

PEMBUATAN BIOGAS dari LIMBAH PETERNAKAN

Roy Renatha Saputro dan Rr. Dewi Artanti Putri

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing : Dr. Ir. Abdullah, MS.

Abstrak

Pembuatan biogas dari limbah peternakan khususnya kotoran sapi merupakan salah satu alternatif pemanfaatan limbah organik untuk menggali potensi bio energi di negara Indonesia. Penelitian ini menggunakan kotoran sapi sebagai bahan utama pembuatan biogas yang ditambah dengan cairan rumen perut sapi dan air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi feses, rumen, dan air terhadap produksi biogas. Variasi yang digunakan adalah campuran antara feses dan air dengan rasio, 1:1, 1:2, 1:3, 1:0.5, 1:0.75, 1:0.25, 1:0, campuran antara feses dan rumen dengan rasio 1:0, 1:0.25, 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:2, 1:3, campuran antara feses, air, dan rumen dengan rasio 0:0:1, 1:0:1, 1:1:0, 1:0.25:0.75, 1:0.5:0.5, 1:0.75:0.25, 1:1:1. Penelitian ini dilakukan secara anaerobic selama 60 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel A (feses dan air) dengan rasio 1:3 menghasilkan biogas paling banyak dibandingkan rasio yang lainnya, variabel B (feses dan rumen) dengan rasio 1:2 menghasilkan biogas paling banyak dibandingkan dengan rasio yang lainnya, variabel C (feses, air, dan rumen) dengan rasio 1:1:1 menghasilkan biogas paling banyak dibandingkan dengan rasio yang lainnya. Produksi biogas tertinggi rata-rata terjadi pada hari ke 23.

Kata kunci: *biogas; feses; rumen; air; rasio campuran feses, air, dan rumen.*

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan Bahan Bakar Minyak dari waktu ke waktu semakin meningkat sehingga mengakibatkan harga minyak mentah semakin melonjak pesat. Hal tersebut sangat membebani negara-negara pengimpor impor minyak khususnya negara Indonesia. Di Indonesia minyak dan gas bumi masih merupakan sumber energi utama. Konsumsi BBM yang terus menerus akan mengakibatkan cadangan minyak akan semakin menipis apabila tidak diimbangi upaya untuk mencari energi alternatif.

Salah satu sumber energi alternatif adalah biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion. Pembuatan biogas dari kotoran hewan, khususnya sapi ini berpotensi sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan, karena selain dapat memanfaatkan limbah dari ternak, sisa dari pembuatan biogas ini yaitu berupa slurry yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh komposisi feses, rumen, dan air terhadap produksi biogas, untuk mempelajari komposisi antara feses, rumen, dan air yang optimal untuk produksi biogas.

Biogas adalah campuran gas hasil proses fermentasi anaerob dari kotoran ternak (sapi). Kotoran sapi sangat memenuhi kebutuhan kotoran untuk biogas. Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Energi biogas berfungsi sebagai energi pengganti bahan bakar fosil sehingga akan menurunkan gas rumah kaca di atmosfer dan emisi lainnya.

Proses awal pembuatan awal biogas ini adalah dengan cara memasukkan kotoran sapi ke dalam botol plastik dan dicampur dengan rumen dan atau air sesuai dengan variabel yang telah ditentukan, lalu aduk atau campur sebentar hingga semua bahan tercampur rata dalam botol. Menutup botol dengan karet penutup yang telah dilubangi dan diberi selang, lalu jepit selang menggunakan klip penjepit, sehingga dalam botol kedap udara, dan kencangkan dengan menggunakan kawat. Kemudian menyimpannya dalam suhu 30°C atau dalam suhu kamar, disimpan sekitar 30 hari agar gas yang terbentuk banyak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan biogas antara lain : keadaan di dalam digester, pH, nutrien, temperatur, rasio C/N, starter. Keadaan di dalam digester harus anaerob dan dijaga dalam kesetimbangan dinamis. Derajat keasaman dijaga dalam kisaran 6,6-7,6 karena bakteri metanogenik hanya bisa bekerja dalam range pH tersebut. Kadar nutrien yang cukup seperti nitrogen dan fosfor harus terkandung dalam sistem untuk menjamin ketersediaan nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Temperatur yang optimum yang dibutuhkan mikroorganisme untuk merombak bahan adalah 30-38°C untuk mesofilik, dan 49-57°C untuk termofilik.

Perbandingan C/N yang optimum untuk proses pembuatan biogas adalah berkisar antara 25-30. Pemilihan starter yang baik memang sangat penting yaitu untuk mempercepat proses perombakan bahan organik, starter yang bisa digunakan adalah lumpur aktif atau cairan isi rumen.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi, cairan rumen perut sapi, dan air. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah botol plastik, gelas ukur, selang plastik, karet penutup botol, klip penjepit, box air plastik, kawat, statif, dan klem.

Metode Penelitian

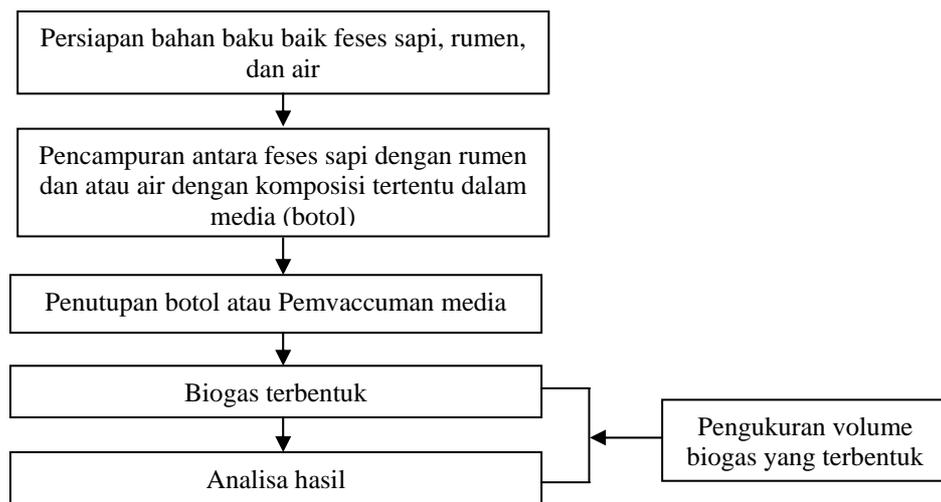
Dalam penelitian ini digunakan berbagai macam variasi komposisi campuran (feses dan air, feses dengan rumen, feses, rumen, dan air) yaitu :

- Campuran antara feses sapi dan air dengan rasio 1:1, 1:2, 1:3, 1:0.5, 1:0.75, 1:0.25, 1:0
- Campuran antara feses sapi dan rumen dengan rasio 1:0, 1:0.25, 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:2, 1:3
- Campuran antara feses sapi, air, dan rumen dengan rasio 0:0:1, 1:0:1, 1:1:0, 1:0.25:0.75, 1:0.5:0.5, 1:0.75:0.25, 1:1:1.

Rumen dan air dalam ml x 100

Penelitian dilakukan secara anaerobic selama 60 hari.

Tahap pembuatan biogas adalah sebagai berikut :



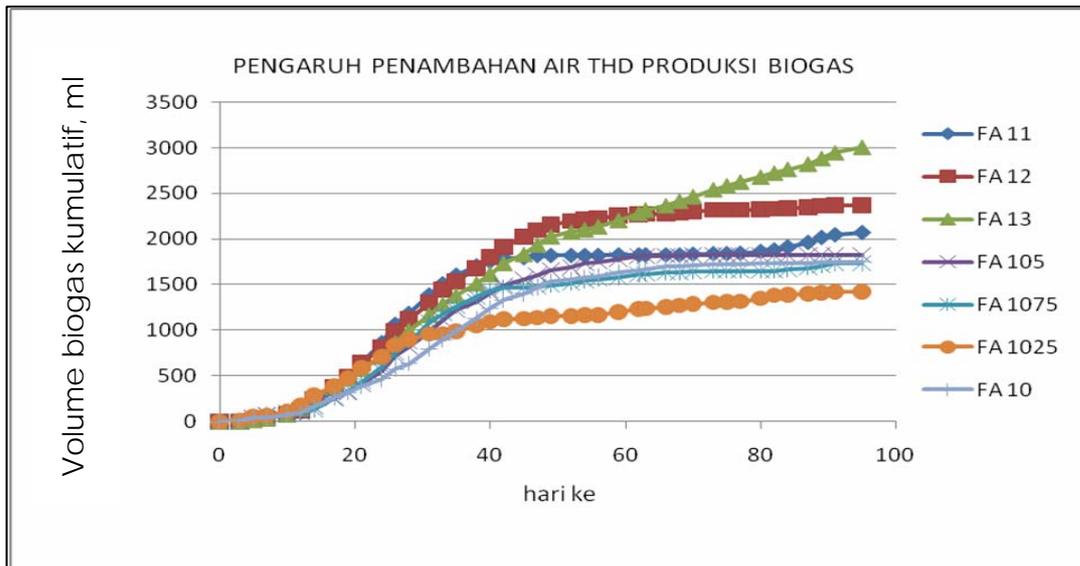
Gambar 1. Tahap Pembuatan Biogas

Pada proses analisa hasil dilakukan pengukuran volume pada masing-masing variabel yang dilakukan tiap dua hari. Proses pembuatan biogas dilakukan selama 30 hari agar dapat diketahui perbedaan biogas yang signifikan yang dihasilkan oleh masing-masing variabel.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Penambahan Air Terhadap Produksi Biogas

Pengaruh penambahan air terhadap produksi biogas dikaji dengan membuat variasi perbandingan Feses : Air masing-masing 1:1, 1:2, 1:3, 1:0.5, 1:0.75, 1:0.25, 1:0. Dimana hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 1 :



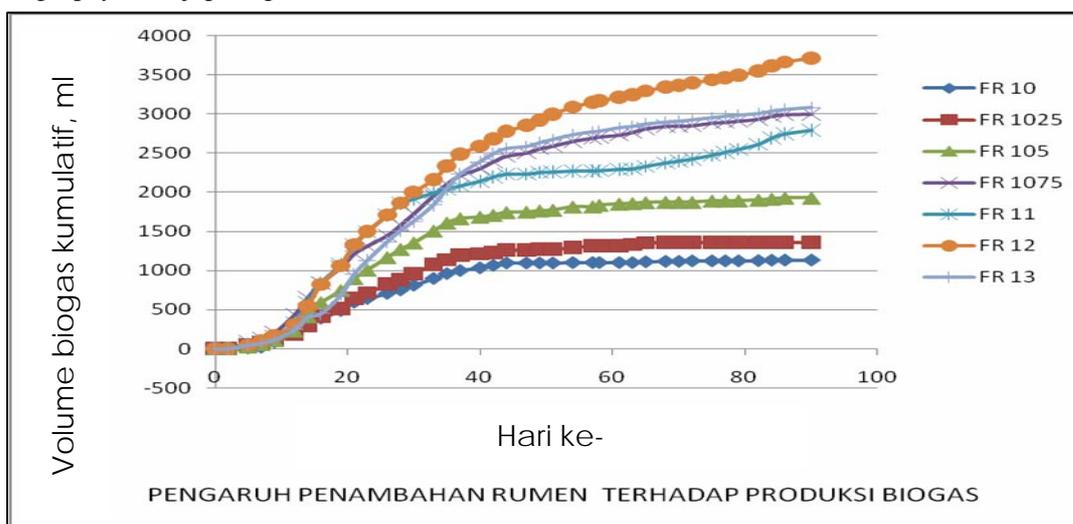
Gambar 1. Pengaruh Penambahan Air terhadap Produksi Biogas

Dari grafik 1 dapat dilihat bahwa pada umumnya kenaikan kadar air akan meningkatkan produksi biogas. Pada variabel FA 1:3 menghasilkan gas paling banyak dan pada variabel FA 1:0.25 menghasilkan gas paling sedikit. Molekul-molekul air dibutuhkan pada saat tahapan hidrolisis dan asetogenesis. Pada tahapan hidrolisis, dengan bantuan mikroba hidrolitik mendegradasi senyawa organik kompleks yang berupa polimer menjadi monomernya yang berupa senyawa tak terlarut dengan berat molekul yang lebih ringan. Pada tahapan asetogenesis adalah tahapan dimana hasil dari tahapan sebelumnya yaitu asidogenesis, diubah menjadi asam asetat. Etanol, asam propionate, dan asam butirat diubah menjadi asam asetat oleh bantuan bakteri asetogenik.

Pada proses perubahan asam-asam organik menjadi asam asetat dibutuhkan molekul-molekul air yang eksek maka dengan penambahan air yang lebih banyak akan meningkatkan pembentukan asam asetat yang nantinya akan diubah menjadi gas metana pada tahapan selanjutnya (metanogenesis). Dengan demikian adanya penambahan semakin banyak air dalam sistem, produksi biogas akan meningkat.

Pengaruh Penambahan Rumen Terhadap Produksi Biogas

Pengaruh penambahan rumen terhadap produksi biogas dikaji dengan membuat variasi perbandingan Feses : Rumen masing-masing 1:0, 1:0,25, 1:0,5, 1:0,75, 1:1, 1:2, 1:3. Dimana hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 2 :

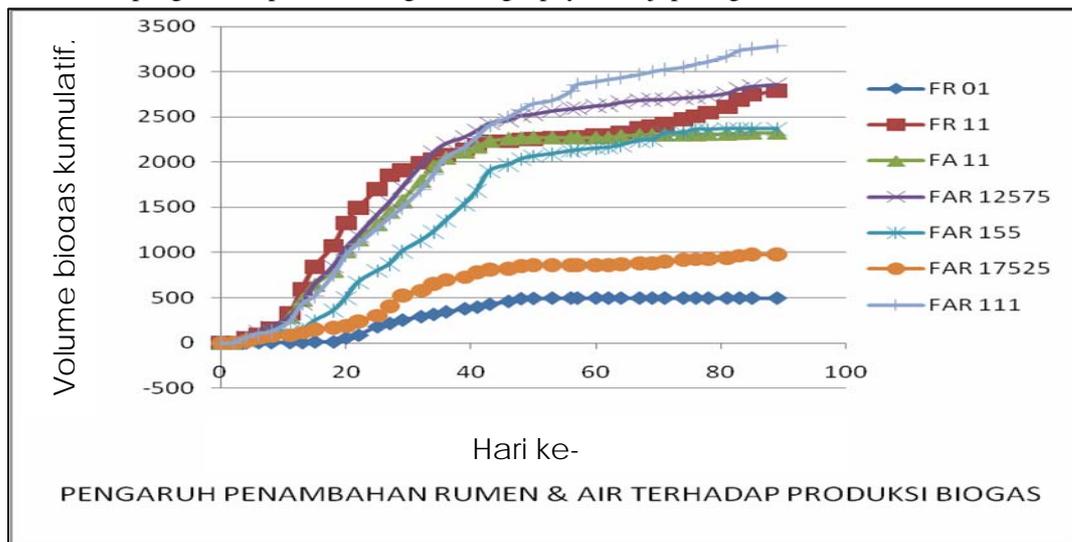


Gambar 2. Pengaruh Penambahan Rumen terhadap Produksi Biogas

Dari grafik 2 dapat dilihat bahwa umumnya kenaikan kadar rumen dalam sistem akan meningkatkan produksi biogas. Pada variabel FR 1:2 menghasilkan gas paling banyak dan pada variabel FR 1:0 menghasilkan gas paling sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar rumen dalam sistem maka akan meningkatkan produksi biogas. Tetapi pada variabel FR 1:3 mengalami penurunan produksi gas dibandingkan dengan FR 1:2. Hal ini disebabkan karena pada FR 1:3 mengalami keterbatasan substrat. Dalam hal ini rumen merupakan sumber bakteri (starter) yang berasal dari perut sapi yang membantu proses pencernaan anaerobik pada pembuatan biogas ini.

Pengaruh Penambahan Air dan Rumen Terhadap Produksi Biogas

Pengaruh penambahan air dan rumen terhadap produksi biogas dikaji dengan membuat variasi perbandingan Feses : Air : Rumen masing-masing 0:0:1, 1:0:1, 1:1:0, 1:0.25:0.75, 1:0.5:0.5, 1:0.75:0.25, 1:1:1. Dimana hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 3 :

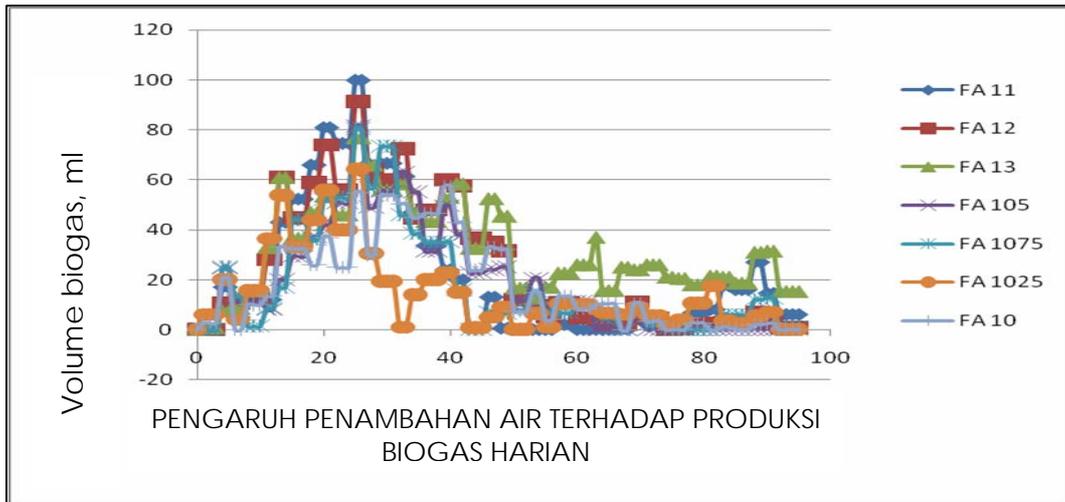


Gambar 3. Pengaruh Penambahan Air dan Rumen terhadap Produksi Biogas

Pada grafik 3 menunjukkan bahwa komposisi Feses : Air : Rumen yang menghasilkan biogas paling tinggi adalah pada variabel FAR 1:1:1 dan variabel yang menghasilkan biogas paling sedikit adalah FAR 0:0:1 dimana dalam sistem hanya berisi cairan rumen. Pada variabel FAR 1:1:1 memberikan hasil yang paling maksimal disebabkan karena pada variabel ini memberikan imbang komposisi yang seimbang antara jumlah substrat, air, dan starter. Sedangkan pada variabel FAR 0:0:1 memberikan hasil paling sedikit diantara variabel yang lain dikarenakan pada sistem variabel ini hanya ada sumber bakteri saja tanpa adanya substrat, sehingga bakteri yang berada pada sistem tersebut akan kekurangan makanan dan menjadi tidak produktif.

Pengaruh Penambahan Air Terhadap Produksi Biogas Harian

Pengaruh penambahan air terhadap produksi biogas harian dikaji dengan membuat variasi perbandingan Feses : Air masing-masing 1:1, 1:2, 1:3, 1:0.5, 1:0.75, 1:0.25, 1:0. Hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 4 :

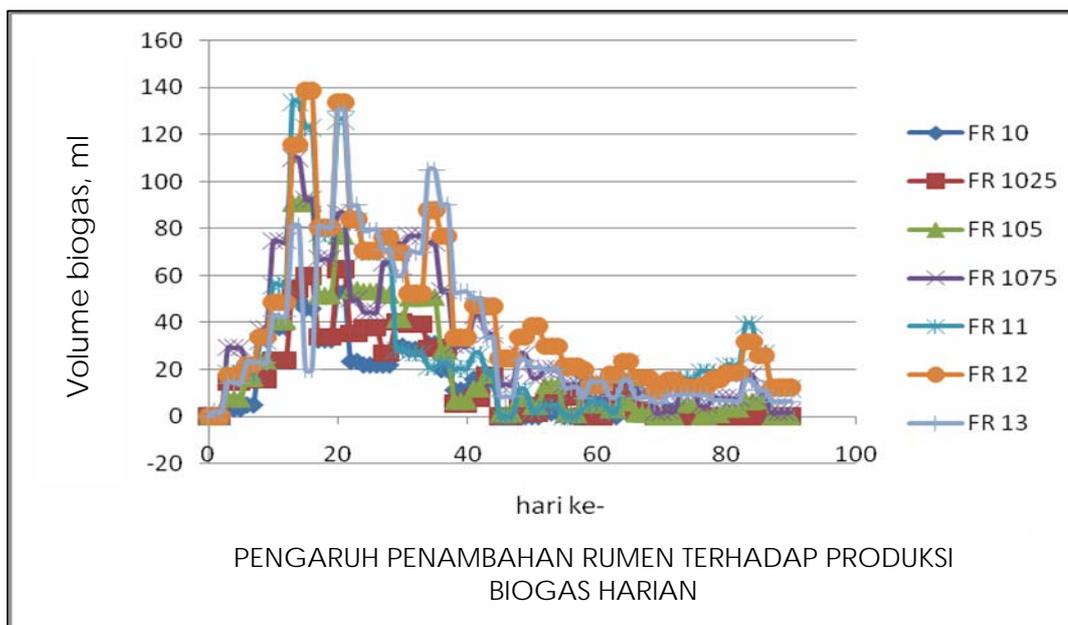


Gambar 4. Pengaruh Penambahan Air terhadap Produksi Biogas Harian

Pada grafik 4 dapat dilihat bahwa pada umumnya kenaikan produksi biogas terjadi pada hari ke 4 hingga hari ke ke 24 dan pada hari ke 25 mengalami puncak produksi biogas dan mengalami penurunan seterusnya. Pada variabel FA 1:1 didapatkan kenaikan produksi biogas yang sangat drastis, pada variabel ini produksi gas tidak konstan karena kadar air tidak berimbang dengan kadar feses dalam sistem. Berbeda dengan variabel FA 1:3, dimana terjadi kenaikan yang cukup besar tetapi penurunan produksi gas juga tidak banyak, dapat dikatakan produksi biogas mendekati konstan. Hal ini disebabkan karena pada FA 1:3 mempunyai kadar air lebih banyak sehingga sangat membantu pada proses hidrolisis dan asetogenesis, dan juga ketersediaan air lebih banyak untuk waktu yang lebih lama sehingga produksi biogas dapat berlangsung lama, walaupun dilihat secara harian tidak menghasilkan gas yang maksimal tetapi variabel ini menghasilkan gas yang konstan. Apabila produksi biogas pada variabel FA 1:3 dijumlahkan (kumulatif) maka akan didapat produksi biogas terbesar di antara variabel-variabel lain.

Pengaruh Penambahan Rumen terhadap Produksi Biogas Harian

Pengaruh penambahan rumen terhadap produksi biogas harian dikaji dengan membuat variasi perbandingan Feses : Rumen masing-masing 1:0, 1:0.25, 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:2, 1:3. Hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 5 :

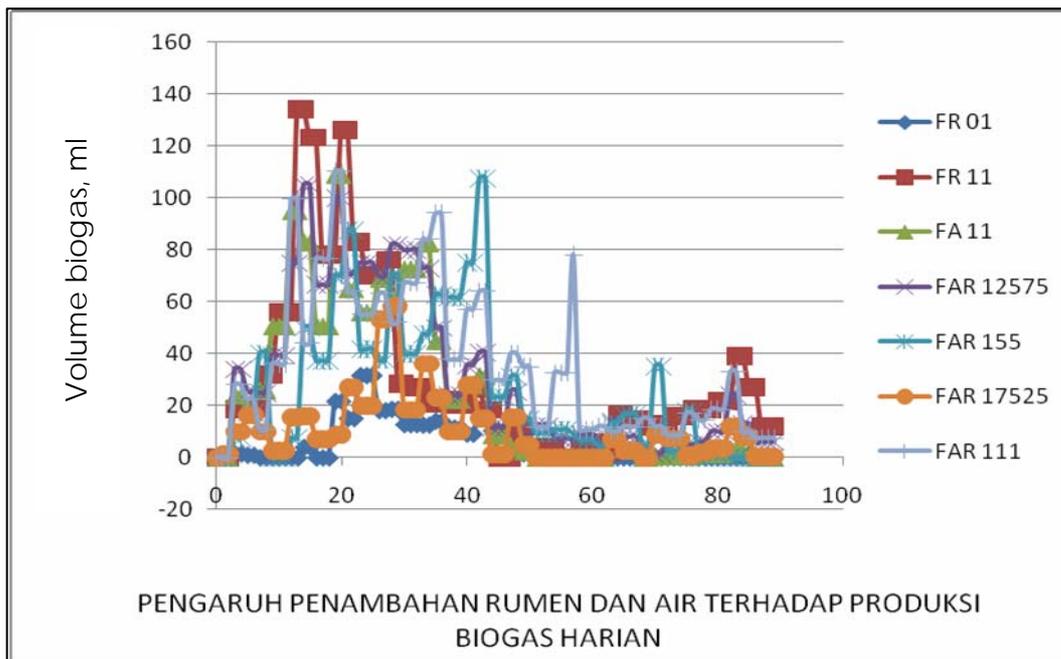


Gambar 5. Pengaruh Penambahan Air terhadap Produksi Biogas Harian

Pada grafik 5 dapat dilihat bahwa pada umumnya kenaikan produksi biogas terjadi pada hari ke 3 hingga hari ke 12, dan pada hari ke 13 hingga hari ke 23 pada umumnya mengalami produksi puncak. Pada variabel FR 1:2 memberikan hasil produksi biogas paling tinggi pada saat puncak dan pada hasil kumulatif variabel ini juga memberikan hasil yang optimal. Seperti telah dibahas bahwa pengaruh penambahan rumen memberikan peningkatan produksi biogas dan penambahan maksimal adalah perbandingan FR 1:2 karena pada penambahan lebih banyak pada variabel FR 1:3 menunjukkan penurunan produksi biogas dibandingkan pada FR 1:2.

Pengaruh Penambahan Rumen dan Air terhadap Produksi Biogas Harian

Pengaruh penambahan air dan rumen terhadap produksi biogas harian dikaji dengan membuat variasi perbandingan Feses : Air : Rumen masing-masing 0:0:1, 1:0:1, 1:1:0, 1:0.25:0.75, 1:0.5:0.5, 1:0.75:0.25, 1:1:1. Hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 6 :

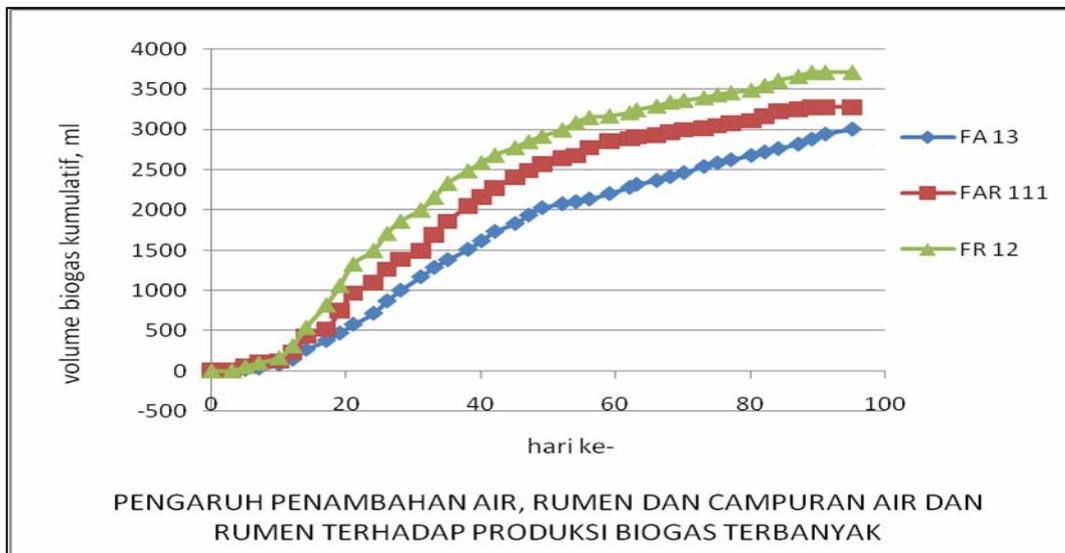


Gambar 6. Pengaruh Penambahan Rumen dan Air terhadap Produksi Biogas Harian

Pada grafik 6 dapat dilihat bahwa pada umumnya kenaikan produksi biogas terjadi pada hari ke 3 hingga hari ke 12, dan pada hari ke 13 hingga hari ke 22 mengalami produksi puncak. Pada variabel FR 1:1 memberikan hasil produksi biogas paling tinggi pada saat puncak, tetapi setelahnya mengalami penurunan yang tajam. Lain halnya dengan variabel FAR 1:1:1 yang memberikan hasil produksi gas kumulatif paling banyak, pada variabel ini tidak memberikan hasil yang terlalu tinggi pada saat puncak tetapi pada saat penurunan juga tidak terlalu tajam, sehingga produksinya cenderung mendekati konstan. Hal ini dikarenakan pada variabel ini mempunyaiimbangan antara feses, air dan rumen yang seimbang, sehingga dapat menghasilkan biogas secara konstan.

Pengaruh Penambahan Air, Rumen dan Campuran Air dan Rumen terhadap Produksi Biogas Terbanyak

Pengaruh penambahan air, rumen dan campuran air dan rumen terhadap produksi biogas terbanyak dikaji dengan membandingkan masing – masing variabel pengaruh penambahan air, penambahan rumen dan penambahan campuran air dan rumen pada variabel yang mempunyai produksi paling banyak, guna mengetahui variable yang paling berpengaruh untuk menghasilkan biogas paling efektif. Hasil pengamatan produksi biogas selengkapnya tersaji pada grafik 7 :



Gambar 7. Pengaruh Penambahan Air, Rumen dan Campuran Air dan Rumen terhadap Produksi Biogas Terbanyak

Grafik 7 merupakan grafik hasil dari data biogas kumulatif masing – masing variable yang menghasilkan biogas terbanyak. Pada grafik 7 dapat dilihat bahwa variable yang menghasilkan biogas terbanyak adalah pada variable FR 1:2 dimana dalam system perbandingan feses : rumen adalah 1:2. Hal ini disebabkan karena pada system tersebut bakteri metanogenik dapat bekerja dengan maksimal. Tidak adanya kandungan air menyebabkan system tidak berada dalam kondisi asam, karena air sangat berperan sebagai penghidrolisa dan pengubah asam – asam organic yang dihasilkan menjadi asam asetat yang nantinya diubah menjadi metana oleh bakteri metanogenik. Karena bakteri metanogenik dapat bekerja dalam range pH netral yaitu ± 7 dan tidak bisa bekerja di bawah pH 6,2. Pada variable FA 1:3, yang berisi feses dan air dengan perbandingan 1:3 dan variable FAR 111, yang berisi feses, air dan rumen dengan perbandingan 1:1:1, terdapat kandungan air yang mengakibatkan system menjadi asam, dan dapat menghambat kerja bakteri metanogenik untuk menghasilkan biogas. Maka dapat dikatakan bahwa variable yang berpengaruh adalah penambahan rumen pada produksi biogas dan variable yang menghasilkan biogas paling efektif adalah FR 1:2.

Kesimpulan

1. Untuk pengaruh penambahan air pada produksi biogas, semakin meningkatnya kadar air dalam sistem maka akan meningkatkan produksi biogas. Hal ini ditunjukkan dengan produksi biogas paling banyak dihasilkan adalah pada variabel Feses : Air yaitu 1:3
2. Untuk pengaruh penambahan rumen pada produksi biogas, pada umumnya semakin meningkatnya kadar rumen maka akan semakin banyak produksi biogas, kadar rumen maksimal adalah 2 bagian dari feses. Hal ini ditunjukkan dengan produksi biogas paling banyak dihasilkan adalah pada variabel Feses : Rumen yaitu 1:2
3. Untuk pengaruh penambahan rumen dan air pada produksi biogas, yang memberikan hasil produksi biogas paling banyak adalah pada variabel Feses : Rumen : Air yaitu 1:1:1
4. Untuk pengaruh penambahan air pada produksi biogas harian, menunjukkan bahwa produksi puncak biogas terjadi pada hari ke 25
5. Untuk pengaruh penambahan rumen pada produksi biogas harian, menunjukkan bahwa produksi puncak biogas terjadi pada hari ke 13 hingga hari ke 23
6. Untuk pengaruh penambahan rumen dan air pada produksi biogas harian, menunjukkan bahwa produksi puncak biogas terjadi pada hari ke 13 hingga hari ke 22
7. Variabel yang paling berpengaruh adalah penambahan rumen, dan variabel yang paling efektif menghasilkan biogas adalah FR 1:2.

DAFTAR PUSTAKA

Ginting, Nurzainah Ir, MSc. *Penuntun Praktikum Teknologi Pengolahan Limbah Peternakan*, Departemen Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, 2007.

Khasristya Amaru, 2004, *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisarupan, Kab. garut)*, Tugas Akhir, Fakultas Pertanian, UNPAD, Indonesia.

Lusk, Philip D. 1998. *Methane Recovery from Animal Manures The Current Opportunities Casebook*. NREL/SR-580-25145

Metcalf & Eddy, INC. *Wastewater Engineering : Treatment Disposal Reuse*, second edition, McGraw-Hill Publishing Company, San Francisco, California, USA, 1979.

Syamsudin, T.R. dan Iskandar, H.H., 2005, *Bahan Bakar Alternatif Asal Ternak*, Sinar Tani, Edisi 21.27 Desember 2005, No. 3129 Tahun XXXVI.

Widarto, L. Ir dan Sudarto, FX. *Teknologi Tepat Guna : Membuat Biogas*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 1997.

Widodo, T.W., Asari, A., Ana, N., Elita, R., 2006, *Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak*, Jurnal Enjiniring Pertanian, Vol. IV, No. 1, April 2006.