

PENGARUH PENGENCERAN DAN PENGADUKAN LIMBAH DAPUR DAERAH NGESREP TERHADAP PENINGKATAN PRODUKSI BIOGAS DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK RUMEN SAPI SEBAGAI STARTER

Dr. Ing. Sudarno ST, MSc *, Ir. Irawan Wisnu W, MS *, Mohammad Rama Fadillah Soeroso

Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto, SH., Tembalang - Semarang

ABSTRACT

The increase of oil prices affects economic activity in the world including Indonesia, it would encourage the government to develop renewable energy including biogas. Kitchen wastes have the potential to be a source of renewable energy, namely biogas. Food waste and kitchen activities in sufficient quantities from the cafeteria collected, and treated such as refining and homogenizing, then enter a stage of the substrate and its extracts as a source of rumen anaerobic bacteria into the batch reactor with the addition of water as a variation. From the results of the study concluded that the addition of water affects the amount of gas produced. It is proven through the reactor which produces biogas most is reactor with 150 ml dilution (A) (pieces shape) which were stirred three times a day, this reactor is capable of producing up to 1394 ml within 24 days. Based on the time of production, the level of water and mixing also affects the length of time in the production of biogas. Biogas production without a stirring process is capable of producing biogas up to 19-20 days, while the stirred reactor were capable of producing biogas up to 25-26 days.

Keywords: kitchen waste, biogas, rumen.

PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di dunia khususnya di Indonesia. Pertumbuhan populasi penduduk yang semakin meningkat dan semakin menipisnya sumber cadangan minyak di dunia serta permasalahan emisi dan bahan bakar mendorong setiap negara untuk segera memproduksi dan memanfaatkan energi terbarukan.

Permasalahan 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 atau gas bio

merupakan salah satu sumber energi alternatif yang berkembang pesat dalam dasawarsa terakhir. Biogas terbentuk dari degradasi materi organik secara anaerobik dan menghasilkan energi bahan bakar dalam bentuk metana (CH_4).

Biogas adalah satu campuran gas yang disusun terutama dari metana (CH_4): 55-70% vol., karbondioksida (CO_2): 30-45% vol., gas lain : 1-5% vol. Di dalam proses optimum biogas, rasio C dan N ini membutuhkan optimum rasio 20-30. Teknologi biogas adalah teknologi yang tidak baru dan teknologi ini telah dikembangkan di Indonesia beberapa tahun silam. Berbagai upaya untuk menghasilkan biogas dari berbagai materi organik telah diusulkan dan

* Program studi Teknik Lingkungan

dikembangkan melibatkan secara serempak beberapa langkah dengan reaksi biokimia yaitu hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis, dan methanogenesis (Speece, 1996). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh pengenceran dan pengadukan limbah dapur daerah ngesrep (studi kasus rasio C/N 20:1) terhadap peningkatan produksi biogas

METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan Operasional Penelitian

1. Menganalisa jumlah biogas yang dihasilkan dalam proses tahapan pembuatan biogas dengan menggunakan variabel kadar air yang berbeda-beda dan variabel pengadukan.
2. Menganalisa pengaruh variabel jumlah kadar air dan pengadukan untuk mendapatkan hasil biogas yang optimum.

Hipotesis Penelitian

1. Limbah dapur dapat menghasilkan biogas setelah melalui fase pembentukan gas metana (hidrolisis, acetogenesis, acidogenesis, dan methanogenesis) dengan diberikan ekstrak rumen sapi sebagai starter.
2. Penentuan variabel pengenceran dan pengadukan akan mempengaruhi optimalisasi proses pembentukan biogas.
3. Proses penghalusan limbah akan mempercepat proses pembentukan biogas dibandingkan dengan tanpa penghalusan.

Jenis dan Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental-laboratoris, dimana penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Metode

dengan menggunakan ekstrak rumen sapi sebagai starter untuk mengetahui jumlah biogas yang dihasilkan dalam proses tahapan pembuatan biogas dengan menggunakan variabel kadar air yang berbeda-beda dan variabel pengadukan serta mengetahui pengaruh variabel jumlah kadar air dan pengadukan untuk mendapatkan hasil biogas yang optimum.

yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan 20 buah reaktor yang ditempatkan didalam ruangan dengan menggunakan proses fermentasi secara anaerob.

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan tiga jenis variabel yaitu Variabel Bebas (*Independent Variable*), Variabel Terikat (*Dependent Variable*) Variabel Kontrol.

Variabel Bebas (Independent Variable)

Pada penelitian ini yang ditetapkan sebagai variabel bebas adalah:

a. Pengenceran

Variabel pengenceran yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari 5 variabel dengan menambahkan air sebanyak 150 ml, 100 ml, 64 ml, 37,5 ml, dan 16,6 ml.

b. Pengocokan

Variabel Pengocokan dilakukan secara manual selama 10 detik dengan 3 perlakuan yaitu tanpa pengocokan, 1X pengocokan, dan 3X pengocokan yang dilakukan per hari.

c. Rumen

Variable Penambahan rumen disetiap *digester* ditambahkan sebanyak sebanyak 50 ml. Rumen yang digunakan yaitu rumen yang sudah diekstrak.

Variabel Terikat (Dependent Variable)

Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah parameter yang akan dianalisa, yaitu kandungan biogas yang dihasilkan dari proses anaerob.

Variabel Kontrol

Pada penelitian ini yang digunakan sebagai variabel kontrol adalah pH.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan penelitian dan tahap analisa data.

Tahap Persiapan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat-alat dan bahan yang akan digunakan didalam penelitian, seperti:

- a. Persiapan reaktor
- b. Persiapan Sampel
- c. Persiapan Data Awal

Tahap Pelaksanaan Penelitian

1. Pengukuran kandungan biogas secara kontinu.
2. Perlakuan pengocokan dengan variabel tanpa pengocokan, 1X pengocokan, dan 3X pengocokan per hari.
3. Tahap Analisis Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil laboratorium, didapatkan kadar C organik sebesar 41,12 persen dan kadar N total sebesar 2,02 persen. Sehingga rasio C/N yang diperoleh adalah 20,36. Rasio C/N tersebut apabila dibandingkan dengan literatur yang didapat, masih berada di dalam

Data yang diperoleh dari pengujian dilaboratorium selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Microsoft Office Word dan Microsoft Office Excel sehingga diperoleh bentuk data berupa tabel dan grafik. Data yang diperoleh berupa kandungan biogas secara kontinu dan pH. Data tersebut diperoleh dari hasil variabel jumlah bahan baku dan pengenceran. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif.

a. Analisis Data (Kuantitatif)

Semua data hasil penelitian dikelompokkan dalam suatu tabel dan grafik. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam menganalisis data. Analisis data dilakukan dengan cara melihat perbedaan variabel pengenceran terhadap limbah dan variabel pengocokan selama berlangsungnya proses pembentukan biogas terhadap hasil produksi gas.

b. Analisis Efektifitas dan Efisiensi (Kualitatif)

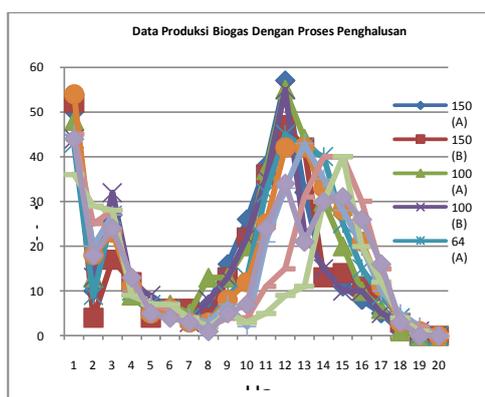
Analisis Efektifitas dan Efisiensi (Kualitatif) dilakukan dengan cara menganalisis hasil akhir jumlah gas yang dihasilkan. Indikator efisiensi adalah waktu yang dibutuhkan dan penambahan rumen yang diperlukan.

batas normal. Selain itu, uji karakteristik fisik limbah juga dilakukan dengan menggunakan *Water Quality Checker* untuk mengetahui lebih jauh tentang limbah yang digunakan. Parameter yang diukur pada uji karakteristik limbah adalah suhu, kekeruhan, DO, TDS, dan pH.

Pengaruh Pengenceran Terhadap Produksi Biogas

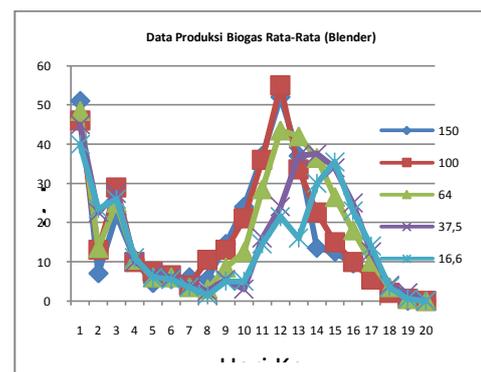
Pengaruh Pengenceran Pada Limbah Dengan Proses Penghalusan (Blender) Terhadap Produksi Biogas

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengenceran atau penambahan air pada limbah yang sudah dihaluskan (blender) terhadap produksi biogas yang dihasilkan. 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).



Gambar 4.1 Produksi Biogas Dengan Proses Penghalusan (Blender) dan Variasi Pengenceran

Gambar 4.1 menunjukkan grafik produksi biogas dari hari pertama hingga hari terakhir, dalam grafik tersebut terlihat jelas kecenderungan yang hampir sama antara satu reaktor dengan reaktor yang lain. Perbedaan yang tidak terlalu mencolok antara satu reaktor dengan reaktor lainnya disebabkan oleh adanya proses penghalusan (blender) terhadap limbah, yang membuat limbah memiliki sifat homogen antar reaktor. Dengan adanya proses penghalusan (blender), maka limbah yang masuk ke dalam reaktor akan terbagi sama rata. Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwa reaktor dengan penambahan air 64 ml, lebih stabil dalam menghasilkan gas. Reaktor tersebut tidak pernah sangat banyak dalam menghasilkan gas dalam satu hari, atau sangat sedikit menghasilkan gas dalam satu hari. Hal ini berbeda dengan reaktor pengenceran 150 ml, yang menghasilkan gas sangat banyak pada satu hari namun pada hasil volume biogasnya masih dibawah reaktor dengan penambahan air 100 ml (A).



Gambar 4.2 Produksi Biogas Rata-Rata Dengan Proses Penghalusan (Blender) dan Variasi Pengenceran

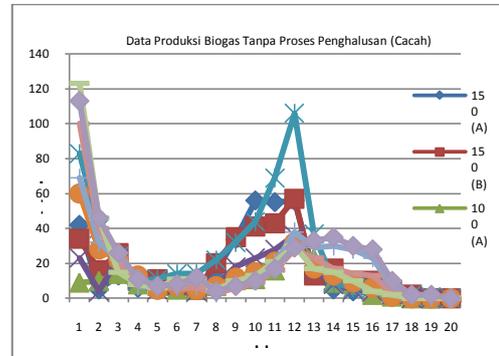
Gambar 4.2 menunjukkan hasil yang relatif sama terhadap waktu produksi gas hingga waktu akhir produksi gas.

Perbedaan jauh antara produksi rata-rata gas setiap reaktor diperlihatkan antara produksi gas rata-rata reaktor 100 ml dengan reaktor 16,6 ml. Reaktor 100 ml mampu menghasilkan 55 ml volume gas, sedangkan reaktor 16,6 ml hanya mampu menghasilkan 21,5 ml. Namun saat rata-rata reaktor mulai mengalami penurunan produksi biogas, grafik pada gambar 4.2 justru menunjukkan bahwa reaktor 16,6 ml dan 37,5 ml masih mampu menghasilkan gas.

Pengaruh Pengenceran Pada Limbah Tanpa Proses Penghalusan (Cacah) Terhadap Produksi Biogas

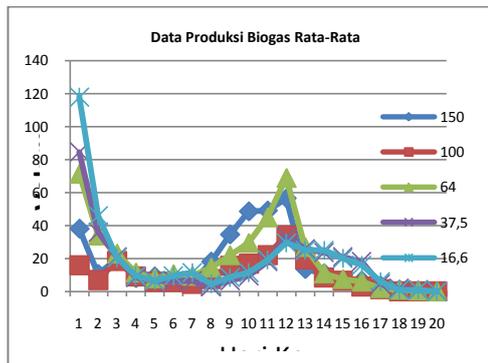
Terdapat perbedaan kecil antara reaktor A dan reaktor B yang menunjukkan selisih volume gas, meskipun tidak terpaut terlalu jauh. Pada pengenceran 100 ml, 16,6 ml dan 64 ml, hasil produksi gas antar reaktor A dan B terlihat cukup jauh berbeda, sedangkan pada reaktor lainnya masih terpaut sedikit. Hal yang menarik adalah terdapat perbedaan signifikan antara satu reaktor dengan reaktor yang lain. Sebagai contoh pada reaktor dengan penambahan air 16,6 ml (A) dengan reaktor pengenceran 100 ml (A), reaktor 16,6 ml (A) mampu menghasilkan biogas sebanyak 123 ml pada hari pertama sedangkan reaktor 100 ml (A) hanya mampu menghasilkan biogas sebanyak 9 ml saja. Pada percobaan ini juga dilakukan pengukuran dua kali dalam sehari, seperti pada percobaan dengan limbah yang melalui proses penghalusan (blender). Hasilnya pun sama, dengan sebagian besar reaktor menghasilkan gas lebih banyak di siang hari meskipun tidak terlalu berbeda jauh dengan pengukuran pada malam hari. Reaktor dengan penambahan air 64 ml (A) menghasilkan gas paling banyak dalam 20 hari pengukuran, sedangkan reaktor dengan

penambahan air 100 ml (A) menghasilkan gas paling sedikit.



Gambar 4.3 Produksi Biogas Tanpa Proses Penghalusan (Cacah) dan Variasi Pengenceran

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.3 diatas memperlihatkan perbedaan antara reaktor dengan penambahan air 64 ml (A) yang menghasilkan gas paling banyak, dengan reaktor lainnya. Ada yang menarik pada grafik diatas, yaitu saat hampir semua reaktor sudah mulai mengalami penurunan produksi gas antara hari ke 13-14. Reaktor dengan penambahan air 16,6 ml (B) dan 37,5 ml (A) justru masih menghasilkan gas yang cukup banyak. Grafik diatas juga memperlihatkan perbedaan produksi gas maksimum, yang sangat jelas berbeda antara reaktor. Reaktor dengan penambahan air 64 ml (A) mampu menghasilkan gas hingga 106 ml pada hari ke 13, sedangkan reaktor lainnya bahkan tidak mampu menghasilkan lebih dari 57 ml pada hari yang sama.



Gambar 4.4 Produksi Biogas Rata-Rata Tanpa Proses Penghalusan (Cacah) dan Variasi Pengenceran

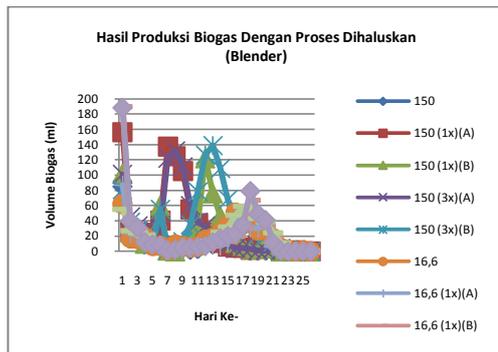
Berdasarkan data yang telah didapat, maka dapat diambil kesimpulan dengan membandingkan antara produksi biogas yang melalui proses penghalusan (blender) dan biogas yang tanpa melalui proses penghalusan (cacah) terhadap variasi pengenceran. Hasil percobaan yang didapatkan adalah terdapat perbedaan yang jelas antara produksi biogas limbah yang melalui proses penghalusan dengan yang tidak melalui proses penghalusan. Pertama, terdapat perbedaan terhadap produksi biogas antar reaktor. Reaktor dengan limbah yang melalui proses penghalusan cenderung tidak terlalu jauh berbeda dalam menghasilkan gas, dibandingkan reaktor yang lainnya. Sedangkan reaktor pada limbah yang tidak melalui proses penghalusan, cenderung jauh berbeda dalam menghasilkan gas antara satu reaktor dengan reaktor yang lain. Perbedaan kedua adalah jumlah gas yang dihasilkan, beberapa reaktor yang diisi dengan limbah cacah mampu menghasilkan jumlah gas yang jauh lebih banyak dibanding reaktor yang diisi dengan limbah yang melalui proses penghalusan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar

4.6. Kedua perbedaan ini disebabkan oleh sifat homogen limbah yang didapat dari proses penghalusan, limbah yang di blender akan terbagi rata setiap reaktornya karena akan tercampur secara merata sebelum dimasukkan ke reaktor. Sedangkan limbah yang hanya di cacah, tidak akan terbagi rata setiap reaktor. Namun selain adanya perbedaan antara dua perlakuan limbah tersebut, ada pula persamaan yang diperoleh. Kedua percobaan sama-sama memiliki kecenderungan menghasilkan gas yang tinggi pada hari pertama, kemudian perlahan menurun hingga waktu tertentu, dan kembali menghasilkan gas, sebelum berangsur-angsur berhenti menghasilkan gas pada waktu yang relatif sama.

Pengaruh Pengadukan Terhadap Produksi Biogas

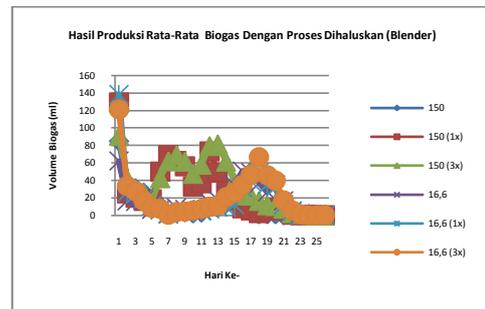
Pengaruh Pengadukan Dengan Limbah Yang Dihaluskan (Blender) Terhadap Produksi Biogas

Pada percobaan ini, dilakukan penambahan variasi yaitu dengan melakukan pengadukan (pengocokan) terhadap reaktor. Pengadukan ini terbagi atas tiga jenis, beberapa reaktor ada yang tidak diaduk, ada yang diaduk satu kali dalam sehari, dan ada yang diaduk sebanyak tiga kali dalam sehari. Variasi pengenceran sendiri tidak sebanyak percobaan sebelumnya, yaitu hanya menggunakan pengenceran 150 ml dan 16,6 ml. Hal ini dikarenakan jumlah reaktor yang tidak mencukupi, sehingga data yang diambil berdasarkan jumlah air paling banyak dan yang paling sedikit dari percobaan sebelumnya.



Gambar 4.7 Produksi Biogas Dengan Proses Penghalusan (Blender), Variasi Pengenceran dan Pengadukan

Pada gambar 4.7 diatas dapat kita lihat perbedaan yang sangat mencolok antara reaktor dengan penambahan air 150 ml dan 16,6 ml. Dua buah reaktor 16,6 ml bahkan mampu menghasilkan volume gas hingga diatas 180 ml (188 ml dan 190 ml), namun pada akhirnya jumlah gas yang dihasilkan masih jauh dibawah reaktor-reaktor dengan penambahan air 150 ml. Grafik diatas juga menunjukkan kecenderungan yang berbeda antara pengenceran 150 dan 16,6 ml, produksi gas pada reaktor dengan pengenceran 150 ml cenderung menurun selama beberapa hari setelah hari pertama dan meningkat jauh atau bahkan ada yang melebihi produksi gas pada hari pertama. Sedangkan pada reaktor dengan pengenceran 16,6 ml, cenderung mengalami penurunan produksi gas dalam jangka waktu yang lebih lama dan kembali mengalami peningkatan produksi gas pada hari ke 12-19 namun tidak sampai melebihi produksi gas awal.



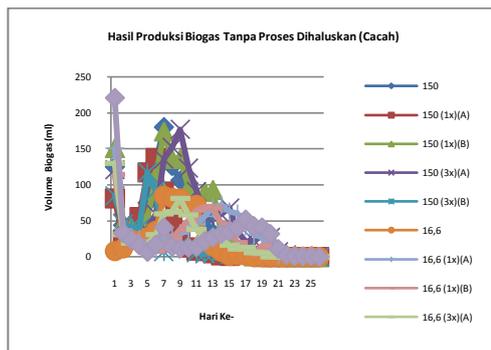
Gambar 4.8 Produksi Biogas Rata-Rata Dengan Proses Penghalusan (Blender), Variasi Pengenceran dan Pengadukan

Grafik pada gambar 4.8 menunjukkan perbedaan yang sangat jauh antara reaktor dengan pengenceran 150 ml dan 16,6 ml. Produksi gas pada reaktor dengan pengenceran 150 ml cenderung menurun selama beberapa hari setelah hari pertama dan meningkat jauh antara hari ke 8 hingga 13, Sedangkan pada reaktor dengan pengenceran 16,6 ml cenderung mengalami penurunan produksi gas hingga hari ke 8 dan kembali mengalami peningkatan produksi gas sedikit demi sedikit hingga hari ke 19 sebelum akhirnya kembali mengalami penurunan produksi gas dan berhenti menghasilkan gas. Dapat dilihat pula kecenderungan yang hampir sama antara reaktor 150 ml, mulai dari penurunan produksi gas, kembali naiknya produksi gas, dan penurunan drastis sebelum berhenti menghasilkan gas. Hal ini juga tampak pada grafik antara reaktor 16,6 ml, mulai dari penurunan produksi gas hingga berhenti menghasilkan gas.

Pengaruh Pengadukan Dengan Limbah Tanpa Proses Penghalusan (Cacah) Terhadap Produksi Biogas

Apabila dibandingkan dengan data-data sebelumnya, maka data produksi biogas tanpa proses penghalusan (cacah),

variasi pengenceran, dan pengadukan ini adalah yang paling banyak menghasilkan biogas selama penelitian dilakukan. Jumlah akhir gas yang dihasilkan bahkan dapat mencapai tiga kali lipat dari percobaan sebelumnya, dengan reaktor terbaik yang paling banyak menghasilkan gas adalah reaktor pengenceran 150 ml (A) yang diaduk tiga kali dalam sehari dengan jumlah gas 1394 ml. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian terdahulu yang pernah dilakukan di Surabaya (Joaquim da Costa, 2011), yang menyimpulkan bahwa produksi gas terbaik berdasarkan jumlah akhir gas adalah percobaan dengan pengadukan.



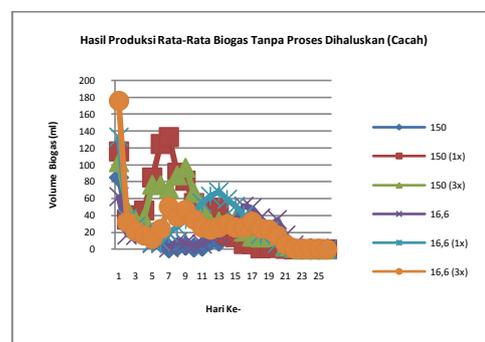
Gambar 4.9 Produksi Biogas Tanpa Proses Penghalusan (Cacah), Variasi Pengenceran dan Pengadukan

Grafik pada gambar 4.9 menunjukkan hal yang relatif sama saat produksi gas pada hari pertama yang kemudian menurun drastis pada hari setelahnya, dan berangsur naik hingga beberapa hari. Setelah mengalami peningkatan produksi gas antara hari ke 4-11, produksi gas secara perlahan mulai menurun hingga akhirnya habis. Menarik untuk dilihat adalah pada reaktor 16,6 ml yang tidak diaduk, reaktor ini justru

PENUTUP

Kesimpulan

menunjukkan peningkatan setelah hari pertama hingga hari ke delapan, dan grafiknya menurun hingga akhir hari produksi gas. Sedangkan grafik pada reaktor 150 ml (1x pengadukan) (A) dan 150 ml (3x pengadukan) (B) yang seharusnya menghasilkan gas lebih banyak, menunjukkan penurunan drastis setelah hari ke 6-7 yang menyebabkan hasil gas akhirnya sangat sedikit.



Gambar 4.10 Produksi Biogas Rata-Rata Tanpa Proses Penghalusan (Cacah), Variasi Pengenceran dan Pengadukan

Jumlah produksi gas rata-rata yang didapat menunjukkan hasil terbaik yang didapat oleh reaktor dengan pengenceran 150 ml, rata-rata produksi gas reaktor tersebut jauh lebih banyak bila dibandingkan dengan reaktor 16,6 ml. Tabel 4.9 juga memperlihatkan adanya perbedaan antara reaktor yang diaduk dengan yang tidak diaduk, produksi gas rata-rata reaktor yang diaduk juga jauh lebih banyak dan cenderung lebih stabil selama memproduksi gas. Grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.10 membuktikan bahwa reaktor 150 ml yang diaduk mampu menghasilkan gas lebih optimal, meskipun pada hari pertama reaktor 16,6 ml menghasilkan gas lebih banyak.

1. Volume biogas yang dihasilkan selama penelitian ini bervariasi, dengan produksi

tertinggi sebanyak 1394 ml dan produksi terendah sebanyak 180 ml. Berdasarkan data pada percobaan pertama, hasil terbaik didapatkan oleh reaktor dengan limbah yang dicacah dan dengan pengenceran sebanyak 64 ml. Sedangkan pada percobaan kedua dengan penambahan variasi pengadukan, reaktor yang paling banyak menghasilkan biogas adalah reaktor dengan pengenceran

150 ml (cacah) yang diaduk sekali dalam sehari.

2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa jumlah kadar air dan pengadukan dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah produksi biogas dan lama waktu produksi biogas.

Daftar Pustaka

Budihardjo. M Arief.2009. "*Kombinasi Feeding Biostarter Dan Air Dalam Anaerobik Digester*". Semarang.

Da Costa. Joaquim.2011. "*Optimasi Produksi Biogas Pada Anaerobic Digester*

Biogas Type Horizontal Berbahan Baku Kotoran Sapi Dengan Pengaturan Suhu Dan Pengadukan".Surabaya.