

Kajian Potensi Biogas Limbah Makanan dengan Umpan Awal Kotoran Sapi

Tina Mulya Gantina¹, Ika Yuliyani¹ dan Dini Hermawati¹
¹Jurusan Teknik Konversi Energi – Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Bandung, Indonesia
Email: tinapolban@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan dan pengujian potensi biogas dengan proses degradasi anaerobik limbah makanan dengan umpan awal kotoran sapi menggunakan biodigester sistem kontinyu. Penelitian dilakukan dalam skala Laboratorium dengan biodigester berkapasitas 50 liter bertempat di Laboratorium Jurusan Teknik Konversi Energi POLBAN. Bahan baku yang digunakan yaitu kotoran sapi dan slurry yang dicampur menjadi satu, kemudian campuran tersebut ditambah air dengan perbandingan 1:1 sebagai bahan umpan awal, sedangkan sebagai bahan asupan rutin setiap hari adalah 1 kg campuran limbah makanan yang sudah diblender ditambah 10 liter air. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan CH_4 stabil sebesar 35% setelah hari ke 21, volume biogas sebesar 0,5 Liter per hari dan nilai kalor biogas rata-rata sebesar 12,9 MJ/m³. Dari hasil tes menunjukkan pembakaran biogas menghasilkan semburan api yang cukup kuat dengan nyala api berwarna biru. Hal tersebut menyatakan bahwa kualitas biogas yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik.

Kata kunci: Biogas, umpan awal kotoran sapi, limbah makanan, biodigester tipe kontinyu

1. PENDAHULUAN

Biogas adalah gas yang dihasilkan pada proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri *anaerob*. Bahan-bahan organik tersebut antara lain: limbah sayuran, limbah makanan, kotoran hewan dan manusia dan semua limbah organik yang *biodegradable*. Kandungan utama biogas adalah gas metana (50-60%) dan karbon dioksida (40-50%) (Wikipedia, 2010). Nilai kalori dari 1 meter kubik Biogas sekitar 6.000 watt jam yang setara dengan setengah liter minyak diesel, oleh karena itu biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah, minyak diesel, LPG, maupun bahan bakar fosil lainnya. Biogas tidak hanya bisa diperoleh di pedesaan, tetapi masyarakat kota pun bisa memperolehnya karena banyak bahan yang bisa dijadikan sebagai bahan baku biogas, salah satunya adalah limbah makanan baik yang berasal dari rumah tangga maupun dari restoran-restoran. Banyak sekali limbah sisa makanan yang terbuang begitu saja dan

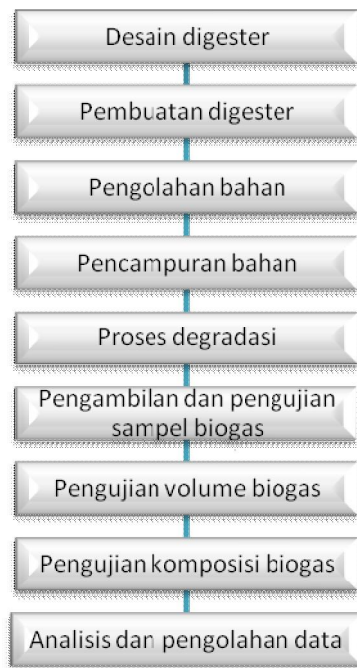
tidak termanfaatkan, sehingga sampah-sampah tersebut menumpuk dan membusuk. Untuk itu perlu dilakukan pemanfaatan sisa makanan tersebut diantaranya sebagai bahan baku pembuatan biogas.

Berdasarkan data dari “Lembaga Teknologi Pedesaan di India”, pada sistem biogas dengan menggunakan bahan baku limbah makanan yang mengandung bahan pemanis (gula) atau zat tepung, seperti tepung gandum, buah-buahan, biji non pangan dan yang lainnya, berpotensi menghasilkan biogas yang cukup besar dan cepat, serta tidak kalah potensialnya jika dibandingkan dengan sistem biogas kotoran ternak. Dengan demikian, pembuatan biogas menggunakan limbah makanan ini cukup menarik.

2. METODOLOGI

Penelitian terdiri dari beberapa tahapan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan biogas adalah limbah makanan, kotoran sapi dan air. Limbah makanan didapatkan dari Pujasera Polban,

sedangkan kotoran sapi didapatkan dari UPTD Balai Pengembangan Perbibitan Ternak Sapi Perah (BPPT-SP) Cikole Lembang dan slurry didapatkan dari peternakan sapi milik warga di daerah Cikole Lembang.

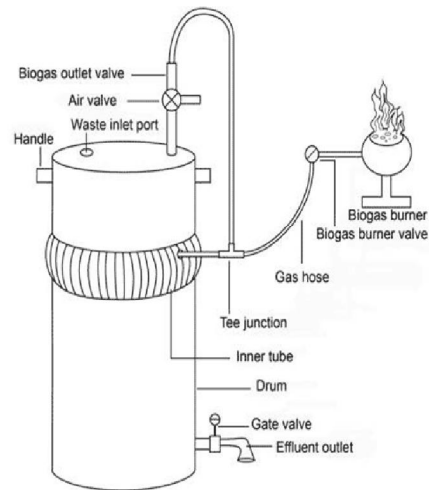


Gambar 1 Flow-Chart pembuatan dan pengujian biogas

2.1 Disain dan Pembuatan Biodigester

Biodigester yang digunakan merupakan biodigester tipe kontinu berkapasitas 50 liter, terbuat dari drum plastik. Ukuran ini kira-kira cukup untuk jumlah rata-rata limbah sisa makanan yang dihasilkan oleh masyarakat kota tiap rumah per minggu.

Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membersihkan drum terlebih dahulu. Tutup drum dilubangi sebesar ± 2 inch dan satu lubang lagi sebesar $\frac{1}{4}$ inch dengan menggunakan mesin bor. Kemudian pada lubang 2 inch dipasangkan paralon dengan diameter 2 inch sepanjang 10 cm dengan posisi berdiri, lalu pada lubang diameter $\frac{1}{4}$ inch dipasangkan pentil disambung dengan selang waterpass ukuran $\frac{1}{4}$ inch yang berfungsi sebagai lubang aliran gas yang keluar. Agar sambungan kuat, selang dijepit dengan menggunakan klem. Lalu ban dalam tadi disambungkan dengan selang melalui lubang pentilnya, lalu selang yang berasal dari ban dalam ini disambungkan dengan selang yang berasal dari tutup drum tadi menggunakan nepel T kemudian selang tersebut dipotong menjadi dua bagian yang sama panjang untuk dipasangkan ball valve ukuran $\frac{1}{4}$ inch di tengahnya.



Gambar 2 Skema biodigester

2.2 Pencampuran Bahan

Pada biodigester selalu terisi umpan sebanyak 80% dari volume total (50 liter) yaitu 40 liter, dan sisanya 20% dari volume biodigester diperuntukan sebagai ruang gas.

Untuk pengisian umpan awal dilakukan sebagai berikut:

- $V_{\text{Campuran}} = V_{\text{air}} = 40 \text{ liter} / 2 = 20 \text{ liter}$

- Kotoran sapi 50%

$$V_{\text{Kotoran sapi}} = 50/100 \times 20 \text{ liter} = 10 \text{ liter}$$

- Slurry 25%

$$V_{\text{slurry}} = 25/100 \times 40 \text{ liter} = 10 \text{ liter (tanpa dicampur air lagi)}$$

Tabel 1. Volume Bahan awal untuk digester

No	Bahan	Volume
1	Air	20 liter
2	Kotoran Sapi	10 liter
3	Slurry	10 liter

Umpan awal ini kemudian disimpan dan dibiarkan terdegradasi secara alami selama tiga hari sebelum dilakukan pemasukan bahan rutin.

2.3 Asupan dan Pengeluaran Bahan

Untuk asupan bahan rutin, setiap hari dimasukkan campuran limbah makanan yang sudah diblender sebanyak 1 kg dan dicampur air sampai 10 liter, setelah terlebih dulu dilakukan pengeluaran dari biodigester sebanyak 10 liter campuran bahan.

2.4 Penyimpanan Biodigester dan Pengujian Biogas

Biodigester yang telah diisi bahan baku dibiarkan terdegradasi secara alami oleh mikroba yang terdapat dalam limbah makanan dan kotoran sapi

tersebut. Temperatur dan kelembaban mengikuti kondisi lingkungan. Selanjutnya setiap periode waktu tertentu dilakukan pengambilan sampel dan pengujian volume dan komposisi biogas. Pengukuran volume biogas dilakukan dengan gelas ukur yang sudah diisi air dengan posisi terbalik, jumlah air yang dipindahkan oleh gas merupakan volume biogas. Sedangkan pengujian komposisi biogas dilakukan dengan menggunakan alat Gas Chromatografi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Bahan

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium Buangan Padat dan B3, Labtek IX Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, karakteristik bahan baku ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik bahan baku

No	Parameter	Kotoran sapi	Sisa makanan	Bahan campuran
1	Kadar Air (%)	79,81	73,40	94,1
2	Kadar Nitrogen (%)	1,5	0,59	0,89
3	C-Organik (%)	43,55	44,91	33,00
4	C/N rasio	29,03	76,12	36,77
5	pH	7,15	7,30	7,20

Sumber : Lab. Buangan Padat dan B3, ITB

Dari Tabel 2 di atas terlihat bahwa kandungan air bahan baku biogas sebesar 94,1%, dan menurut Filino Harahap (1978) bahan baku biogas optimal memiliki kandungan air 80% - 90%, sehingga kandungan air bahan tersebut sudah cukup optimal. Sedangkan C/N rasio-nya sebesar 36,77. Nilai tersebut berada pada nilai C/N ratio yang optimal yaitu 20-30 (John Fry, 1983).

3.2 Produksi Biogas

Produksi biogas diambil setelah hari ke 3, dengan volume biogas pada setiap periode waktu pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Produksi biogas

Hari	Volume (ml)
3	1631
7	1654
10	1675
14	1852

17	1987
21	1886
25	1855
28	1687
32	1683
35	1610
Total	17520

Dari Tabel 3 terlihat bahwa produksi biogas terbesar adalah 1987 ml dicapai pada hari ke 17, dengan jumlah volume biogas rata-rata per hari adalah 500,6 ml atau 0,5 liter.

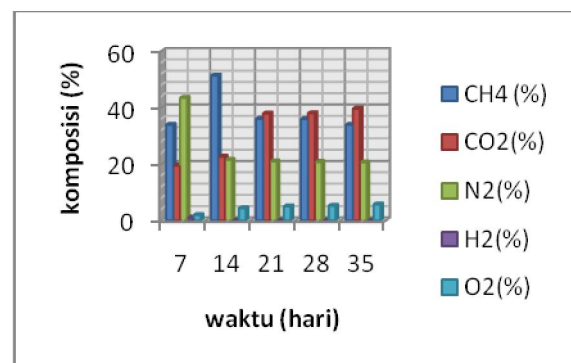
Komposisi Biogas

Komposisi biogas yang dihasilkan terutama gas metan cukup besar yaitu 51,37%, selain itu kandungan gas CO₂ dan N₂ sebesar 22,65% dan 21,55%.

Pengujian komposisi biogas dilakukan mulai hari ke 7, dengan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

Tabel 4. Komposisi biogas

No	Hari ke	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)	H ₂ (%)	O ₂ (%)
1	7	33,94	19,53	43,51	1,01	1,98
2	14	51,37	22,65	21,55	0,09	4,32
3	21	36,03	37,89	20,95	0,08	5,03
4	28	35,93	37,99	20,78	0	5,27
5	35	33,96	39,66	20,64	0	6



Gambar 3. Komposisi Biogas

Pada penelitian ini, komposisi gas CH₄ pada hari ke 7 adalah sebesar 33,94%, kemudian naik menjadi sebesar 51,37% pada hari ke 14. Akan tetapi setelah hari ke 21 kandungan gas CH₄ turun kembali menjadi sekitar 35% dan cukup stabil sampai hari ke 35. Sedangkan komposisi O₂ biogas adalah sekitar 5%, hal ini cukup baik karena komposisi O₂ biogas optimal adalah sekitar 3%. Selain itu komposisi CO₂ biogas

sekitar 30% juga sudah cukup baik karena kandungan CO₂ biogas optimal adalah 30-40%.

Nyala Api Pembakaran

Dari hasil uji pembakaran, nyala api yang terjadi pada hari ke 3 sampai ke 7 masih belum sempurna dan hanya menyala sebentar. Sedangkan nyala api setelah hari ke 12 sudah cukup baik, pada saat katup pengaturan gas dibuka dan dikenakan api maka api langsung menyala dan menyembur cukup kuat dengan nyala api berwarna biru seperti LPG.



Gambar 4. Nyala Api

Nilai Kalor Biogas

Dengan berdasarkan pada nilai LHV gas metana adalah 50,1 MJ/m³ dan massa jenis CH₄ 0,717 kg/m³ (Ludington, David), maka nilai kalor biogas setiap pengukuran dapat dihitung, yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Potensi Energi Biogas

No	Hari ke-	Kandungan CH ₄ (%)	Volume bigas (m ³)	Nilai kalor Biogas (Kj/m ³)
1	7	33,95	0,001654	12194
2	14	51,37	0,001852	18453
3	21	36,03	0,001886	12943
4	28	35,94	0,001687	12909
5	35	33,96	0,001610	12200
Total			0,008689	

Dari Tabel 5 di atas terlihat bahwa nilai kalor biogas rata-rata adalah sekitar 12,9 MJ/m³.

4. KESIMPULAN

Potensi biogas dari limbah makanan dengan umpan awal kotoran sapi cukup potensial, hal ini terlihat dari hasil biogas dengan komposisi metan stabil adalah 35%, volume biogas rata-rata 0,5 liter pada biodigester kapasitas 50 liter, nilai kalor biogas rata-rata 12,9 MJ/m³ dan nyala api yang cukup kuat dan berwarna biru. Walaupun potensi

ini masih lebih kecil bila dibandingkan dengan biogas dari kotoran ternak (komposisi metan 50%, laju alir biogas 0,95 m³ per hari pada biodigester 2000 liter).

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Harahap, F., Muhidin, A dan Serasi, G.I. 1978. *Teknologi Gasbio*. Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
2. Haryati, Tuti. 2006. *Biogas : Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
3. Hidayat, Mohamad Taufik. 2009. *Pembuatan Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Tahu Menggunakan Digester Tipe Batch*. Jurusan Teknik Konversi Energi. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
3. John Fry L., Richard Merrill, *Methane Digester For Fuel gas and Fertilizer*, New Alchemy Institute's paper no. 3, Sixth Printing, Spring 1973.
4. Meynell, P. J. 1976. *Methane : Planning a Digester*. Great Britain: Prism Press.
5. Tina Mulya Gantina, 2007. Pengaruh Kadar Air Sampah Terhadap Potensi Produksi CH₄ pada Degradasi Sampah Kota Secara Anaerobik, Prosiding Seminar Nasional Politeknik Se-Indonesia, Politeknik Malang.
6. Tina Mulya Gantina, dkk. 2007. Potensi Produksi Gas Metana pada Degradasi Sampah Kota Secara Anaerobik Akibat Pengaruh Umur Sampah, Spektrum Teknologi, Polban
7. Tina Mulya Gantina, dkk., 2009. Potensi dan karakteristik Biogas pada Degradasi Anaerobik Kotoran Kerbau Menggunakan Biodigester Fiber Tipe Kontinyu, Prosiding Seminar Nasional Energi terbarukan, Politeknik Negeri Bandung.
8. Sri Wahyuni. 2006. *BIOGAS*. Penerbit : Penebar Swadaya. Depok.