

SAMPAH UNTUK ENERGI: KELAYAKAN PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK DARI KANTIN DI LINGKUNGAN UNDIP BAGI PRODUKSI ENERGI DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA

Irawan Wisnu Wardana, Junaidi, Rama Fadilah Soeroso dan Pradana Sahid Akbar

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

ABSTRAK

Harga minyak yang melonjak mempengaruhi aktifitas perekonomian dunia termasuk Indonesia, hal tersebut mendorong pemerintah untuk mengembangkan energi terbarukan termasuk diantaranya biogas. Limbah-limbah kantin memiliki potensi untuk menjadi sumber energi terbarukan, yaitu biogas. Limbah sisa makanan dan aktifitas dapur dalam jumlah yang cukup dari kantin di lingkungan fakultas teknik dikumpulkan, dilakukan perlakuan seperti penghalusan dan homogenisasi, lalu tahap memasukkan substrat beserta ekstrak rumen sapi sebagai sumber bakteri anaerob kedalam batch reactor dengan penambahan air sebagai variasi. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan, bahwa penambahan air mempengaruhi jumlah gas yang dihasilkan. Diketahui bahwa limbah yang ditambahkan air sebanyak 64 ml, mampu menghasilkan volume gas lebih banyak dibanding yang lainnya. Umur produksi gas mampu menghasilkan gas hingga ke 19. Dalam penelitian didapatkan adanya penurunan dan peningkatan produksi gas. Hal ini disebabkan adanya tahap pembentukan gas yang terjadi, mulai dari tahap hidrolisis, acidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis.

Kata Kunci: limbah kantin, biogas, rumen

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dipindahkannya semua perkuliahan program sarjana (S1) dari kampus Undip Pleburan ke Kampus Undip Tembalang membawa konsekuensi berpindahnya ribuan mahasiswa ke kawasan Tembalang. Tentu saja ini membawa dampak positif dan dampak negatif. Tembalang menjadi daerah yang berkembang pesat dengan berbagai kegiatan usaha dari warung makan, kafe, kos kosan dan lainnya. Bertambah lipatnya jumlah penghuni di Tembalang ini juga akan meningkatkan jumlah timbulan sampah secara signifikan.

Di sisi yang lain melonjaknya harga minyak mempengaruhi aktifitas perekonomian dunia termasuk Indonesia. Kebijakan pemerintah yang mensubsidi Bahan Bakar Minyak dirasa semakin memberatkan. Pemerintah sudah mendorong kegiatan yang mengurangi ketergantungan terhadap BBM. Energi energi terbarukan termasuk diantaranya biogas telah dan selalu didorong pemerintah untuk dikembangkan.

Energi terbarukan dari pengelolaan sampah, dapat diperoleh dengan mengolah sampah organik menjadi biogas, dalam suatu

reaktor yang disebut TANGKI BIOGAS. Selain itu energi dapat diperoleh dari pembakaran sampah dalam satu insinerator yang panasnya ini digunakan untuk menghasilkan uap. Kendala dalam pemanfaatan sampah organik sebagai sumber energi adalah cara pengumpulan sampah. Biaya yang dibutuhkan untuk pengumpulan sampah ini menghasilkan biaya produksi yang tinggi, sehingga harga operasional pembuatan biogas ini akan lebih tinggi dibanding sumber energi lainnya, misal gas LPG atau minyak tanah.

Aktifitas masyarakat yang terpusat, dalam hal ini misalnya budaya makan di warung atau restoran, akan mempermudah pengumpulan sampah organik. Karena aktifitas memasak hanya terpusat di tempat tempat tersebut. Hal ini terjadi pada daerah tembalang, dimana sebagian penghuninya adalah anak kost yang lebih senang makan di warung atau restoran, dibanding masak sendiri. Selain itu di dalam kampus undip sendiri, sebagai contoh Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan Fakultas Teknik, akan dibangun kantin terpusat. Hal ini akan sangat mempermudah didalam pengumpulan sampah organik.

Pemerintah Indonesia sebenarnya sudah mengubah pola pikir yang lebih bemuansa lingkungan di dalam menangani permasalahan persampahan. Konsep pengelolaan sampah yang terpadu sudah didorong untuk diterapkan, yaitu dengan meminimisasi sampah serta maksimasi daur ulang dan pengomposan disertai Tempat Pembuangan Akhir dengan konsep sanitary landfill yang ramah lingkungan. Paradigma baru penanganan sampah lebih merupakan satu siklus yang mendukung konsep ekologi. Energi baru yang masih bisa dihasilkan dari hasil pengurnyaraan sampah maupun proses daur ulang juga menjadi bagian dari paradigma baru penanganan sampah.

Meskipun sosialisasi program program pemerintah ini sudah dilakukan, masyarakat luas masih memandang negatif dengan penanganan masalah sampah. Sampah yang dipersipkan sebagai bahan yang kotor, masih sering ditolak oleh masyarakat, walaupun akan ditangani dengan sistem terpadu. Masyarakat tidak bisa menerima jika didaerahnya akan dijadikan lokasi Pengolahan Sampah Terpadu. Contoh penolakan warga terhadap Tempat Pengolahan Sampah Terpadu yang menjadi berita utama di media nasional adalah kasus TPST Bojong pada awal tahun 2005. Meskipun teknologi yang digunakan dalam TPST ini sudah berdasarkan standar pengolahan sampah yang berwawasan lingkungan termasuk pemanfaatan limbah organik untuk menghasilkan biogas, warga tetap menolak kehadirannya, dan memaksa TPST ini tidak boleh beroperasi, sampai sekarang.

Salah satu faktor mengapa warga menolak aktifitas seperti ini adalah warga belum melihat secara langsung bahwa teknologi ini bermanfaat bagi warga. Karena keterbatasan pengetahuan, banyak masyarakat yang membutuh contoh dan bukti. Peran pemberi contoh dan bukti inilah, paling tidak dalam skala 'pilot plant' (bukan Laboratorium scale) dapat dilakukan oleh universitas termasuk Fakultas Teknik Undip, sebagaia implementasi dari Tri Dharma Perguruana Tinggi.

TUJUAN

Riset ini bertujuan untuk mengaplikasikan teknologi pembuatan biogas dalam skala rumah tangga dengan memanfaatkan limbah organik dari aktifitas dapur.

Tujuan spesifik dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui pengaruh ratio Food/Microrganisme (F/M) terhadap produksi

dan komposisi biogas, Studi pengaruh rentang penambahan substrate terhadap total produksi biogas, pengaruh pengadukan terhadap produksi biogas dan penyisihan COD.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP.

Limbah Organik dari Kantin di Lingkungan UNDIP dikumpulkan untuk dilakukan penimbangan dan penyimpanan sementara, setelah itu limbah dihaluskan / Grinding untuk mempermudah proses homogenisasi sebelum dimasukkan kedalam biogas reactor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber Limbah yang Digunakan

Limbah yang digunakan untuk penelitian ini merupakan limbah organik yang berasal dari rumah makan di daerah ngesrep timur. Limbah-limbah seperti batang kangkung, kulit wortel, kulit bawang, dedaunan, dan sisa bumbu dapur lainnya merupakan jenis-jenis limbah organik yang mampu menghasilkan gas. Selain limbah-limbah bahan produksi tersebut, penelitian biogas ini juga memanfaatkan limbah sisa makanan seperti sisa nasi, sisa cabai, dan lain-lain. Setelah limbah-limbah tersebut dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan rumen sapi yang akan dicampur di dalam reaktor.

Tahap Pengumpulan Limbah

Dalam mengumpulkan limbah organik untuk penelitian ini, perlu beberapa hari untuk dapat mengumpulkan limbah dalam jumlah yang cukup. Ada beberapa hal yang perlu dilakukan dalam pemilihan limbah tersebut, seperti pemisahan sisa tulang ayam, yang merupakan jenis limbah tak terpakai. Sebab pada penelitian ini terdapat variasi antara limbah pencacahan dan limbah yang melalui proses blender, sedangkan sisa makanan seperti tulang ayam merupakan limbah yang tak mampu di blender. Total limbah yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak kurang lebih 2 kilogram, yang sudah tercampur antara limbah sebelum dan sesudah makan. Masing-masing reaktor membutuhkan 100 gram limbah organik, baik limbah cacah maupun limbah blender.

Penambahan Ekstrak Rumen Sapi

Selain menggunakan limbah-limbah organik, penelitian ini juga membutuhkan

ekstrak rumen sapi untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri dalam reaktor. Penelitian ini sendiri membutuhkan tidak kurang dari 2 liter ekstrak rumen sapi, 2 liter ekstrak rumen sapi tersebut dibagi rata ke dalam 20 reaktor yang masing-masing reaktor membutuhkan 50 ml ekstrak rumen sapi.

Variasi Kadar Air

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa variasi penambahan air yang ditujukan untuk mendapatkan komposisi terbaik dalam menghasilkan gas.

- Variasi 1 (kadar air 150 ml)

$$\frac{150 \text{ ml (jumlah limbah+ekstrakrumen)}}{x \text{ (volume total)}} =$$

50% (konsentrasi limbah terhadap volume total)
 $X = 300 \text{ ml}$
 Jumlah air = volume total – (jumlah limbah+ekstrak rumen) = $300 \text{ ml} - 150 \text{ ml} = 150 \text{ ml}$
- Variasi 2 (kadar air 100 ml)

$$\frac{150 \text{ ml (jumlah limbah+ekstrakrumen)}}{x \text{ (volume total)}} =$$

60% (konsentrasi limbah terhadap volume total)
 $X = 250 \text{ ml}$
 Jumlah air = volume total – (jumlah limbah+ekstrak rumen) = $250 \text{ ml} - 150 \text{ ml} = 100 \text{ ml}$
- Variasi 3 (kadar air 64 ml)

$$\frac{150 \text{ ml (jumlah limbah+ekstrakrumen)}}{x \text{ (volume total)}} =$$

70% (konsentrasi limbah terhadap volume total)
 $X = 214 \text{ ml}$

Jumlah air = volume total – (jumlah limbah+ekstrak rumen) = $214 \text{ ml} - 150 \text{ ml} = 64 \text{ ml}$

- Variasi 4 (kadar air 37,5 ml)

$$\frac{150 \text{ ml (jumlah limbah+ekstrakrumen)}}{x \text{ (volume total)}} =$$

80% (konsentrasi limbah terhadap volume total)
 $X = 187,5 \text{ ml}$
 Jumlah air = volume total – (jumlah limbah+ekstrak rumen) = $187,5 \text{ ml} - 150 \text{ ml} = 37,5 \text{ ml}$
- Variasi 2 (kadar air 16,6 ml)

$$\frac{150 \text{ ml (jumlah limbah+ekstrakrumen)}}{x \text{ (volume total)}} =$$

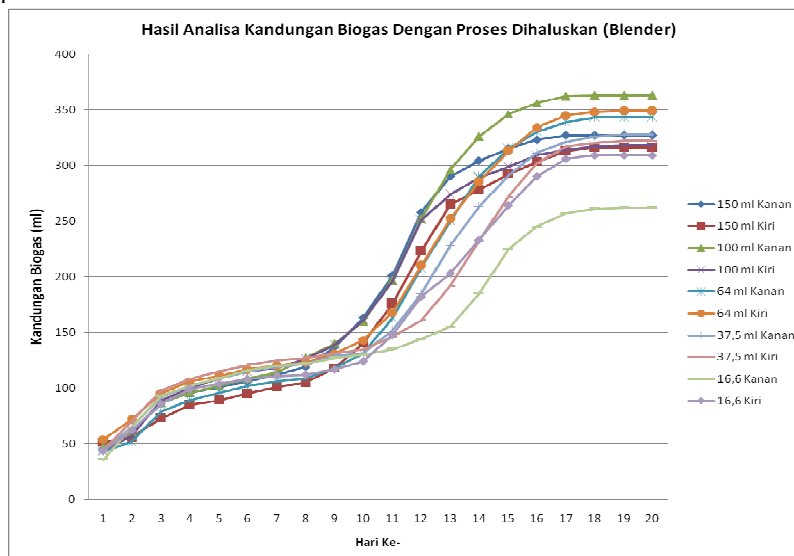
90% (konsentrasi limbah terhadap volume total)
 $X = 166,6 \text{ ml}$
 Jumlah air = volume total – (jumlah limbah+ekstrak rumen) = $166,6 \text{ ml} - 150 \text{ ml} = 16,6 \text{ ml}$

Variasi Perlakuan Terhadap Limbah

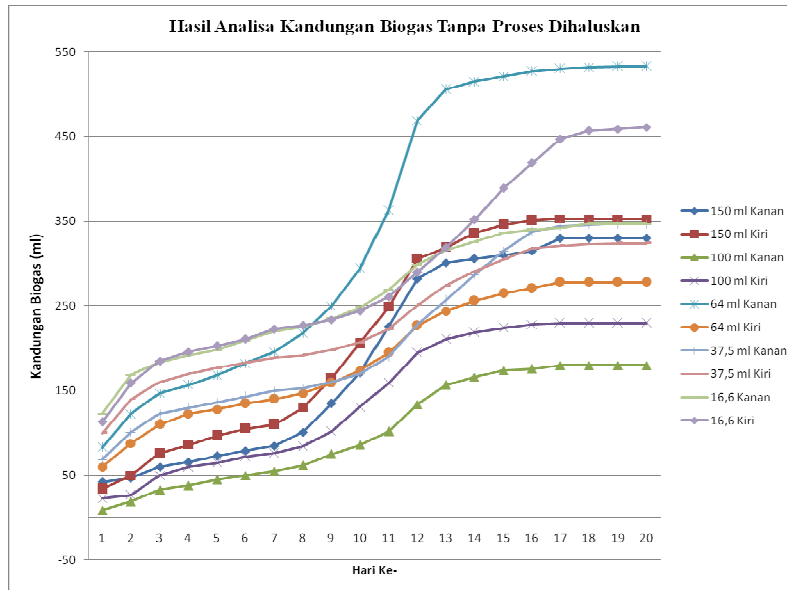
Selain melakukan variasi terhadap penambahan air, penelitian ini juga menambahkan variasi dengan melakukan dua macam perlakuan terhadap limbah. Perlakuan pertama adalah dengan melakukan pencacahan, dan perlakuan kedua dengan melakukan blender. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan keduanya terhadap besarnya volume gas yang dihasilkan.

Data Hasil Percobaan

Data hasil percobaan penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** berikut:



Gambar 1. Hasil Analisa Kandungan Biogas dengan Proses Dihaluskan (Blender)



Gambar 2. Hasil Analisa Kandungan Biogas dengan Tanpa Proses Dihaluskan (Blender)

Dari tabel diatas dapat diperoleh kesimpulan, bahwa penambahan air dapat mempengaruhi jumlah volume gas yang dihasilkan. Selain itu, perbedaan perlakuan terhadap limbah antara limbah yang di cacah dan yang di blender juga menunjukkan perbedaan. Limbah yang di blender memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar antara satu reaktor dan reaktor lainnya, hal ini terjadi karena limbah yang di blender lebih homogen dibandingkan dengan limbah yang di cacah.

Dari data diatas juga dapat diketahui bahwa limbah yang di cacah dan ditambahkan air sebanyak 64 ml, mampu menghasilkan volume gas lebih banyak dibanding yang lainnya. Umur produksi gas setiap reaktor juga bervariasi, beberapa reaktor masih mampu menghasilkan gas hingga hari ke 19, namun ada juga reaktor yang sudah berhenti menghasilkan gas pada hari ke 18. Dalam penelitian ini didapatkan adanya penurunan produksi gas dan peningkatan produksi gas. Rata-rata setiap reaktor mengalami penurunan produksi volume gas pada hari ke 2 hingga 8, dan kembali naik setelahnya hingga hari ke 12. Hal ini disebabkan oleh adanya tahap pembentukan gas yang terjadi, mulai dari tahap hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis dan metanogenesis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbedaan perlakuan terhadap limbah antara limbah yang di cacah dan yang di blender menunjukkan perbedaan. Limbah yang di blender memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar antara satu reaktor dan reaktor lainnya, hal ini terjadi karena limbah yang di blender lebih homogen dibandingkan dengan limbah yang di cacah.
2. Variasi dengan penambahan air sebanyak 64 ml pada limbah yang dicacah mampu menghasilkan volume gas kumulatif yang lebih besar dibandingkan dengan variasi penambahan air dalam jumlah lain.
3. HRT optimum dalam penelitian Biogas limbah organik rumah makan dengan kombinasi rumen sapi sebagai starter dan air untuk volume gas tertinggi adalah HRT 19 hari.

DAFTAR PUSTAKA

H Gallert, C. and J.Winter, 2005. Bacterial metabolism in wastewater treatment systems. In Environmental biotechnology – concepts and applications (H.-J Jordening and J. Winter eds). Weinheim: Wiley-VCH.

Hartmann, H. and B. K. Ahring, 2006. Strategis for the anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste: an overview. *Water science and technology*. Vol. 53(8): 7-22

McCarty, P.L. and Mosey, F.E., 1991 Modelling of anaerobic

-
- digestion processes. *Water science and technology*. Vol. 24(8): 17-33
- Meroney, R.N. and Colorado, P.E., 2009, CFD simulation of mechanical draft tube mixing in anaerobic digester tanks. *Water research*. Vol. 43: 1040-1050
- Metcalf & Eddy, Inc., 2003. *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. 4th ed. New York: McGraw-Hill
- Pavlosthatis, S.G. and Giraldo-Gomez, E., 1991. Kinetics of anaerobic treatment. *Water science and technology*. Vol. 24(8): 35-59