

PENGARUH PENGECERAN DAN PENGADUKAN LIMBAH DAPUR DAERAH BULUSAN (STUDI KASUS RASIO C/N 17 : 1) TERHADAP PENINGKATAN PRODUKSI BIOGAS DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK RUMEN SAPI SEBAGAI STARTER

Ir. Irawan Wisnu W, MS *, Dr. Ing. Sudarno ST, MSc *, Pradana Sahid Akbar

L2J 008 053

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

ABSTRACT

Soaring oil prices affect economic activity in the world, including Indonesia, it would encourage the government to develop renewable energy including biogas. Kitchen wastes has the potential to be a source of renewable energy, namely biogas. Waste food scraps and kitchen activities in sufficient quantities of the restaurants in the area were collected Bulusan, was treated like refinement and homogenization, the extract phase and its substrates include cattle as a source of rumen anaerobic bacteria into the reactor with the addition of water and stirring as a variation. From the results it is concluded, that the addition of water and stirring affect the amount of gas produced. It is known that waste as much as 150 ml of water is added, is able to produce more gas volume than others. In the study indicated a decrease and an increase in gas production. This is due to the formation of gas phase occurs, starting from the stage of hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis, and methanogenesis.

Key words: *kitchen waste, biogas, rumen.*

PENDAHULUAN

Krisis akan energi menjadi topik hangat yang selalu diperbincangkan di dunia khususnya di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir ini. Semakin meningkatnya jumlah populasi penduduk di dunia dan di ikuti dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan bahan bakar minyak sangat bertolak belakang dengan semakin menipisnya sumber cadangan minyak bumi di dunia. Diperkirakan tujuh tahun lagi Indonesia kekurangan energi. Peralnya konsumsi energi masyarakat terlalu boros, sementara cadangan minyak bumi atau energi fosil di Indonesia hanya cukup sampai 2018. Menurut Dirjen Energi Baru dan Terbarukan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Kardaya Wasnika, saat ini energi fosil tersisa empat miliar barel lagi, sedangkan setiap hari bangsa ini membutuhkan energi sekitar 3,8 juta ton setara barel (suaramerdeka.com, 15/9/2012). Untuk itu diperlukan adanya energi alternatif dan terbarukan untuk memaksimalkan ketersediaan energi di masa mendatang.

Pemanfaatan energi dalam bentuk biogas merupakan salah satu alternatif penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif di Indonesia merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) yang harganya mahal dan keberadaannya semakin terbatas di masyarakat terutama bagi masyarakat yang berada di daerah pedalaman. Biogas terbentuk dari degradasi materi organik secara anaerobik dan menghasilkan energi bahan bakar dalam bentuk metana (CH₄). Limbah organik dari rumah tangga dan rumah makan berpotensi untuk dijadikan sumber energi. Aktifitas masyarakat yang terpusat, dalam hal ini misalnya budaya makan di warung atau restoran, akan mempermudah pengumpulan limbah organik. Karena aktifitas memasak hanya terpusat di tempat tempat tersebut. Hal ini terjadi pada daerah bulusan, dimana sebagian penghuninya adalah anak kost yang lebih senang makan di warung atau restoran, dibanding masak sendiri.

* Program studi Teknik Lingkungan

METODOLOGI

Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan penelitian dan tahap analisa data. Tahap persiapan adalah tahap sebelum dimulainya penelitian yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Persiapan alat dan bahan ini meliputi persiapan reaktor dan persiapan sumber limbah. Setelah alat dan bahan siap dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan penelitian. Tahap pelaksanaan penelitian yaitu tahap dimulainya penelitian. Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian dilaboratorium. Parameter yang akan diukur yaitu Produksi Biogas secara kontinu dan Parameter Fisik, sedangkan parameter kontrol yang akan diukur yaitu pH. Setelah data hasil pengujian di laboratorium diperoleh selanjutnya dilakukan tahap analisis data. Tahap analisis data yaitu tahap yang terdiri dari pengolahan data, analisis data dan pembahasan serta membuat kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah makanan sisa rumah makan. Komposisi limbah makanan tersebut yaitu : sisa-sisa nasi, lemak dan sayuran sisa makan seperti kangkung dan lainnya.

Bahan-bahan baku limbah makanan tersebut kemudian dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil atau dicacah dan sebagian lainnya dilakukan proses blender.

Analisis kadar C dan kadar N bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon dan kandungan nitrogen dalam bahan sehingga dapat diketahui komposisi bahan yang tepat untuk mendapatkan rasio C/N terbaik. Unsur karbon dan nitrogen itulah yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk menghasilkan methan. Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk kadar C dan N dengan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kadar C dan Kadar N

No	Parameter Uji	Hasil Uji
1	Ntotal (%)	2,67
2	Carbon Organik (%)	45,30

Dari data yang diterima diperoleh rasio C/N sebesar 17. Dilihat dari rasio C/N tersebut, limbah dapur campur belum mendapatkan rasio optimum untuk produksi metan yaitu berkisar 20-30 (Damanhuri, 1995). sehingga perlu ditambahkan rumen sapi untuk mendapatkan rasio yang diharapkan.

Pada penelitian ini memanfaatkan 100 gram limbah makanan sebagai bahan baku untuk masing-masing reaktor dan dilakukan kegiatan pencacahan dan blender sebagai variasi pada penelitian ini. Dilakukan proses pencacahan pada bahan baku dikarenakan ukuran partikel sangat berpengaruh dalam bioproses, terutama dalam proses hidrolisis (Hartmann and Ahring, 2006). Setelah dilakukan proses pencacahan dan blender pada bahan baku kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui karakter fisik menggunakan alat *Water Quality Checker*. Dari analisis tersebut didapatkan hasil seperti pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Karakter Fisik Bahan Baku

Karakteristik	Nilai
pH	6,77
Suhu	27,29 °C
Kekeruhan	544 NTU
TDS	1,29 g/L
<i>Disolved Oxygen</i>	2,35 mg/L

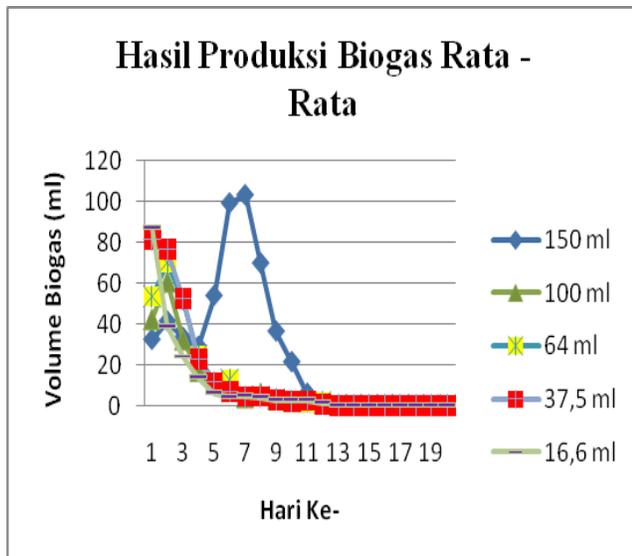
Dari data yang diperoleh nilai pH awal adalah sebesar 6,7. Nilai tersebut telah mencapai pH optimum yang dibutuhkan untuk memproduksi biogas secara optimal yaitu sebesar 6,1 (Selly, 2012). Peningkatan pH optimal akan memacu proses pembusukan. Sehingga meningkatkan efektifitas kerja mikroba dan berdampak pada peningkatan produksi biogas (Mahajoeno, 2008). Temperatur awal bahan baku adalah sebesar 27,29 °C. Suhu tersebut mendekati suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri anaerob yaitu berkisar antara 30-35 °C (Sahidu, 1983). Dari data yang diperoleh dapat dilihat bahwa kadar kekeruhan limbah adalah sebesar 544 NTU. Air yang keruh dapat menyebabkan mikroorganisme hidup dan berkembang dengan baik. Adanya kekeruhan akan menghambat proses masuknya sinar matahari ke

dalam air. Sehingga hal tersebut dapat mengakibatkan proses fotosintesis tanaman menjadi terhambat didalam reaktor. Padahal seperti diketahui bersama, fotosintesis oleh tanaman akan menghasilkan gas O₂ yang banyak dibutuhkan oleh organisme di lingkungan air. Jika oksigen hanya sedikit maka bakteri aerobik akan cepat mati karena suplai oksigennya sedikit dan bakteri anaerobik mulai tumbuh. (www.diploma.chemistry.uii.ac.id). TDS atau *Total Dissolved Solid* adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi, pada perairan alami tidak bersifat toksik, tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan. Nilai TDS untuk bahan baku biogas pada penelitian ini adalah sebesar 1,29 g/L.

Pengaruh Kadar Air Terhadap Produksi Biogas

Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Pada Limbah Yang Dicacah

Analisis volume gas dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan air yang berbeda pada 10 reaktor biogas dengan limbah yang dicacah.



Gambar 4.3 Grafik Volume Biogas Rata-Rata Pada Variasi Cacah

Berdasarkan dan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa produksi biogas maksimum terjadi pada hari ke 7 dari variasi air 150 ml dengan pencapaian volume biogas rata-rata pada angka 104 ml. sedangkan untuk akumulasi volume biogas total

dari hari 1 sampai hari ke 12 pencapaian dengan akumulasi tertinggi juga terjadi pada variasi air 150 ml dengan pencapaian total 529 ml. dilihat dari tabel 4.4 dan gambar 4.3 hampir semua reaktor mengalami peningkatan produksi biogas pada hari ke 2 kecuali untuk reaktor dengan penambahan air 37,5 ml dan 16,6 ml, lalu kemudian mengalami penurunan produksi untuk hari-hari berikutnya.

Reaktor dengan penambahan air 37,5 ml dan 16,6 ml memproduksi gas dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan reaktor lainnya pada hari pertama sebesar 82 ml dan 88 ml tetapi terus mengalami penurunan produksi gas untuk hari-hari berikutnya. Hal ini menunjukkan pada reaktor dengan penambahan air 37,5 ml dan 16,6 ml bakteri lebih cepat melakukan proses pembentukan biogas dari pada yang lain.

Untuk reaktor dengan rata-rata penambahan air 150 ml cenderung memproduksi gas dalam jumlah yang tidak terlalu besar pada hari ke 1 sampai ke 3 tetapi kemudian mengalami peningkatan produksi pada hari ke 4 sampai ke 11. Hal tersebut sangat berbeda jika melihat dari reaktor dengan rata-rata penambahan air 100 ml, 64 ml, 37,5 ml dan 16,6 ml yang cenderung memproduksi gas dalam jumlah besar di hari ke 1 sampai 3 tetapi kemudian terus mengalami penurunan dalam memproduksi gas sampai hari ke 12. Produksi gas merupakan hasil proses fermentasi yang terjadi didalam rumen yang dapat menggambarkan banyaknya bahan organik yang tercerna (Ella *et al.*, 1997). Perbedaan nilai pencernaan disebabkan variasi total koloni mikroba (Sudirman, 2005). Volume biogas yang dihasilkan semakin meningkat erat kaitannya dengan ketersediaan bahan organik yang mudah dicerna dan kondisi bakteri yang sudah beradaptasi dengan lingkungan digester (Kunty dkk, 2012).

Setelah mengetahui besarnya volume biogas dari masa awal sampai melewati masa optimalnya hingga habis, *effluent* dalam reaktor yang berupa *slurry* diukur dan dianalisis kandungan pH di laboratorium. Pengukuran ini dilakukan pada awal penelitian dan akhir penelitian. Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui nilai pH dari masing-masing reaktor adalah seperti pada tabel 4.5 berikut :

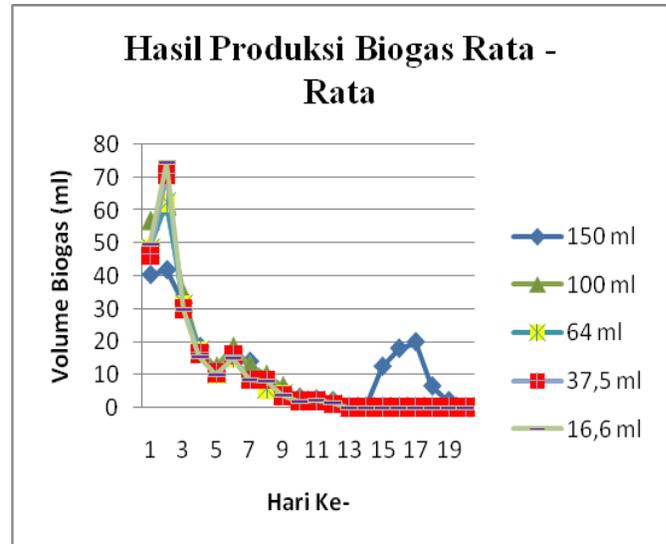
Tabel 4.5 Nilai pH Akhir Variasi Cacah

Variabel Air	Nilai pH
150 ml	5
150 ml B	5
100 ml	4
100 ml B	4
64 ml	4
64 ml B	4
37,5 ml	4
37,5 ml B	4
16,6 ml	4
16,6 ml B	5

Dalam penelitian ini, derajat keasaman (pH) menjadi variabel control terjadinya proses fermentasi sampah organik yang dikonversi menjadi biogas dan gas metana dalam sistem anaerobik. Pada tabel 4.2 dan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai pH pada kondisi awal dan akhir. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pH awal sebesar 6,77, lalu terjadi penurunan pH pada kondisi akhir sebesar 4-5 seperti ditunjukkan pada tabel 4.5 untuk masing-masing variabel penambahan air. Penurunan nilai pH dianggap normal pada hari-hari awal pembentukan gas karena kondisi tersebut mengindikasikan bakteri pembentuk asam sedang memproduksi asam organik dalam jumlah besar, tetapi kemudian proses pencernaan berlangsung dan nilai pH berangsur normal. (Wahyuni, 2009). Pernyataan tersebut berbeda dengan nilai pH akhir yang diperoleh pada penelitian ini, dikarenakan pH akhir masih dibawah range pH yang mampu ditolerir oleh bakteri methanogenesis adalah 6,4-7,4 (Grady and Lim, 1980).

Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Pada Limbah Yang Diblender

Analisis volume gas dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan air yang berbeda pada 10 reaktor biogas pada substrat yang diblender.



Gambar 4.5 Grafik Volume Biogas Rata-Rata Pada Variasi Blender

Berdasarkan dan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa produksi biogas maksimum terjadi pada hari ke 2 dari variasi air 16,6 ml dengan pencapaian volume biogas rata-rata pada angka 75 ml. sedangkan untuk akumulasi volume biogas total dari hari 1 sampai hari ke 12 pencapaian dengan akumulasi tertinggi terjadi juga pada variasi air 150 ml dengan pencapaian total 253 ml. hampir sama dengan pada proses cacah produksi gas cenderung mengalami peningkatan pada hari ke 2 untuk semua variasi pada tiap-tiap reaktor dan kemudian terus mengalami penurunan pada produksi gas sampai akhirnya mati pada hari ke 13. Hanya reaktor dengan penambahan air sebesar 150 ml yang mampu kembali memproduksi gas sampai dengan hari ke 19 setelah sebelumnya sempat diperkirakan telah habis karena pada hari ke 13 dan 14 didapatkan hasil pengukuran sebesar 0 ml.

Dari data hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kandungan atau jumlah penambahan air terbaik untuk melengkapi komposisi biogas dengan perbandingan 1 : 0,5 untuk limbah makanan : rumen sapi adalah penambahan air sebesar 150 ml baik untuk kondisi dicacah maupun diblender.

Tabel 4.8 Nilai pH Akhir Variasi Blender

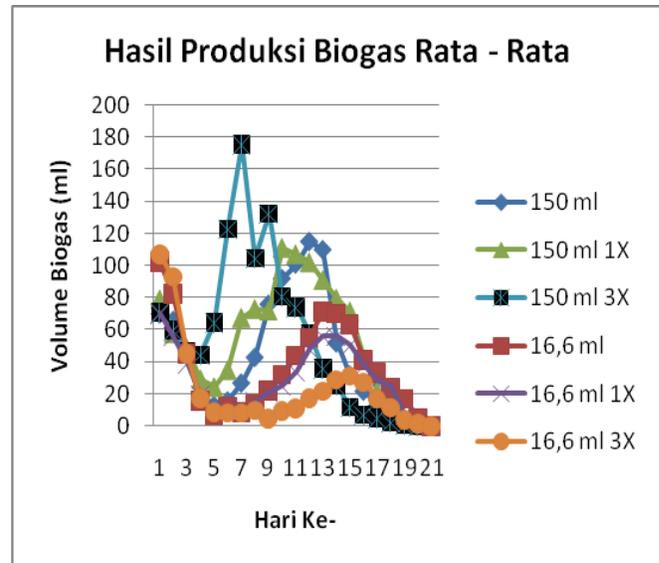
Variabel Air	Nilai pH
150 ml	5
150 ml B	4
100 ml	5
100 ml B	4
64 ml	4
64 ml B	4
37,5 ml	4
37,5 ml B	4
16,6 ml	4
16,6 ml B	4

Dalam penelitian ini, derajat keasaman (pH) menjadi variabel control terjadinya proses fermentasi sampah organik yang dikonversi menjadi biogas dan gas metana dalam sistem anaerobik. Pada tabel 4.2 dan tabel 4.8 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai pH pada kondisi awal dan akhir. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pH awal sebesar 6,77, lalu terjadi penurunan pH pada kondisi akhir sebesar 4-5 seperti ditunjukkan pada tabel 4.8 untuk masing-masing variabel penambahan air. Penurunan nilai pH dianggap normal pada hari-hari awal pembentukan gas karena kondisi tersebut mengindikasikan bakteri pembentuk asam sedang memproduksi asam organik dalam jmlah besar, tetapi kemudian proses pencernaan berlangsung dan nilai pH berangsur normal. (Wahyuni, 2009). Pernyataan tersebut berbeda dengan nilai pH akhir yang diperoleh pada penelitian ini, dikarenakan pH akhir masih dibawah range pH yang mampu ditolerir oleh bakteri methanogenesis adalah 6,4-7,4 (Grady and Lim, 1980)

Pengaruh Variasi Pengadukan Terhadap Produksi Biogas

Pengaruh Pengadukan Terhadap Produksi Biogas Pada Limbah Yang Dicacah

Analisis volume gas dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi pengadukan yang berbeda pada 10 reaktor biogas pada substrat yang dicacah.



Gambar 4.7 Grafik Volume Biogas Rata-Rata Pada Variasi Cacah

Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat bahwa laju pembentukan biogas maksimum terjadi pada hari ke 7 dari variasi air 150 ml 3X dengan pencapaian volume biogas rata-rata pada angka 176 ml. sedangkan untuk akumulasi volume biogas total dari hari 1 sampai hari ke 20 pencapaian dengan akumulasi tertinggi terjadi pada variasi air 150 ml 1X dengan pencapaian total 1134 ml.

Pada proses cacah reaktor dengan variasi penambahan air sebesar 150 ml menghasilkan rata-rata akumulasi volume biogas yang lebih besar dibandingkan dengan variasi 16,6 ml. Hal tersebut terlihat dari total akumulasi gas untuk reaktor 150 ml sebesar 933 ml untuk reaktor tanpa pengadukan, 1134 ml untuk 1X pengadukan dan 1119 ml untuk 3X pengadukan. Sedangkan untuk variasi penambahan air 16,6 ml jumlah akumulasi biogas hanya sebesar 764 ml untuk reaktor tanpa pengadukan, 619 ml untuk 1X pengadukan dan 486 ml untuk 3X pengadukan.

Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa pada reaktor 150 ml volume gas cenderung tidak terlalu besar diawal lalu kemudian turun dan volume kembali meningkat bahkan lebih besar dibandingkan volume awal. Sedangkan untuk reaktor 16,6 ml volume gas cenderung sangat besar diawal lalu kemudian turun dan volume kembali meningkat tetapi tidak lebih besar dibandingkan volume awal.

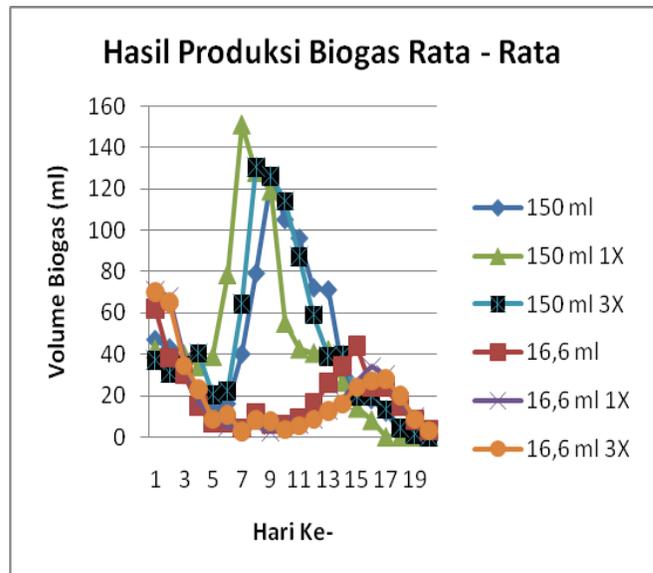
Untuk reaktor dengan penambahan air 150 ml tanpa pengadukan volume awal sebesar 70 ml pada hari pertama lalu kemudian turun sampai

dengan hari ke 8 sebesar 43 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 9 sebesar 76 ml dan terus meningkat mencapai volume puncak pada hari ke 12 sebesar 115 ml, lalu kemudian volume kembali turun sampai dengan hari ke 20 sebesar 1 ml. Untuk reaktor 150 ml 1X pengadukan volume awal sebesar 79 ml pada hari pertama lalu kemudian turun sampai dengan hari ke 6 sebesar 35 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 7 sebesar 68 ml dan terus meningkat mencapai volume puncak pada hari ke 10 sebesar 111 ml, lalu kemudian volume kembali turun sampai dengan hari ke 20 sebesar 3 ml. Untuk reaktor 150 ml 3X pengadukan volume awal sebesar 71 ml pada hari pertama lalu kemudian turun sampai dengan hari ke 5 sebesar 65 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 6 sebesar 123 ml dan terus meningkat mencapai volume puncak pada hari ke 7 sebesar 176 ml, lalu kemudian volume kembali turun sampai dengan hari ke 20 sebesar 0 ml. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pengadukan pada variasi cacah 150 ml mempengaruhi kecepatan dalam hal produksi gas, semakin banyak jumlah pengadukan proses produksi gas menjadi semakin cepat pula. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pengadukan menghasilkan kontak yang cukup antara substrate dengan populasi bakteri dan juga menghasilkan homogen kondisi dari limbah (Meroney dan Colorado, 2009 dalam Wardana, 2012). Berbeda dengan reaktor 150 ml reaktor 16,6 ml baik tanpa pengadukan maupun dengan pengadukan cenderung menghasilkan volume gas dalam jumlah yang besar di hari awal kemudian turun dan kembali meningkat tetapi dalam jumlah yang tidak lebih besar dibandingkan hari awal. Seperti contoh pada reaktor dengan penambahan air sebesar 16,6 ml 3X pengadukan, volume awal sebesar 107 ml pada hari pertama lalu kemudian turun sampai dengan hari ke 11 sebesar 11 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 12 sebesar 18 ml dan terus meningkat sampai dengan hari ke 15 sebesar 32 ml lalu kemudian kembali turun sampai dengan hari ke 20. Walaupun gas sempat kembali naik pada hari ke 15 tetapi puncak volume gas tetap pada hari pertama sebesar 107 ml. Jumlah akumulasi volume gas pada reaktor 16,6 ml yang sedikit dan tidak lebih besar dibandingkan 150 ml dan puncak volume gas pada reaktor 16,6 ml yang cenderung di awal dapat dikarenakan faktor kelembaban yang kurang ideal sehingga bakteri bekerja pada kondisi yang tidak optimal. Walaupun ditambahkan kegiatan pengadukan tetapi substrat atau limbah tetap tidak dapat terurai dengan baik dikarenakan jumlah penambahan air yang kurang.

Sesuai dengan pernyataan Haq dan Soedjono (2009), dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme tergantung kadar air.

Pengaruh Pengadukan Terhadap Produksi Biogas Pada Limbah Yang Diblender

Analisis volume gas dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi pengadukan yang berbeda pada 10 reaktor biogas pada substrat yang diblender.



Gambar 4.9 Grafik Volume Biogas Rata-Rata Pada Variasi Blender

Berdasarkan gambar 4.9 dapat dilihat bahwa laju pembentukan biogas maksimum terjadi pada hari ke 7 dari variasi air 150 ml 1X dengan pencapaian volume biogas rata-rata pada angka 151 ml. Sedangkan untuk akumulasi volume biogas total dari hari 1 sampai hari ke 20 pencapaian dengan akumulasi tertinggi terjadi juga pada variasi air 150 ml 3X dengan pencapaian total 905 ml.

Pada proses blender reaktor dengan variasi penambahan air sebesar 150 ml menghasilkan rata-rata akumulasi volume biogas yang lebih besar dibandingkan dengan variasi 16,6 ml. Hal tersebut terlihat dari total akumulasi gas untuk reaktor 150 ml sebesar 839 ml untuk reaktor tanpa pengadukan, 897 ml untuk 1X pengadukan dan 905 ml untuk 3X pengadukan. Sedangkan untuk variasi penambahan air 16,6 ml jumlah akumulasi biogas hanya sebesar 389 ml untuk reaktor tanpa pengadukan, 393 ml untuk 1X pengadukan dan 386 ml untuk 3X pengadukan.

Sama seperti pada proses pencacahan dengan variasi pengadukan, gambar 4.9 dapat dilihat bahwa pada reaktor 150 ml volume gas cenderung tidak terlalu besar diawal lalu kemudian turun dan volume kembali meningkat bahkan lebih besar dibandingkan volume awal. Sedangkan untuk reaktor 16,6 ml volume gas cenderung sangat besar diawal lalu kemudian turun dan volume kembali meningkat tetapi tidak lebih besar dibandingkan volume awal.

Untuk reaktor dengan penambahan air 150 ml tanpa pengadukan volume awal sebesar 47 ml pada hari pertama lalu kemudian turun sampai dengan hari ke 5 sebesar 13 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 6 sebesar 16 ml dan terus meningkat mencapai volume puncak pada hari ke 9 sebesar 125 ml, lalu kemudian volume kembali turun sampai dengan hari ke 20 sebesar 0 ml. Untuk reaktor 150 ml 1X pengadukan volume awal sebesar 43 ml pada hari pertama lalu kemudian turun pada hari ke 4 sebesar 34 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 5 sebesar 39 ml dan terus meningkat mencapai volume puncak pada hari ke 7 sebesar 151 ml, lalu kemudian volume kembali turun sampai dengan hari ke 20 sebesar 0 ml. Untuk reaktor 150 ml 3X pengadukan volume awal sebesar 37 ml pada hari pertama lalu kemudian turun sampai dengan hari ke 6 sebesar 23 ml. Gas kembali meningkat pada hari ke 7 sebesar 65 ml dan terus meningkat mencapai volume puncak pada hari ke 8 sebesar 131 ml, lalu kemudian volume kembali turun sampai dengan hari ke 20 sebesar 0 ml. Menurut Cronin dan Lo (1998), dekomposisi bahan organik yang berasal dari feses ternak mulai menghasilkan biogas setelah fermentasi berlangsung selama sepuluh hari dan sering terjadi lebih lambat lagi sampai hari ke lima belas. Ada hal berbeda dibandingkan pada proses cacah, dimana produksi gas berlangsung lebih cepat dan mencapai volume puncak pada reaktor 150 ml 1X pengadukan dan bukan pada reaktor 150 ml 3X pengadukan. Hal tersebut dikarenakan kondisi substrat yang telah mengalami proses blender sehingga tidak diperlukan lagi terlalu banyak jumlah pengadukan untuk mendapatkan kondisi homogen dari limbah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Variasi dengan penambahan air sebesar 150 ml mampu menghasilkan volume biogas kumulatif rata-rata

yang lebih besar dibandingkan dengan variasi penambahan air (100 ml, 64 ml, 37,5 ml, 16,6 ml) pada limbah yang dicacah maupun limbah yang dblenderr..

2. Akumulasi total volume biogas optimal terjadi pada reaktor dengan penambahan air 150 ml pada proses cacah dengan total akumulasi sebesar 529 ml.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan biogas pada variasi penambahan air adalah sekitar 12 hari.
4. Variasi dengan pengadukan sebanyak 3 kali dengan komposisi penambahan air sebanyak 150 ml mampu menghasilkan total volume biogas lebih besar dibandingkan dengan variasi tanpa pengadukan dan satu kali pengadukan untuk limbah yang dblenderr. Sedangkan untuk limbah yang dicacah variasi terbaik adalah dengan 1 kali pengadukan dengan penambahan air sebanyak 150 ml.
5. Dengan adanya kegiatan pengadukan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan biogas cukup lama, yaitu sekitar 19-20 hari.
6. Jumlah pengadukan mempengaruhi pembentukan biogas pada reaktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Budiharjo, M. 2009. Kombinasi Feeding Biostarter Dan Air Dalam Anaerobik Digester.
- Barnett, A., Leo Pyle dan S. K. Subramanian. 1978. Biogas Technology in The 3rd World; A Multidisciplinary Review. International Development Research Centre Ottawa. *Skripsi*. Mempelajari Pengaruh Nisbah Kotoran Sapi Perah Dan Sampah Pasar Dengan Tingkat Pengenceran Terhadap Penurunan Beban Pencemaran Effluen Dari Fermentasi Anaerob. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

- Bogor. *Di dalam* Yulistiawati, Endang. 2008. Pengaruh Suhu Dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran. *Skripsi*. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bryant, M.P. 1987. Microbial Methane Production, Theoretical Aspects. *J. Am.Sci. Di dalam* Yulistiawati, Endang. 2008. Pengaruh Suhu Dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran. *Skripsi*. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Firdaus, I.U., 2009, "Energi Alternatif Biogas", <http://www.migas-indonesia.com/index.php>. *Di dalam* Mayasari. 2010. Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku. *Laporan Tugas Akhir*. Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Fitria, B., 2009, "Biogas", <http://biobakteri.wordpress.com/2009/06/07/8-biogas>. *Di dalam* Mayasari. 2010. Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku. *Laporan Tugas Akhir*. Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Hartmann, H. and B. K. Ahring, 2006. Strategis for the anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste: an overview. *Water science and technology*. Vol. 53(8): 7-22
- Joaquim da Costa. 2011. Optimasi Produksi Biogas Pada Anaerobik Digester Type Horizontal Berbahan Baku Kotoran Sapi Dengan Pengaturan Suhu dan Pengadukan.
- Meidiansari, Selly. 2012. Kajian Pemakaian Sampah Organik Rumah Tangga Untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas.
- Meroney, R.N. and Colorado, P.E., 2009, CFD simulation of mechanical draft tube mixing in anaerobic digester tanks. *Water research*. Vol. 43: 1040-1050
- Metcalf & Eddy, Inc., 2003. *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. 4th ed. New York: McGraw-Hill
- Putut Sambang El Haq dan Eddy S. Soedjono. 2009. Potensi Lumpur Tinja Manusia Sebagai Penghasil Biogas.
- Tarigan, Sumatera. 2011. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Sayuran Kubis (*Brassicca aleracege*. L) Dan Isi Rumen Sapi. *Tesis*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Weismann, U. 1991. Anaerobik Treatment of Industrial Wastewater. Institut fur Verfahrenstechnik. Berlin. *Di dalam* Yulistiawati, Endang. 2008. Pengaruh Suhu Dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran. *Skripsi*. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yani, M. dan A. A. Darwis. 1990. Diktat Teknologi Biogas. Pusat Antar Universitas Bioteknologi - IPB. Bogor. *Di dalam* Yulistiawati, Endang. 2008. Pengaruh Suhu Dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran. *Skripsi*. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.