. Setelah penambahan tersebut, dapat dilihat grafik produksi biogas yang dihasilkan oleh keempat reaktor tersebut pada gambar 4.8.



Gambar 4.8

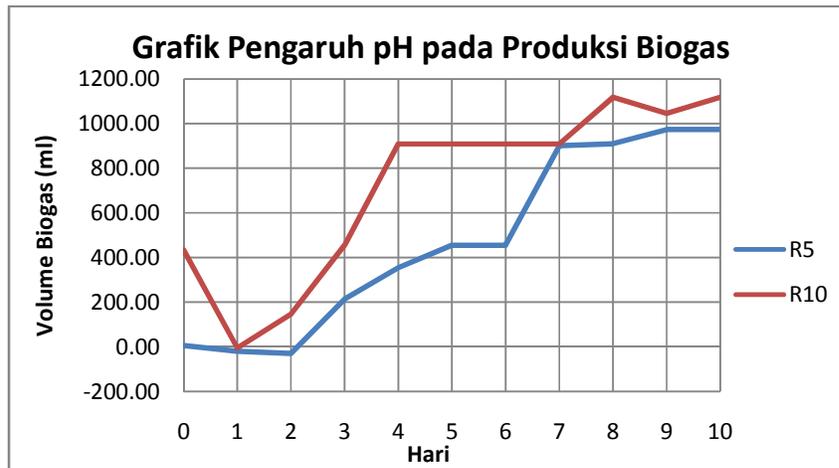
Grafik Produksi Biogas Sebelum dan Setelah Penambahan Larutan Kapur Gamping

Jika membandingkan hari sebelum dan sesudah penambahan kapur gamping, pada reaktor 2 kenaikan pH yang diamati sebesar 47.10% dengan kenaikan produksi biogas mencapai 6662%, sedang untuk reaktor 9 dengan kenaikan pH 5.85% didapatkan kenaikan produksi biogas sebesar 170.71% dan pada reaktor 10 dengan kenaikan pH sebesar 8.57%, produksi gas meningkat sebanyak 941.43%.

Setelah penambahan pertama dilakukan, penelitian berikutnya untuk mengetahui

pengaruh pH adalah dengan menambahkan larutan kapur kedalam reaktor 5 dan membandingkan dengan reaktor 10. Pemilihan reaktor ini dikarenakan jumlah pengenceran yang sama antara reaktor 5 dan reaktor 10 dimana reaktor 10 telah melalui penambahan kapur sebelumnya.

Dari pengamatan yang dilakukan selama 10 hari didapatkan hasil produksi biogas sebagai yang digambarkan didalam gambar 4.9 berikut ini:



Gambar 4.9

Grafik Pengaruh Perubahan pH Terhadap Produksi Biogas

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa setelah penambahan kapur pertama terjadi penurunan drastis pada produksi biogas dalam reaktor 10. Hal ini dikarenakan dengan penambahan larutan kapur dalam jumlah sedikit pun, reaktor 10 lebih sensitif terhadap penambahan kapur karena kondisi reaktor 10 yang sudah pernah ditambahi dengan larutan kapur sebelumnya dan lonjakan pH yang terlalu tinggi tersebut menyebabkan bakteri didalam reaktor tidak menghasilkan gas. Dan bisa dilihat bahwa terjadi peningkatan pada produksi biogas pada kedua reaktor biogas diatas setelah menyesuaikan dengan keadaan pH yang baru ini.

Kesimpulan

1. Pola produksi biogas pada penelitian ini adalah volume biogas meningkat pada hari ke-6 sampai hari ke-8 atau 9 dan kemudian mengalami penurunan sampai hari ke-17.
2. Pada reaktor yang diberikan perlakuan pengenceran yang menghasilkan gas paling banyak adalah reaktor 1 dan reaktor 6 dengan volume air 6 L. Reaktor 1 adalah reaktor yang diberikan perlakuan pengadukan dengan produksi biogas sebesar 1032.02 ml, dan reaktor 6 yang tanpa pengadukan mengasilkan gas sebesar 1196.99 ml.
3. Dan pada reaktor dengan perlakuan pengadukan dan tanpa pengadukan,

hasil yang didapatkan adalah produksi biogas pada reaktor tanpa pengadukan lebih besar daripada produksi biogas pada reaktor dengan pengadukan.

4. Reaktor yang diletakkan didalam ruangan menghasilkan gas yang lebih stabil daripada yang diletakkan diluar karena bisa terpengaruh oleh suhu diluar ruangan yang dingin yang menyebabkan penyusutan gas di pagi hari dan mengganggu aktifitas bakteri penghasil gas. Untuk pengaruh pH, bakteri hanya bekerja pada keadaan awal asam dan kemudian naik kembali menjadi normal, lonjakan pH yang terlalu tinggi dapat mengurangi produksi biogas karena dapat membunuh mikroba yang terlibat.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Hadi dan Abd. El-Azeem. 2008. Effect Of Heating, Mixing And Digester Type On Biogas Production From Buffalo Dung. Jurnal Fakultas Pertanian Suez-Canal University: Mesir

Botheju, D dan Rune Bakke. 2011. Oxygen Effects in Anaerobic Digestion- A Review. *The Open Waste Management*

Journal Vol. 4. Telemark University College: Norwegia

Deublein, Dieter dan Angelika Steinhauser. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Wiley-VCH: Belanda

Khairunnisa. 2012. Hubungan Karakteristik Ibu Rumah Tangga Dengan Pengolahan Sampah Domestik Dalam Mewujudkan Medan Green And Clean (MDGC) Di Lingkungan I Kelurahan Pulo Brayon Darat II Kecamatan Medan Timur Kota Medan Tahun 2011. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat: Universitas Sumatera Utara

Laili, Nur dan Susi A. Wilujeng. 2011. Pengaruh Pengaturan pH dan Pengaturan Operasional Dalam Produksi Biogas Dari Sampah. *Skripsi*. Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya

Pardede, Kristina. 2011. Pemanfaatan Sampah Organik buah-buahan dan Berbagai Jenis Limbah Pertanian Untuk Menghasilkan Biogas. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara: Medan

Prajayana, Febri Isni. 2011. Kajian Konversi Limbah Padat Jerami Padi Menjadi Biogas. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor: Bogor

Ratanatamskul, C, dkk. 2011. Co-Digestion Of Food Waste And Sewage Sludge By Two Stage Anaerobic Digester For Biogas Production From High-Rise Building. *Proceedings Sardinia 2011, Thirteenth International Waste Management and Landfill Symposium S. Margherita di Pula, Caligari. Italy*

Seadi, Teodorita Al, dkk. 2008. *Biogas Handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg: Denmark

Setiawan, Gunadi. 2006. Kinerja Produksi Ayam Broiler Yang Diberi Limbah Restoran Hotel Sahid Sebagai Pengganti Dedak Padi. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor: Bogor

Suwandi. 1997. Peranan Mikroba Rumen Pada Ternak Ruminansia. *Lokakarya Fungsional Non Peneliti*. Bogor

Vij, Suyog. 2011. Biogas Production From Kitchen Waste. *Skripsi*. Departemen Bioteknologi dan Teknik Kedokteran National Institute of Technology: India

Widodo, Teguh Wikan dan Ana Nurhasanah. 2005. Teknologi Biogas dan Potensi Pengembangannya di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian: Bogor

Yenni., dkk. 2012. Uji Pembentukan Biogas Dari Substrat Sampah Dan Buah Dengan Ko-Substrat Limbah Isi Rumen Sapi. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Andalas: Padang