



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam
Pembangunan Bangsa yang Berkarakter"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 6 April 2013



**MAKALAH
PENDAMPING**

**PENDIDIKAN KIMIA
(Kode : E-06)**

ISBN : 979363167-8

ANALISIS RANCANGAN DIGESTER SKALA LABORATORIUM TERHADAP PRODUKSI BIOGAS YANG DIHASILKAN

Roni Maryana^{1,*}, Hendra Herdian², Andi Febrisiantosa³

^{1,2,3}**UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia-LIPI, Jl. Yogya – Wonosari KM
31,5, Gading, Playen, Gn.Kidul, Yogyakarta**

*Keperluan korespondensi, Telp. 0274-392570., email: roni002@lipi.go.id

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan dua jenis bentuk rancangan digester biogas dan dilakukan pengamatan volume gas yang dihasilkan, yaitu dengan kode GSC-A dan GSC-B. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan mengontrol parameter-parameter yang berpengaruh terhadap pembentukan biogas, sehingga dapat dirancang digester yang menghasilkan produksi biogas optimum. Kedua rancangan ini dibuat dari drum plastik berbentuk silinder, kapasitas 60 liter. Digester GSC-A dibuat tanpa sekat dan ditambahkan kerikil dengan diameter ± 3 cm didalam degester. Sedangkan digester GSC-B ditambah penyekat tegak menyilang berbentuk setengah lingkaran yang membagi digester menjadi dua bagian sama besar. Ijuk (bahan serat dari pohon aren) ditambahkan pada setengah bagian inlet digester GSC-B. Produksi biogas yang dihasilkan ditampung pada drum penampung dan laju produksinya diukur menggunakan alat Wet test meter. Pengumpanan digester menggunakan 5 kg kotoran sapi dimasukan setiap 2 hari dengan perbandingan kotoran terhadap air adalah 1:2. Hasil yang didapatkan setelah hari ke-31 pada GSC-A adalah total volume gas yang dihasilkan 156,2 liter; rata-rata volume gas/kg kotoran adalah 0,45L/kg; Pada digester GSC-B volume total gas adalah 303 liter; rata-rata volume gas/kg kotoran adalah 5,14 L/kg; Setelah hari ke-31 rata-rata produksi gas dihasilkan adalah 14,9 L/hari untuk GSC-A dan 15,15 L/hari untuk GSC-B. Digester GSC-B lebih unggul dibanding GSC-A untuk kecepatan produksi, efisiensi umpan dan volume produksi gas yang dihasilkan.

Kata kunci : *biogas, model digester, sekat, volume gas*

PENDAHULUAN

Berbagai jenis energi terbarukan seperti energi angin, matahari, air dan bioenergi sedang terus dikembangkan. Salah satu energi terbarukan dan sesuai untuk dikembangkan di wilayah pedesaan dengan basis peternakan adalah biogas. Selain itu teknologi ini juga dapat diaplikasikan untuk pengolahan limbah di

Tempat Pembuangan Akhir sampah. Di wilayah pedesaan, beberapa keuntungan biogas antara lain dapat mengurangi limbah peternakan dan pertanian; menghasilkan pupuk organik serta diversifikasi energy bagi petani. Limbah peternakan berupa kotoran hewan seperti sapi dan babi sudah umum digunakan, sedangkan penggunaan limbah pertanian,

sekarang ini sudah mulai digunakan (Osman et.al, 2006). Ditinjau dari sudut pandang kelestarian lingkungan, komposisi utama biogas adalah metana (CH₄). Metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang dapat menyebabkan efek pemanasan global, efek rusaknya 21 kali dibandingkan gas karbondioksida (Kompas, 2007). Sehingga dengan pemanfaatan biogas menjadi sumber energi, laju pelepasan metana ke udara dapat dikurangi. Keuntungan lainnya adalah limbah digester biogas dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik yang dapat digunakan sebagai pengganti pupuk organik yang ramah terhadap tanah. Komposisi biogas secara umum ditampilkan di Tabel 1.

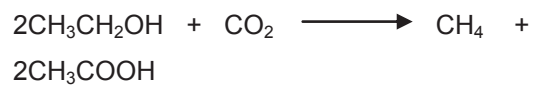
Tabel 1. Komposisi Biogas

Komponen	Persentase (%)
Metana (CH ₄)	55-75
Karbon dioksida (CO ₂)	25-45
Nitrogen (N ₂)	0-0.3
Hidrogen (H ₂)	1-5
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	0-3
Oksigen (O ₂)	0,1-0,5

Biogas mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi. Nilai kalori dari 1 meter kubik biogas sekitar 6.000 watt jam yang setara dengan setengah liter minyak diesel.

Sedangkan menurut Nurzainah nilai kalor biogas adalah 15000 Kj/kg. Biogas dihasilkan melalui proses fermentasi anaerobik bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri metanogenesis. Bakteri-bakteri anaerob tidak bisa hidup dengan adanya oksigen, oleh karena itu tahap awal adalah bekerjanya bakteri aerob sampai dengan oksigen yang terperangkap pada

digester habis. Sehingga, tahap hidrolisis dengan bantuan enzim ekstraselular terhadap molekul kompleks menjadi lebih simple, contohnya selulosa diuraikan menjadi gula sederhana. Tahap selanjutnya dari degradasi anaerob ini disebut *liquefaction*, pada tahap ini lemak, protein, dan pati diuraikan oleh bakteri penghasil asam menjadi senyawa sederhana, diantaranya asam asetat, asam propionate, asam butirat dan etanol. Proses selanjutnya adalah gasification, dalam tahap ini bakteri penghasil metana menguraikan asam asetat menjadi metana (Jenangi,Luke). Reaksi terjadinya biogas adalah sebagai berikut (SD,FAO) :



Pengamatan mengenai biogas pertama kali disebutkan oleh Van Helmont pada tahun 1630 yang mengamati timbulnya gas yang bisa dibakar yang dihasilkan dari penguraian material organik .

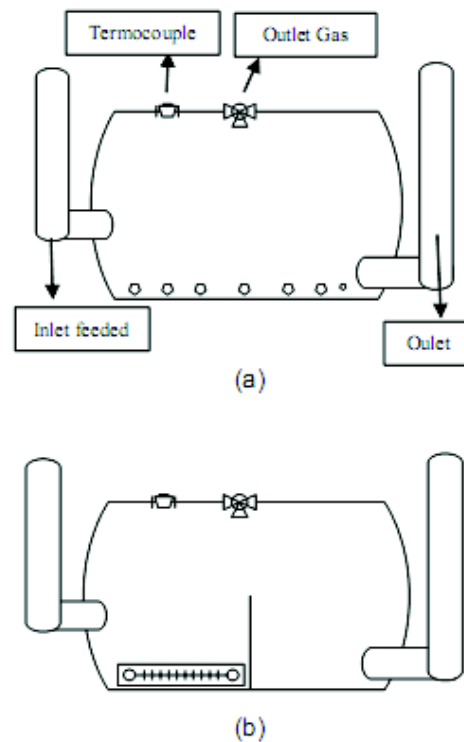
Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi biogas dan harus diperhatikan dalam pembuatan digester adalah adanya jenis bakteri yang cocok dalam jumlah cukup, ketersediaan bahan dasar yang terlarut dalam air, ketersediaan makanan yang cukup bagi bakteri yaitu dihitung dari Carbon : Nitrogen rasio, kondisi digester yang anaerob, pH sekitar 7-8, temperatur

sekitar 25°C-37°C, retention time yang cocok untuk menghasilkan gas yang optimum, serta kelancaran input dan output digester.

Dalam penelitian rancangan digester ini, siklus hidup bakteri-bakteri anaerob dioptimalkan dengan memvariasikan rancangan digester. Kedalam digester ditambahkan material yang diperkirakan dapat menahan keluarnya bakteri anaerob pada saat pengisian digester. Waktu retensi umpan didalam digester juga mempengaruhi bakteri-bakteri anaerob tersebut. Berbagai tipe digester biogas telah dikembangkan, yang sering digunakan adalah tipe floating drum dan fixed dome digester. Tipe yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah skala laboratorium berukuran 60 liter.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah 2 buah drum silinder plastik 60L. Pipa PVC ukuran 2 inchi, connector L 2 inchi, oversock 2 inchi; stop kran kuningan ¼ inchi; connector kuningan ½ inchi, selang karet ¼ inchi; drum, ember, wet test meter, kotoran sapi, air, thermocouple, pH indicator, Bunsen, kerikil, ijuk, sekat plastik. Bahan-bahan disusun menjadi digester seperti pada Gambar 1. (a). Digester GSC A yang diisi kerikil dan Gambar 1.(b). Digester GSC B yang diisi ijuk dan sekat.



Gambar 1 Rancangan Digester Biogas

Umpan yang dimasukan adalah 5 kg kotoran sapi yang dicampur dengan 10 L air dimasukan setiap dua hari sekali. Kedua digester dihubungkan dengan alat wet test meter dan penampung gas. Penampung gas dihubungkan ke Bunsen sebagai pembakar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan digester biogas skala laboratorium ditujukan untuk mengetahui dan mengontrol parameter-parameter yang berpengaruh terhadap pembentukan biogas. Faktor yang diamati pada penelitian ini adalah suhu dan pH digester biogas, sedangkan faktor yang dikontrol adalah desain bagian dalam digester. Suhu digester berpengaruh terhadap keberadaan bakteri metanogenesis, kondisi yang ideal adalah 25°C-37°C. Bakteri metanogenesis dibagi menjadi dua golongan besar yaitu

Rod-Shaped Bacteria terdiri dari Non-sporulating, *Metanobacterium* dan sporulating, *Metanobasilus*. Golongan kedua adalah Spherical terdiri dari *Sarcinae*, *Metanosarcina* dan bukan grup *sarcina*, *Metanococcus*. Bagian outlet gas digester dihubungkan dengan alat Wet Test Meter dan kemudian dengan drum penampung gas, bisa juga dipasang alat Wet Test Meter dengan posisi setelah drum penampung gas. Drum penampung gas adalah drum berdiameter sekitar 50 cm dan diisi air, kemudian di atasnya dipasang drum berdiameter sekitar 45 cm secara terbalik untuk penampung gas.

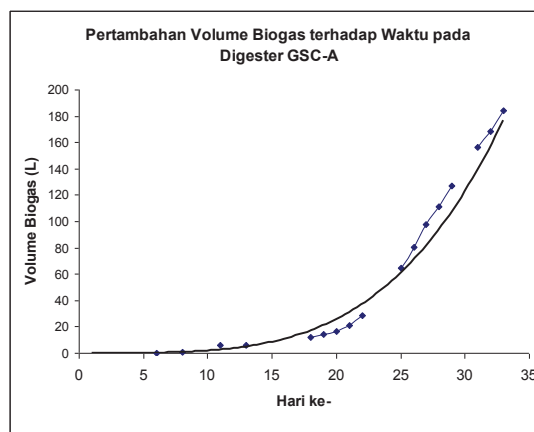
Sebagai umpan atau input digunakan campuran kotoran sapi dan air. Pada saat inisiasi digester, dimasukan campuran 20 kg kotoran sapi dan 40 L air sedangkan selanjutnya pengisian digester dilakukan dua hari sekali yaitu 5 kg kotoran sapi dicampur dengan 10 L air. Pengisian pada inisiasi ditujukan supaya digester yang berkapasitas 60 L penuh sehingga udara bebas yang tertinggal di digester seminimal mungkin. Udara bebas yang mengandung oksigen akan menonaktifkan bakteri anaerob. Pengisian selanjutnya dengan jumlah umpan yang lebih sedikit dimaksudkan mong-optimalkan proses anaerobik dengan cara menambah waktu tinggal umpan di-digester. Dalam waktu dua hari diharapkan proses penguraian senyawa organik telah sempurna. Perbandingan kotoran sapi terhadap air adalah 1:2, perbandingan ini telah dioptimasi untuk mendapatkan hasil gas maksimal.

Pada digester GSC A, sebagai media penahan bakteri anaerob ditambahkan batu-batu kerikil. Kerikil diharapkan mengurangi kemungkinan keluarnya bakteri dari digester pada saat pemasukan kotoran. Gas pertama kali terdeteksi menggunakan alat Wet Test Meter pada hari ke-6 sebesar 0,2 L, kemudian pada hari ke-8 menjadi 0,7 L, pada hari ke-20 menjadi 16,7 L. Setelah hari ke-20 laju produksi biogas meningkat secara signifikan. Pada tabel 2 ditampilkan produksi gas pada tiga hari terakhir pengamatan. Pada periode ini penambahan produksi gas tidak signifikan.

Tabel 2. Produksi gas pada digester GSC A

Hari ke-	Produksi gas (liter)
31	14,75
32	12,5
33	15,5

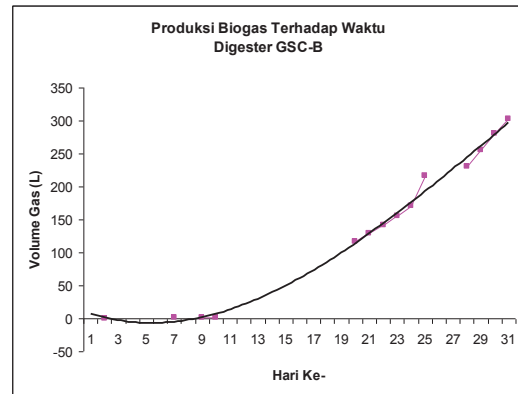
Secara lengkap pertambahan volume biogas terhadap waktu dapat dilihat di Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik pertambahan volume biogas terhadap waktu

Dari gambar 2 terlihat pertambahan produksi gas yang relatif stabil setelah hari ke-25. Pada hari ke-33 pengamatan dihentikan karena laju produksi yang telah stabil yaitu rata-rata produksi gas perhari 14,9 L. Pada hari terakhir total volume gas adalah 184,2 L dan total kotoran sapi sebagai umpan adalah 82 kg. Rata-rata produksi volume gas adalah 0,45 L/kg kotoran sapi.

Perbedaan digester GSC B dari GSC A adalah media penahan bakteri anaerob pada digester B digunakan ijuk (material serat dari pohon aren) dan penambahan penyekat dengan tinggi setengah diameter digester yang dipasang secara tegak lurus digester. Ijuk diharapkan lebih mampu menahan bakteri-bakteri anaerob dibanding kerikil, sementara sekat mencegah umpan yang baru dimasukkan langsung mengalir ke bagian outlet digester. Gas terdeteksi pertama kali pada hari ke-2 sebesar 0,6 L sampai hari ke-10 tidak bertambah secara signifikan yaitu 1,6 L. Pada hari ke-20 biogas yang dihasilkan 116 L, pada hari ke-25 adalah 217L. Pengamatan dilakukan selama 31 hari terhadap produksi gas juga dilakukan monitor suhu dan pH digester. Berikut pada gambar 3 ditampilkan pertambahan volume gas terhadap waktu.



Gambar 3. Produksi biogas terhadap waktu

Dari gambar 3 terlihat pertambahan produksi gas naik secara signifikan sampai dengan nilai 26 L per hari. Jumlah total input kotoran yang dimasukkan adalah 59 kg dan gas yang dihasilkan adalah 303L, sehingga rata-rata produksi gas/kg kotoran adalah 5,14. Setelah hari ke-10 rata-rata produksi gas adalah 15,15 L/hari. Penelitian diakhiri pada hari ke-31 dengan asumsi pertambahan gas tidak terjadi kenaikan lagi.

Pada tabel 3 berikut adalah produksi biogas pada tiga hari terakhir pengamatan.

Tabel 3. Produksi gas pada digester GSC B

Hari ke-	Volume gas (liter)
29	26
30	26
31	23

Dari tabel 3 terlihat produksi biogas menurun pada hari ke 31 hal ini kemungkinan disebabkan adanya pengaruh suhu atau pH digester.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa digester GSC B yaitu 5,14 L/kg

kotoran memiliki efisiensi produksi gas yang lebih tinggi dibanding GSC A yaitu 0,45 L/kg kotoran. Hal ini terkait dengan loading rate yaitu jumlah kotoran yang dimasukan per volume digester. Jika digester diberikan umpan secara berlebih, maka pembentukan asam menjadi banyak dan terakumulasi sehingga produksi metana terhambat. Sedangkan jika digester kekurangan umpan, produksi biogas juga rendah. Perbedaan yang signifikan antara kedua jenis digester adalah pada produksi gas. Tiga hari terakhir produksi gas GSC A sekitar 14,25 L sedangkan pada GSC B 24,5 L. Hal ini menunjukkan proses pembentukan gas terjadi optimal pada digester GSC B. Kemungkinan ada sebagian umpan yang baru dimasukan segera keluar ke output apabila digester tidak diberi sekat. Penambahan ijuk juga memungkinkan bakteri metogenesis yang terperangkap pada digester lebih banyak.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa model digester GSC-B memiliki keunggulan dibanding model GSC-A dalam hal kecepatan produksi, efisiensi umpan dan volume gas yang dihasilkan.

DAFTAR RUJUKAN

[1] Chanakya, H.N., Rajabapaihah,P., Modak. 2004. *Evolping biomass-based biogas plants: The ASTRA experience*. Center for Sustainable Technologies and Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Sciences, Bangalore, India. Current science, Vol 87, No 7.

[2] Jenangi Luke. *Producing Methane Gas From Effluent*. Adelaide University. Diploma in Agricultural Production.

[3] Simon Knowles. *The design and Theory of a Basic Anaerobic Digester*.

[4] Osman, G.A., Eltinay, Elyamen, Mohamed. 2006. *Biogas Production from Agricultural Waste*. Faculty of Agriculture. National Center for Research. University of Khartoum, Sudan. Journal of Food Technology 4(1):37-39,

TANYA JAWAB

PARALEL : E

NAMA PEMAKALAH : RONI

NAMA PENANYA : Mudyu

PERTANYAAN :

Teknologi tepat guna apa yang baru ?

JAWABAN :

Kearah genset

PARALEL : E

NAMA PEMAKALAH : RONI

NAMA PENANYA : SUHARTO

PERTANYAAN :

Komposisi yang paling tidak dikehendaki pada Gugus. Dan bagaimana teknik pemurniannya?

JAWABAN :

NaOH dan Zeolit