

# RANCANG BANGUN DIGESTER SEMI KONTINYU PADA PRODUKSI BIOGAS DAN PUPUK ORGANIK DARI SAMPAH ORGANIK

**Diyono Ikhsan; Dwi Handayani; Murni**  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Email : dwihandayanimt@gmail.com

## *Abstract*

*Production of biogas and organic fertilizer from organic waste is done by creating a semi-continuous digester design is a flat pipe and operate continuously or bait can be inserted periodically every day, and its products can be taken periodically at any time. At the optimum residence time can be designed digester volume corresponding to a certain capacity, the variation ratio of the length and diameter of the pipe, whichever is best for optimum biogas production. Outcomes of the research is a prototype digester flat pipes that can operate semi-continuous along with its performance test. Design semi-continuous digester using pralon pipe diameter of 6 in, with the length of each digester m A = 2, B = 4 m, and C = 6 m, equipped hopper for feeding suspension, bulkhead divider so that biogas does not leak, and the stirrer tank float models. The results showed that the biogas production on day 7 to day 30, there was an increase biogas production sharply, after it approaching constant and up to 60 days tended to decline. In the longer digester (B and C) there are fluctuations in the production of biogas. From the graph the relationship between the capacity of the biogas production time from day 1 to day 60 following polynomial equation with a similar pattern, for the digester with the equation  $y = A + 2,287x - 0,026x^2 - 8,577$  ( $R^2 = 0,966$ ); digester B with the equation  $y = -0,026x^2 + 2,297x - 8,683$  ( $R^2 = 0,963$ ); and digester C with equation  $y = -0,025x^2 + 2,232x - 8,886$  ( $R^2 = 0,962$ ). Mud coming out at the end of the digester after 30 days was collected and dried as organic fertilizer. Results of laboratory analysis, showed the water content 10.72%, 44.05% organic C content, C / N Ratio 25.70, total  $P_2O_5$  content of 0.67% and 7.71% N levels. This suggests that these parameters meet the quality standards of organic fertilizers except C / N Ratio greater. But this is not a problem because the levels of organic C and N levels separately meet quality standards.*

**Keywords:** digester, biogas, organic fertilizer

## **PENDAHULUAN**

Produksi biogas dan pupuk organik dari sampah organik menggunakan digester silinder tegak dengan proses batch bisa berlangsung dengan baik, namun proses secara batch sehingga tidak bisa memasukkan umpan terus-menerus setiap hari, pada hal produksi sampah biasanya berlangsung setiap hari. Namun demikian, bila dipaksakan harus menggunakan digester dalam jumlah banyak beroperasi secara seri dan terjadwal. Sedangkan bila digester silinder dirancang kontinyu dengan waktu tinggal bahan yang lama ( 30 hari ), pada kapasitas yang memadai untuk produksi

sampah pada umumnya, maka harus dengan ukuran digester yang besar. Disamping itu, dengan waktu tinggal yang relatif lama, memiliki kelemahan bahwa semua bahan yang masuk tidak terjamin tinggal dalam digester dalam waktu yang sama / merata.

Oleh karenanya diperlukan penelitian bertujuan untuk membuat rancang bangun digester semi kontinyu yang berupa pipa datar dan beroperasi secara kontinyu atau umpan bisa dimasukkan secara periodik setiap hari, produkpun bisa diambil secara periodik setiap saat. Pada waktu tinggal yang optimum bisa dirancang volume digester yang sesuai untuk kapasitas

tertentu, dengan variasi perbandingan panjang dan diameter pipa, dipilih yang terbaik untuk produksi biogas yang optimum.

Luaran dari penelitian berupa prototype digester pipa datar yang dapat beroperasi secara semi kontinyu beserta uji kinerjanya, yang akan dipublikasikan dan disosialisasikan pada masyarakat.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Reaktor Biogas

Pada umumnya pengertian Reaktor adalah suatu tempat terjadinya suatu reaksi kimia dimana konstruksinya tergantung dari variabel yang dibutuhkan untuk proses kimia tersebut, seperti koefisien perpindahan panas, tekanan, suhu, volume, konsentrasi, dll.

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pembangunan biodigester/reaktor :

**Lingkungan abiotis** : Biodigester harus tetap dijaga dalam keadaan abiotis (tanpa kontak langsung dengan Oksigen (O<sub>2</sub>)).

**Temperatur** : Tergantung bakterinya : *Psicophilic* ( 4 – 20 °C) ; *Mesophilic* ( 20 – 40 °C) ; *Thermophilic* ( 40 – 60 °C) Untuk negara tropis seperti Indonesia, digunakan *unheated digester* (digester tanpa pemanasan) untuk kondisi temperatur 20 – 30 °C.

**Derajat keasaman (pH)** : pH antara 6,6 – 7,0) dan pH tidak boleh di bawah 6,2.

**Kebutuhan Nutrisi** : antara lain ammonia (NH<sub>3</sub>) sebagai sumber Nitrogen, fosfor dalam bentuk fosfat (PO<sub>4</sub>), magnesium (Mg) dan seng (Zn) dalam jumlah yang sedikit.

**Kadar Bahan Kering** : Proses pembentukan biogas mencapai titik optimum apabila konsentrasi bahan kering terhadap air adalah 0,26 kg/L.

**Pengadukan** : untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan mencampur methanogen dengan substrat serta menghomogenkan suhu.

**Zat Racun (Toxic)** : Beberapa zat racun yang dapat mengganggu kinerja biodigester antara lain air sabun, detergen, creolin.

**Pengaruh starter** : diperlukan untuk mempercepat proses fermentasi anaerob.

### Pemilihan jenis biodigester.

Pemilihan jenis biodigester disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan/ finansial. Dari segi konstruksi, biodigester dibedakan menjadi:

**Fixed dome** - Biodigester ini memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (biodigester). Karena itu, dalam konstruksi ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor.

**Floating dome** - Pada tipe ini terdapat bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor ini juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor biogas. Pada reaktor jenis ini, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor tersebut.

Dari segi aliran bahan baku reaktor biogas, biodigester dibedakan menjadi:

**Bak (batch)** - Pada tipe ini, bahan baku reaktor ditempatkan di dalam wadah (ruang tertentu) dari awal hingga selesainya proses digesti. Umumnya digunakan pada tahap eksperimen untuk mengetahui potensi gas dari limbah organik.

**Mengalir (continuous)** - Untuk tipe ini, aliran bahan baku masuk dan residu keluar pada selang waktu tertentu. Lama bahan baku selama dalam reaktor disebut waktu retensi hidrolis (*hydraulic retention time/HRT*).

Sementara dari segi tata letak penempatan biodigester, dibedakan menjadi:

- Seluruh biodigester di permukaan tanah
- Sebagian tangki biodigester di bawah permukaan tanah
- Seluruh tangki biodigester di bawah permukaan tanah

Komponen pada biodigester sangat bervariasi, tergantung pada jenis biodigester yang digunakan, secara umum biodigester terdiri dari komponen-komponen utama sebagai berikut:

1. Saluran masuk Slurry (kotoran segar)
2. Saluran keluar residu

3. Katup pengaman tekanan (control valve) –
4. Sistem pengaduk Saluran gas
5. Tangki penyimpan gas

Menurut Arinal Hamni ( 2008 ), bahwa produksi biogas dari kotoran ternak bisa dilakukan pada digester silinder datar yang beroperasi secara kontinyu atau pemasukan umpan secara periodik setiap hari, hal ini sangat dimungkinkan karena campuran kotoran ternak dengan air bisa menjadi suspensi yang halus, sehingga secara kontinyu bisa mengalir

Dari penelitian terdahulu ( Diyono Ikhsan dkk, 2011 ) produksi biogas dan pupuk organik dari sampah organik menggunakan digester silinder tegak beroperasi secara batch, bisa berlangsung dengan baik. Suspensi sampah yang dipersiapkan sesuai hasil yang terbaik pada penelitian terdahulu, adalah pada konsentrasi 9 % dengan penambahan EM-4 0,5 % volume dan untuk menambah asupan bakteri metanogen, pada hari pertama ditambah kotoran sapi yang masih baru seberat 50 % berat sampah.

## METODOLOGI

### Bahan dan Alat.

#### a. Bahan :

Bahan yang digunakan : Sampah organik yaitu sampah pasar, kotoran sapi, EM – 4 ,Air.

#### b. Alat : Pipa pralon, Drum plastik, Slang, kran, elbow ,lem plastik, alat analisa.

(www.kamase.org,"Cara mudah membuat digester biogas". 2008)

### Variabel pengujian kinerja :

Variabel bebas : Panjang pipa digester diameter 6 in : variasi 2m, 4m dan 6m

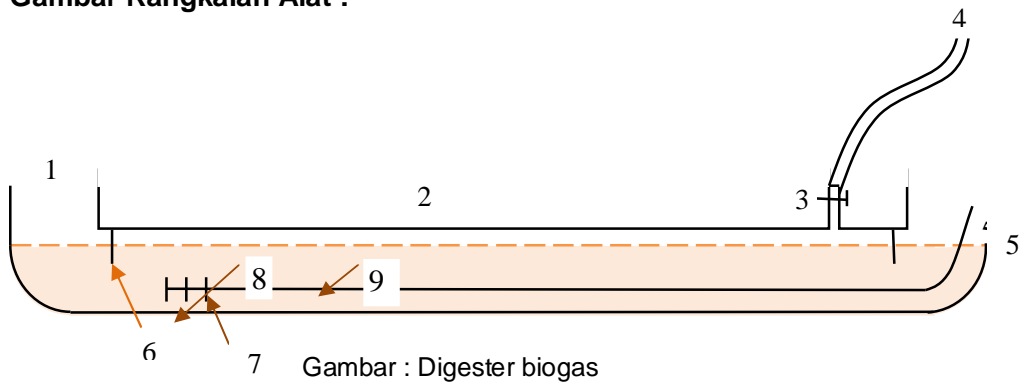
Variabel kendali :Konsentrasi *slurry* : 9 kg sampah/ 100 liter *slurry*. 4,5 kg kotoran sapi/ 100 liter *slurry*, hanya pada saat *start-up* 0,5 liter EM-4/ 100 liter *slurry*.

Volume umpan/*slurry* masuk setiap hari : 1/30 volume digester.

Variabel Tergantung : Laju produksi gas. Rancangan bangun digester semi kontinue menggunakan pipa pralon diameter 6 in, dengan panjang masing-masing digester A = 2 m, B = 4 m, dan C = 6 m, dilengkapi hopper untuk pengumpanan suspensi, sekat pembatas agar biogas tidak bocor, pengaduk dan tangki penampung modal pelampung. Pada awal pengumpanan suspensi terdiri dari sampah organik dan kotoran sapi dengan perbandingan berat kering 1 : 1, 1 EM-4 dan 500 gram MPK dibuat suspensi dengan penambahan air sehingga konsentrasi 9 %, kemudian dimasukkan ke dalam digester A, B, dan C sampai 90% volume digester.

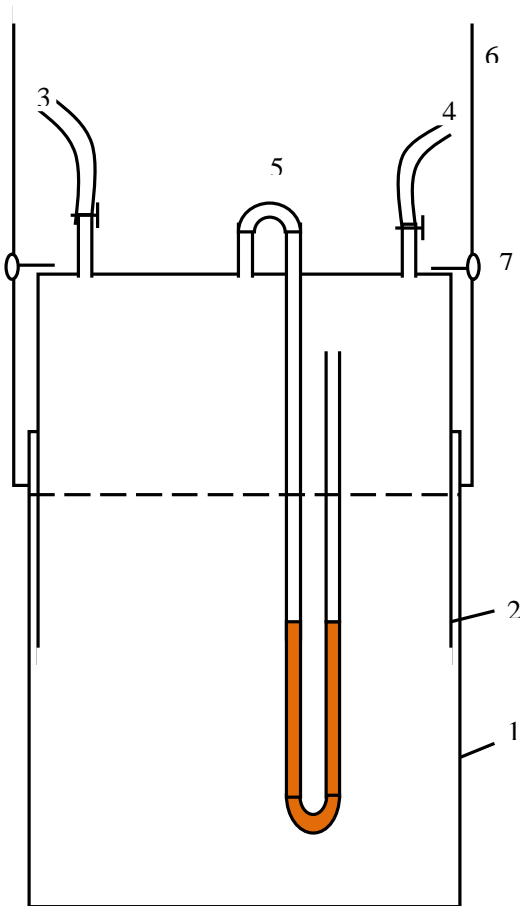
Selanjutnya setiap hari dimasukkan suspensi baru yang terdiri sampah organik sebanyak 1/30 volume suspensi yang ada pada masing-masing digesgter.

**Gambar Rangkaian Alat :**



**Keterangan gambar :**

1. Hopper/pemasukan umpan
2. Digester pipa
3. Kran pengatur gas keluar
4. Pipa penghubung kepenampungan gas
5. Keluaran sludge secara overflow
6. Baffle / penyekat ruang gas
7. Pengaduk
8. Ruang cairan / suspensi
9. Ruang gas



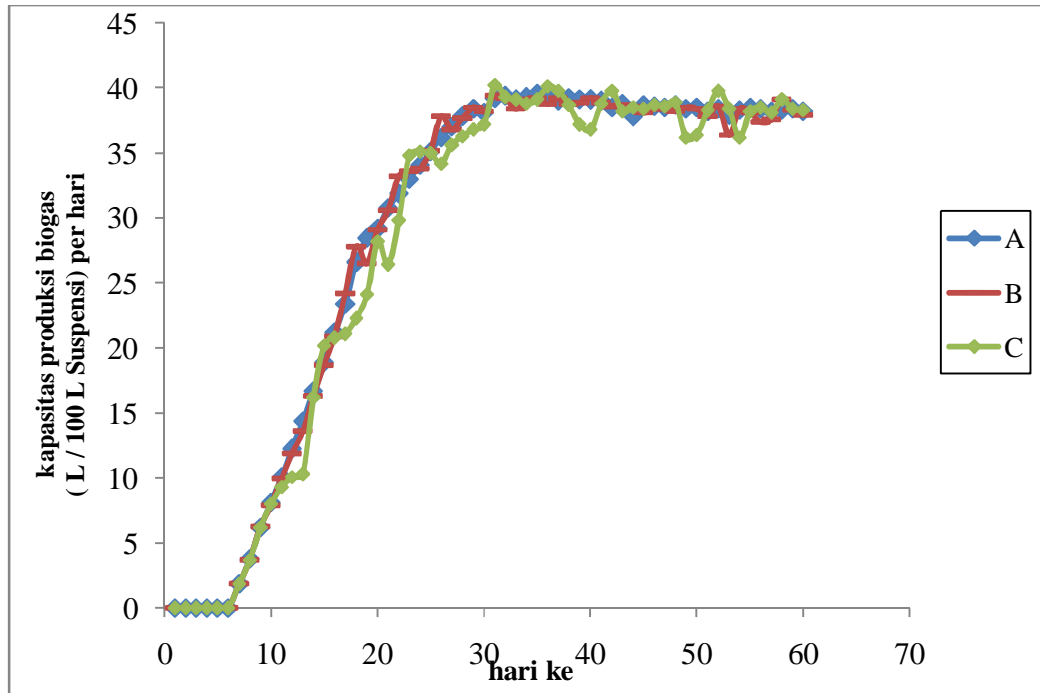
**Keterangan gambar :**

1. Drum penampung air
2. Drum penampung biogas (*floating drum*)
3. Pipa pemasukan biogas dari digester
4. Pipa keluaran biogas
5. Manometer
6. Batang tegak penguat posisi drum penampung biogas
7. Cincin pengait

Gambar Penampung biogas

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Laju Produksi Biogas untuk digester dengan panjang 2m (A); 4 m (B) dan 6m (C)



### Hasil analisa kualitas pupuk organik.

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Standar Mutu
1	Kadar Air	%	10,72	Gravimetri	Maks 50%
2	Kadar C organik	%	44,85	Gravimetri	Min 9,80%
3	C/N Ratio	-	25,70	Perhitungan	10 – 20
4	Kadar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	%	0,67	Spektrofotometri	Min 0,1 %
5	Kadar N	%	1,71	Kjildahl	Min 0,40 %

Pengamatan produksi biogas pada hari ke 7 sampai hari ke 30 menunjukkan peningkatan yang tajam, setelah itu mendendekati konstan dan sampai hari ke 60 cenderung terjadi penurunan. Kinerja masing-masing digester yang ditunjukkan melalui grafik hubungan produksi biogas (L/100L

suspensi) setiap hari terhadap waktu (hari) kurvanya hampir sama, hanya pada digester yang makin panjang (B dan C) terjadi fluktuasi produksi biogas. Hal ini dimungkinkan makin panjang digester, makin terjadi hambatan aliran suspensi karena adanya gumpalan suspensi yang menyumbat, sehingga waktu tinggal

suspensi tidak merata. Akibatnya laju produksi biogas tidak teratur. Dari grafik hubungan antara kapasitas produksi biogas terhadap waktu dari hari ke 1 sampai hari ke 60 mengikuti persamaan polinomial dengan pola yang hampir sama, digester A dengan persamaan  $y = -0,026x^2 + 2,287x - 8,577$  ( $R^2 = 0,966$ ); digester B dengan persamaan  $y = -0,026x^2 + 2,297x - 8,683$  ( $R^2 = 0,963$ ); dan digester C dengan persamaan  $y = -0,025x^2 + 2,232x - 8,886$  ( $R^2 = 0,962$ ).

Lumpur yang keluar pada ujung digester setelah hari ke 30 ditampung dan dikeringkan sebagai pupuk organik. Hasil analisis laboratorium, menunjukkan kadar air 10,72 %, kadar C organik 44,05%, C/N Ratio 25,70, kadar  $P_2O_5$  total 0,67% dan kadar N 7,71%. Hal ini menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut memenuhi standar baku mutu pupuk organik kecuali C/N Ratio yang lebih besar. Namun hal ini tidak masalah karena kadar C organik dan kadar N secara terpisah memenuhi standar mutu.

## KESIMPULAN

- a. Produksi biogas di mulai pada hari ke 7 dan naik secara signifikan sampai hari ke 30, kemudian konstan dan cenderung turun sedikit, hal ini pertanda berkurangnya bakteri organisme sehingga perlu ditambah asupan bakteri baru.
- b. Laju produksi mempunyai pola yang hampir sama, yaitu mengikuti persamaan polinomial. Untuk digester A dengan persamaan:  $y = -0,026 x^2 + 2,287 x - 8,577$  ( $R^2 = 0,966$ ), digester B dengan persamaan :  $y = -0,026 x^2 + 2,297 x - 8,683$  ( $R^2 = 0,963$ ) dan digester C dengan persamaan :  $y = -0,025 x^2 + 2,232 x - 8,886$  ( $R^2 = 0,962$ )
- c. Lumpur yang keluar setelah produksi biogas hari ke 30 dan seterusnya bisa digunakan sebagai pupuk organik yang memenuhi standar mutu pupuk organik.

## SARAN

Untuk aplikasi digester pipa datar sebaiknya diameternya tidak terlalu kecil, hal ini dilakukan untuk menghindari penyumbatan suspensi di tengah digester yang akan mengganggu kontinuitas aliran suspensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arinal Hamni, 2008, "Rancang Bangun dan Analisis Tekno ekonomi Alat Biogas dari Kotoran Ternak Skala Rumah Tangga", Teknik Mesin, Unila, Lampung.
- A.S. Abdulkareem. 2005. Refining Biogas Produced from Biomass : An Alternative to Cooking Gas. Chemical Engineering Depart, Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria. Leonardo Journal of Sciences, Issue 7, p.1-8, July-December 2005.
- Budiman S., Richardo. 2010. Analisis Potensi Biogas untuk menghasilkan Energi Listrik dan termal pada Gedung Komersial di daerah Perkotaan (Studi kasus pada Mal Metropolitan Bekasi) Program Magister Teknik Elektro FT-UI.
- Deublein, D dan Steinhauser, A. 2008. Biogas from Waste and Renewable Resources. Wiley-vch. Weinheim
- Diyono I., Dwi H., 2011. Pengembangan Proses Degradasi Sampah Organik untuk Produksi Biogas dan Pupuk Organik, Fakultas Teknik, Undip, Semarang.
- Nugroho Hadi, HS. 1980, Teknologi Gas Bio sebagai sumber energi dan Pengembangan Desa, Lembaran Publikasi Lemigas. No.IV. Tahun XIII.

- Sihombing, D.T.H. 1980, Prospek penggunaan biogas untuk energi pedesaan di Indonesia, Lembaran Publikasi Lemigas, No. 2, tahun XIV
- Simamora, S., Salundik, S. Wahyuni, dan Sirajudin. 2008. Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak Cetakan Keempat. PT. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Syamsudin, T.R. dan H.H. Iskandar. 2005. Bahan Bakar Alternatif Asal Ternak. Sinar Tani, Edisi 21-27 Desember 2005. No. 3129 Tahun XXXVI.
- Widodo, T. W. Dan Asari, A. 2009. Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas, Balai besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Serpong.
- Yani, L. Rina dan Yulinah, T. 2010. Pemanfaatan Biomassa Eceng Gondok Sisa Pengolahan Limbah Tekstil Pencelupan Benang sebagai Penghasil Biogas. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS. Surabaya
- “Cara Mudah Membuat Digester Biogas”, [www.kamase.org](http://www.kamase.org), 3 November 2008
- “Sampah Organik sebagai Bahan Baku Biogas”, [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org), 4 Maret 2009