

Karakteristik pH dan Suhu dalam Proses Pembuatan Biogas dari Substrat Limbah Rumah Makan, Limbah Cair Tahu dan Kotoran Sapi

Violla Dwivannie¹⁾, Aryo Sasmita²⁾, Ety Pratiwi³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾ Dosen Teknik Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau,

³⁾ Peneliti Mikrobiologi Balai Penelitian Tanah, Kementan, Bogor
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email : violladwivannie4@gmail.com

ABSTRACT

Restaurant waste is biomass which has the potential to be developed into renewable energy in the form of biogas. The choice of restaurant waste is the main substrate for biogas production because the waste contains many elements of organic material which have not been widely used, especially for biogas production. Besides of restaurant waste, tofu liquid waste and cow dung are very potential to be used as additional substrates in the biogas formation process. This research aims to study the effect of variations in the composition of organic waste (restaurant waste, tofu wastewater and cow dung) on the quality of methane gas in biogas production. The research was conducted using an 30-liter anaerobic biodigester with a working volume of 22.5 liters. The research variables are substrate variations, namely 100% restaurant waste, 50% restaurant waste : 50% tofu liquid waste, and 93.75% restaurant waste : 6.25% cow dung. The results showed that the initial pH value of the three biodigesters ranged from 6.63 to 6.7 where the pH range was still within the ideal pH value in making biogas, which ranged from 6.6 to 7.6. While the temperature of each reactor in this study has fluctuated, ie 28 ° C - 29.7 ° C, in this temperature range biogas can still be developed.

Keywords : *Anaerobic process, biogas, restaurant waste, tofu liquid waste, cow dung*

1. PENDAHULUAN

Limbah rumah makan adalah biomassa yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan. Limbah rumah makan berasal dari dapur, seperti bagian dari sayuran, buah dan bahan makanan lain yang tidak termasak dan memang harus dibuang, dan juga sisa makanan yang tidak habis disantap (Chotimah, 2010). Limbah

rumah makan yang kemudian terkubur di TPA, maka akan terdekomposisi menghasilkan gas metan yang merupakan penyumbang gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global lebih dari 20 kali CO₂ dan konsentrasinya pada atmosfer meningkat satu hingga dua persen per tahun (Santoso, 2010). Gas metan ini sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber

energi alternatif yaitu biogas (Yamin, 2009). Pemilihan limbah rumah makan sebagai substrat utama produksi biogas karena limbah tersebut termasuk limbah organik yang belum banyak dimanfaatkan, terutama untuk produksi biogas (Santoso, 2010).

Limbah makanan dari limbah rumah makan dilaporkan mengandung 11,8-74% karbohidrat, 13,8-18,1% protein, dan 3,78-33,72% lemak (Bong dkk, 2017). Limbah cair tahu dilaporkan juga memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi yaitu 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lemak (Saputra, 2016). Limbah cair tahu dengan kandungan bahan organik tinggi, maka juga mengandung kadar BOD dan COD yang cukup tinggi pula dan jika langsung dibuang ke badan air akan menurunkan daya dukung lingkungan (Subekti, 2011). *Slurry* kotoran sapi mengandung 1,8-2,4% Nitrogen, 1,0-1,2% Fosfor (P_2O_5), 0,6-0,8% Potassium (K_2O), dan 50-75% bahan organik. Kandungan solid yang paling baik untuk proses anaerobik yaitu sekitar 8% (Haryati, 2006).

Jika dilihat dari segi pengolahan limbah, proses anaerob dapat memberikan beberapa keuntungan yaitu menurunkan nilai COD dan BOD, *total solid*, *volatile solid*, nitrogen nitrat, dan nitrogen organik (Haryati, 2006). Bahan organik dalam reaktor anaerobik akan terurai oleh bakteri melalui dua tahap proses. Tahap pertama, bahan organik dikonversi menjadi asam lemah oleh bakteri pembentuk asam pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Pada tahap ini, melalui

proses hidrolisis terjadi penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti protein, karbohidrat dan lipid menjadi senyawa yang sederhana. Selanjutnya proses asidifikasi berlangsung dengan pembentukan asam dari senyawa sederhana tersebut. Setelah bahan organik berubah menjadi asam, maka proses metanasi berlanjut pada proses tahap kedua yaitu pembentukan biogas yang sebagian besar berupa gas metana (Soetopo, 2014).

Pada penelitian ini akan dilakukan karakteristik nilai pH dan suhu dengan memanfaatkan biomassa limbah makanan dari limbah rumah makan sebagai substrat utama dan variasi substrat tambahan berupa limbah cair tahu serta kotoran sapi untuk menghasilkan biogas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah biodigester anaerob 30 liter, blender, pH meter untuk pengukuran pH dan termometer untuk pengukuran suhu.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah rumah makan, limbah cair tahu, kotoran sapi, air, larutan $Ca(OH)_2$ sebagai pemberi suasana basa.

2.2 Prosedur Penelitian

1. Pembuatan biogas dalam penelitian ini menggunakan *batch feeding* dengan pengisian bahan organik dilakukan sekali penuh yang kemudian ditunggu sampai biogas dihasilkan.

2. Jenis digester yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari drum 30 L dimana 75% dari volume digester digunakan sebagai volume kerja yaitu sebanyak 22,5 L, sedangkan sisanya 25% sebanyak 7,5 L digunakan untuk biogas.
3. Pada awal penelitian dilakukan persiapan substrat sebelum dimasukkan ke dalam digester (reaktor A : 11,25 liter limbah rumah makan dan 11,25 liter limbah cair tahu, reaktor B : 21,09 liter limbah rumah makan dan 1,41 liter kotoran sapi, serta reaktor C : 22,5 liter limbah rumah makan).
4. Substrat yang masih bersifat asam kemudian dinetralkan dengan cara menambahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebagai pemberi suasana basa.
5. Substrat dimasukkan ke dalam digester kemudian biodigester ditutup dengan rapat untuk proses fermentasi.
6. Proses ini berlangsung selama 49 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

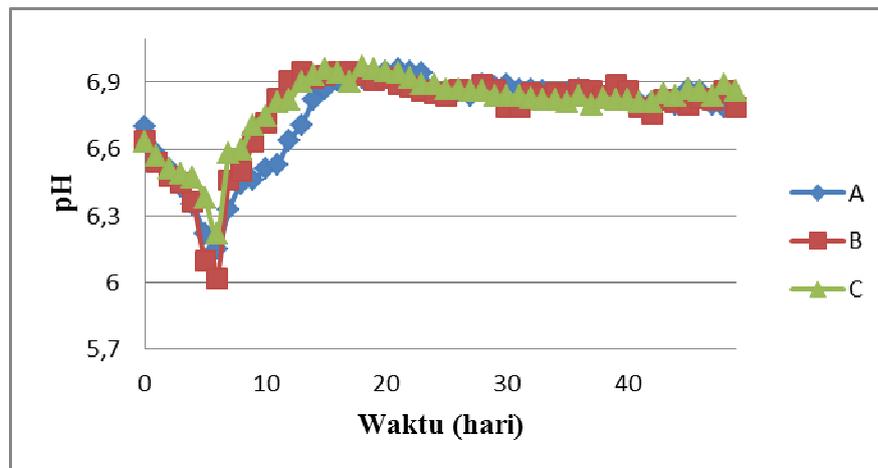
3.1 pH (Derajat Keasaman)

Dalam penelitian ini, derajat keasaman (pH) menjadi variabel kontrol terjadinya proses fermentasi bahan organik yang dikonversi menjadi biogas dan gas metana dalam sistem anaerobik. Derajat keasaman ini menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan pembentukan biogas. Derajat keasaman ini dimonitor setiap pengambilan sampel untuk mengetahui kondisi substrat dalam *digester* (Budihardjo, 2009).

Derajat keasaman (pH) harus dijaga pada kondisi optimum yaitu antara 6,8-7,2. Apabila pH substrat turun maka akan menyebabkan proses pengubah substrat menjadi biogas terhambat sehingga mengakibatkan penurunan kuantitas biogas. Nilai pH yang terlalu tinggi juga harus dihindari, karena akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah CO_2 sebagai produk utama (Rusdiyono dkk, 2017).

Substrat dari tiap reaktor mempunyai derajat keasaman (pH) awal yang masih bersifat asam sehingga ditambahkan kapur pada tiap perlakuan. pH awal reaktor A, B, dan C berturut-turut adalah 4,67, 5,71, dan 5,37. Penambahan kapur bertujuan agar pH awal substrat menjadi netral. Pada penelitian ini substrat dengan pH awal 6,7, 6,64, dan 6,63 merupakan kondisi yang baik untuk produksi biogas. Menurut Ni'mah, dkk (2014), pH substrat awal dengan rentang netral yaitu antara 6,6 - 7,6 akan memberikan peningkatan laju produksi biogas lebih baik dibandingkan dengan perlakuan pH lain.

Pada hari nol sampai hari ke-7 menunjukkan bahwa pada awal proses terjadi penurunan pH. Pada reaktor A, B dan C pH substrat menurun menjadi 6,33, 6,46, dan 6,58. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dalam *digester* terjadi proses asidifikasi (Budihardjo, 2009).



Keterangan gambar :

A : 11,25 liter limbah rumah makan dan 11,25 liter limbah cair tahu

B : 21,09 liter limbah rumah makan dan 1,41 liter kotoran sapi

C : 22,5 liter limbah rumah makan

Gambar 3.1 pH biogas pada Tiap Perlakuan

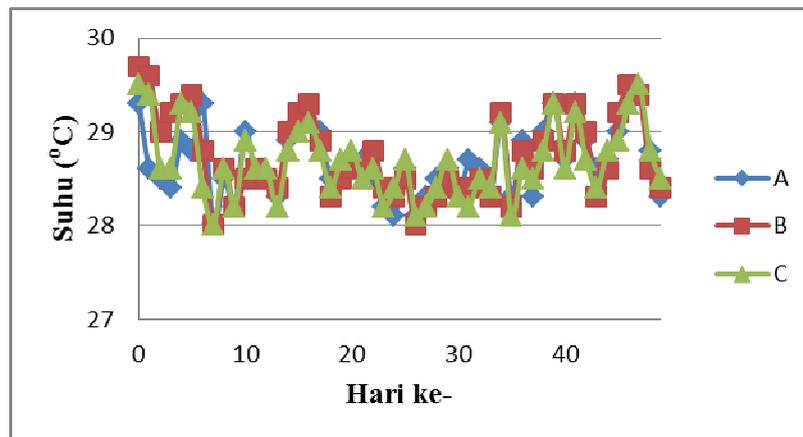
Menurut Ramdiana (2017) pada rentang pH 6-6,7 bakteri metanogen yang mampu bertahan untuk menghasilkan gas sangat sedikit karena kondisi keasaman substrat dapat membunuh bakteri, sehingga gas metana masih dihasilkan walaupun dalam jumlah sedikit. Mikroorganisme yang bekerja pada tahap awal adalah mikroorganisme pada proses hidrolisis-asidogenesis yang menghasilkan asam volatil sehingga nilai pH menjadi turun (Ni'mah dkk, 2014).

Pada hari selanjutnya nilai pH semakin meningkat mendekati kondisi normal. Selama pH masih dalam keadaan asam produksi biogas dan CH₄ akan terus berlangsung (Budihardjo, 2009). Setelah 12 hari pH semua sampel telah mencapai normal dari pH awal, dimana bakteri metanogen berangsur-angsur semakin aktif sampai tercapai pH optimal untuk produksi biogas (Ni'mah dkk, 2014). Pada pengukuran hari ke 12 diindikasikan

proses metanogenesis berlangsung dengan baik karena bakteri metanogen bisa beraktivitas menghasilkan metana pada pH 6,8-8,5 (Ramdiana, 2017).

3.2 Suhu

Pada proses pembentukan biogas dalam digester selama 49 hari, perkembangan gas metana dipengaruhi oleh temperatur pada digester, dimana proses pembentukan metana bekerja pada rentang temperatur 25-40°C (Apriani, 2009). Umumnya *digester anaerob* skala kecil, yang sering terdapat disekitar kita umumnya bekerja pada suhu bakteri *Mesophilic* dengan suhu antara 25°C-37°C (Saragih, 2010).



Keterangan gambar :

A : 11,25 liter limbah rumah makan dan 11,25 liter limbah cair tahu

B : 21,09 liter limbah rumah makan dan 1,41 liter kotoran sapi

C : 22,5 liter limbah rumah makan

Gambar 3.2 Suhu biogas pada Tiap Perlakuan

Berdasarkan grafik di atas, temperatur pada digester mengalami fluktuasi, nilai temperatur digester paling rendah adalah sebesar 28°C pada hari ke-7, sementara nilai temperatur maksimal yang didapat sebesar $29,7^{\circ}\text{C}$. Pada pengujian yang dilakukan pada rentang temperatur $28^{\circ}\text{C} - 29,7^{\circ}\text{C}$ tersebut, biogas masih dapat diproduksi. Pada pengujian tersebut nilai temperatur tidak merepresentasikan maksimalnya kandungan biogas yang dihasilkan, dikarenakan biogas sudah berkembang sejak hari pertama pengujian, akan tetapi temperatur digester yang berubah-ubah dapat mempengaruhi kondisi hidup bakteri dalam digester, karena untuk proses pengembangbiakan bakteri apabila temperatur terlalu rendah atau terlalu tinggi maka bakteri tidak akan hidup sehingga proses pembuatan biogas akan lebih lama untuk menghasilkan gas metana (Rusdiyono dkk, 2017).

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH awal pada ketiga

biodigester berkisar antara 6,63 - 6,7 dimana rentang pH ini masih berada dalam nilai pH yang ideal dalam pembuatan biogas yaitu berkisar antara 6,6 - 7,6. Sedangkan temperatur pada masing-masing reaktor dalam penelitian ini mengalami fluktuasi, yaitu $28^{\circ}\text{C} - 29,7^{\circ}\text{C}$, pada rentang temperatur ini biogas masih dapat dikembangkan.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, I. 2009. Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Energi Alternatif Terbarukan (Biogas). *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Bong, C.P.C., Lim, L.Y., Lee, C.T., dan Klemes, J.J. 2017. The Characterisation And Treatment of Food Waste For Important of Biogas Production During Anaerobic Digestion – A Review. *Journal of Cleaner Production 10*
- Budihardjo, M. A. 2009. Kombinasi Feeding Biostarter dan Air Dalam Anaerobik Digester.

- Jurnal Presipitasi Vol. 6 No.2*
ISSN 1907-187X
- Chotimah, S.N. 2010. Pembuatan Biogas Dari Limbah Makanan Dengan Variasi dan Suhu Substrat Dalam Biodigester Anaerob. *Tugas Akhir*. FMIPA Biologi Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta
- Haryati, T. 2006. Biogas: Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. Balai Penelitian Ternak. *Jurnal Wartazoa, Vol. 16 No. 3*
- Ni'mah, L. 2014. Biogas from Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture: Composition Effect. *Chemica Volume 1, Nomor 1* ISSN : 2355-8776
- Ramdiana. 2017. Pengaruh Variasi Komposisi pada Campuran Limbah Cair Aren dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas. *Eksergi, 14(2)* ISSN: 1410-394X
- Rusdiyono, A. P., Kirom, M. R., dan Qurthobi, A. 2017. Perancangan Alat Ukur Konsentrasi Gas Metana dari Anaerobic Baffled Reactor (Abr) Semi-Kontinyu dengan Substrat Susu Basi. *E-Proceeding Of Engineering Vol.4 No.1* ISSN : 2355-9365
- Santoso, A.A. 2010. Produksi Biogas Dari Limbah Rumah Makan Melalui Peningkatan Suhu dan Penambahan Urea Pada Biodigester Anaerob. *Tugas Akhir*. FMIPA Biologi Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta
- Saputra, P. 2016. Potensi Campuran Limbah Cair Industri Tahu dan Kotoran Sapi Sebagai Substrat Penghasil Biogas. *Tugas Akhir*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Saragih, B.R. 2010. Analisis Potensi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik Dan Termal Pada Gedung Komersil Di Daerah Perkotaan (Studi Kasus Pada Mal Metropolitan Bekasi). *Tesis*. Fakultas Teknik Program Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia Soetopo, R. S., Purwanti, S., Hardiani, H., Aini, M. N., dan Wardhana K. A. 2014. Aplikasi Proses Digestasi Anaerobik Lumpur Biologi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Kertas. *Jurnal Selulosa, Vol. 4 No. 2*
- Subekti, S. 2011. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2* Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
- Yamin, Mad. 2009. *Reaktor Biogas*. Yogyakarta : Graha Ilmu