

## PEMANFAATAN KOTORAN SAPI DAN SAMPAH SAYUR PADA PEMBUATAN BIOGAS DENGAN FERMENTASI SAMPAH SAYURAN

Medya Ayunda Fitri\* dan Trisna Kumala Dhaniswara

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

\*e-mail: medya.a.fitri@gmail.com

### Abstract

Biogas is one solution to the use organic waste (livestock manure and vegetables). The aim of the research was to find out the effectiveness of livestock manure and fermentation of vegetable waste into biogas. This research was carried out using fermented vegetable waste for 10-12 days, then it was chopped and blended. The vegetable waste is then mixed with cow dung and water according to the determined variables. The mixture was put into a brown glass bottle and the bottle mouth was closed with a balloon and deposited for 8 days. Furthermore, the CO<sub>2</sub> gas produced was released and start to deposit again for 20-30 days. Trapped methane gas obtained from in the balloon was then stored to measure the produced volume and pH and also the methane gas. The results obtained from the research that is were the best pH obtained from vegetable waste blender fermentation treatment (% water100 and the percentage of KS: SO was 75:25) was 7 and the largest volume was obtained from fermented chopped vegetable waste treatment (water% 300 and percentage KS: SO was 100: 0) of 78.73 cm<sub>3</sub>.

**Keywords:** Biogas, Fermentation of Vegetable Waste, Cow Manure.

### Abstrak

*Biogas merupakan salah satu solusi dari pemanfaatan limbah organik yaitu kotoran ternak dan sayuran. Tujuan penelitian yang dilakukan adalah mengetahui efektivitas pemanfaatan kotoran ternak dan fermentasi sampah sayuran menjadi biogas. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan limbah sayuran yang telah difermentasi selama 10-12 hari, kemudian dicacah dan diblender. Sampah sayuran tersebut selanjutnya dicampur dengan kotoran sapi dan air sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Campuran dimasukkan ke dalam botol kaca warna cokelat dan mulut botol ditutup dengan balon dan diendapkan selama 8 hari. Selanjutnya, gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dikeluarkan dan dilakukan pengendapan lagi selama 20-30 hari. Gas metan yang terperangkap di dalam balon kemudian disimpan untuk dilakukan pengukuran volume dan pH yang dihasilkan serta kandungan gas methan yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan yaitu pH yang paling baik diperoleh pada perlakuan sampah sayur blender fermentasi (%air100 dan prosentase KS:SO adalah 75:25) sebesar 7 dan volume paling besar diperoleh pada perlakuan sampah sayur cacah fermentasi (%air300 dan prosentase KS:SO adalah 100:0) sebesar 78,73 cm<sup>3</sup>.*

**Kata kunci:** Biogas, Fermentasi Sampah Sayur, Kotoran Sapi.

## 1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan yang terjadi di seluruh dunia, mulai dari sampah organik hingga sampah yang beracun dan berbahaya. Oleh karena itu, dilakukan langkah-langkah konkrit dalam menanggulangi penumpukan sampah. Pengolahan sampah beracun dan berbahaya pada umumnya ditangani oleh suatu pihak khusus, agar tidak mencemari lingkungan. Pengolahan sampah organik, dapat dilakukan oleh hampir setiap orang karena pengolahannya yang tidak terlalu rumit.

Beberapa macam pengolahan sampah organik, khususnya di Indonesia, dilakukan dengan cara dikomposkan atau dibuat energi alternatif. Sampah organik yang telah kering biasanya diolah dengan cara dikomposkan. Sampah organik yang masih basah, dapat diolah menjadi biogas dengan cara menambahkan kotoran ternak. Hal ini akan menambah nilai jual sampah tersebut, bahkan menjadi solusi untuk mengurangi jumlah sampah yang semakin hari semakin bertambah banyak.

Pemanfaatan limbah ternak (kotoran sapi) juga belum dilakukan secara maksimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan tentang pemanfaatan kotoran sapi yang dapat diubah menjadi energi alternatif serta mengurangi pencemaran lingkungan. Kandungan gas yang terdapat dalam kotoran sapi ditunjukkan pada Tabel 1. Kandungan metan ( $\text{CH}_4$ ) yang terkandung pada kotoran sapi cukup besar. Oleh karena itu, kotoran sapi sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas.

**Tabel 1.** Kandungan gas yang terdapat dalam kotoran sapi

Jenis Gas	Kotoran Sapi
Metan ( $\text{CH}_4$ )	65,7
Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )	27,0
Nitrogen ( $\text{N}_2$ )	2,3
Karbon monoksida ( $\text{CO}$ )	0
Oksigen ( $\text{O}_2$ )	0,1
Propena ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )	0,7
Hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ )	-
Nilai kalori ( $\text{kkal/m}^2$ )	6513

Biogas merupakan salah satu bentuk energi alternatif dengan memanfaatkan limbah organik. Biogas adalah gas yang diproduksi dari senyawa organik dalam digester anaerobik. (Wikandari dkk, 2014)

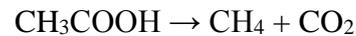
Bahan baku penghasil biogas merupakan bahan organik yang mengandung unsur karbon, hidrogen, serta nitrogen (Suyitno dkk, 2010). Bahan organik yang mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi memiliki rasio C/N sekitar 20-30 (Sasse, 1998) atau 20-25 (Dennis, 2001). Beberapa contoh bahan yang sering dijadikan biogas adalah sampah sayur, kotoran ternak, limbah pertanian, dan lain-lain.

Metode pembuatan biogas dapat dilakukan dengan menggunakan penguraian secara aerobik dan anaerobik. Penguraian secara aerobik dilakukan pada kondisi yang terdapat oksigen dan limbah yang dihasilkan dari proses ini bisa langsung dibuang ke lingkungan. Proses aerobik dilakukan dengan aerasi yang membutuhkan konsumsi energi yang tinggi. Pertumbuhan *slurry* yang dihasilkan

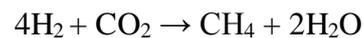
sangat tinggi, yaitu berkisar antara 30-60%. Sedangkan pembuatan biogas dengan penguraian anaerobik dilakukan pada kondisi tanpa oksigen. Keunggulan penguraian secara anaerobik yaitu konsumsi energi lebih rendah dibandingkan proses aerobik, pertumbuhan lumpur yang dihasilkan relatif rendah yaitu berkisar antara 5-10%. Namun limbah yang dihasilkan dengan proses anaerobik ini harus diolah lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan. Penggunaan metode anaerobik adalah metode yang paling sering digunakan, karena menghasilkan metana dan sisa limbah cair yang kaya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. (Rahayu dkk, 2015)

Proses penguraian secara anaerobik pada umumnya dilakukan dalam beberapa tahap yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis. Air bereaksi dengan polimer rantai panjang untuk membentuk polimer rantai pendek. Enzim yang berperan dalam proses ini adalah selulosa, amylase, lipase atau protease. Kemudian pada proses asidogenesis, substrat yang terbentuk dari proses hidrolisis dimanfaatkan untuk melakukan proses oksidasi anaerobik. Asidogenesis merupakan tahapan tercepat untuk mengkonversi zat organik kompleks pada penguraian dalam fase cair. Bakteri asetogenik yang memproduksi hidrogen akan mengkonversi asam lemak dan etanol/alkohol menjadi asetat, karbon dioksida dan hidrogen. Konversi ini dilakukan untuk membantu metanogen menggunakan asam lemak dan etanol dalam memproduksi biogas. Pada tahap metanogenesis, metana dibentuk dari dua tahapan, yaitu primer dan sekunder.

Pada tahap primer, asam asetat diubah menjadi metana dan karbondioksida dengan peran bakteri asetoklastik (asetofilik).



Pada tahap sekunder, hidrogen digunakan untuk mengurangi karbondioksida dan menghasilkan metana dengan metanogen hidrogenofilik.



Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari suatu biogas adalah:

#### 1. Derajat Keasaman (pH)

pH optimal yang dibutuhkan pada pengolahan biogas adalah pada *range* 6,6 – 7,5 (Yunus, 1991). Setiap mikroba yang terlibat dalam degradasi anaerobik memiliki rentang pH tertentu agar tumbuh secara optimal. pH optimal untuk bakteri asidogen sekitar 6, untuk bakteri asetogen dan metanogen memiliki pH optimal sekitar 7.

#### 2. Temperatur

*Range* temperatur yang digunakan pada digester anaerobik adalah mesofilik (25-40°C) dan termofilik (50-60°C). Instalasi biogas menggunakan temperatur mesofilik karena pengoperasiannya relatif lebih mudah. Bila dilakukan pada suhu termofilik, maka harus memiliki kendali temperatur yang ketat.

#### 3. Nutrisi

Biodegradasi yang efektif dan efisien membutuhkan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, serta unsur-unsur yang lain dalam jumlah yang cukup. Nutrisi digunakan untuk membangun sel-sel yang membentuk

mikroorganisme dan menghasilkan biogas.

#### 4. Keracunan dan Hambatan

Bakteri metanogen merupakan mikroorganisme yang sangat sensitif terhadap toksisitas. Selain itu, bakteri metanogen juga sensitif terhadap oksigen.

#### 5. Kelarutan Gas

Pada proses anaerobik, gas terbentuk dalam fase cair dan cenderung bersifat *volatile*. Perpindahan fase cair menjadi gas dibatasi oleh parameter desain proses, seperti luas area antar muka cairan dan gas (*liquid gas interface*), kecepatan pengadukan, temperatur cairan yang mempengaruhi viskositas dan tegangan permukaan. Konsentrasi berlebih gas tertentu ( $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ ) dapat menyebabkan penurunan pH dan mempengaruhi proses biologis.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang biogas sangat bervariasi. Beberapa diantaranya yaitu Renilaili (2015) yang melakukan penelitian tentang pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku biogas. Hasil yang diperoleh yaitu semakin banyak perbandingan eceng gondok yang digunakan, maka semakin besar volume biogas yang dihasilkan. Ihsan dkk (2013) melakukan penelitian tentang produksi biogas menggunakan cairan rumen dan limbah cair tempe. Hasil yang didapatkan yaitu jumlah biogas meningkat dengan bertambahnya konsentrasi cairan rumen. Yenny dkk (2012) melakukan penelitian tentang uji pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah dengan ko-substrat limbah isi rumen sapi. Hasil yang diperoleh ialah dengan

penambahan ko-substrat limbah isi rumen sapi ke dalam substrat sampah sayur dan buah mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk pembentukan biogas. Aysia dkk (2012) melakukan penelitian pembuatan biogas dari kotoran sapi menggunakan Metode Taguchi. Penelitian yang dilakukan oleh Sanjaya dkk (2015) memperoleh hasil bahwa total volume biogas yang dihasilkan dipengaruhi oleh komposisi substrat.

Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan penelitian tentang efektivitas perbandingan antara kotoran sapi dan fermentasi sampah sayur dalam pembuatan biogas.

## 2. METODE PENELITIAN

Sampah organik yang digunakan adalah sampah sayuran, sedangkan kotoran ternak yang digunakan adalah kotoran sapi.

Pembuatan biogas dimulai dengan mencampurkan sampah sayuran (yang telah dicacah halus), kotoran ternak (kotoran sapi), dan air sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan campuran ke dalam botol kaca (botol berwarna coklat) seperti yang tampak dalam Gambar 1 dan mulut botol ditutup dengan balon setelah itu campuran diendapkan selama 8 hari. Setelah 8 hari, gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dikeluarkan dan selanjutnya dilakukan pengendapan lagi selama 20-30 hari. Gas metan yang diperoleh dari hasil fermentasi yang terperangkap di dalam balon kemudian disimpan dalam balon untuk dilakukan pengukuran volume dan pH yang dihasilkan serta kandungan gas metana yang dihasilkan.



**Gambar 1.** Proses pencampuran bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi botol kaca (botol berwarna cokelat), balon, pipa *vinyl*, dan bunsen. Bahan yang digunakan yaitu aquades, sampah sayuran, dan kotoran sapi. Perlakuan bahan meliputi pencacahan dan blender fermentasi. Proses fermentasi dilakukan dengan proses pembusukan sampah sayur selama 10-12 hari. Sampah sayur yang telah difermentasi kemudian dicacah dan diblender. Variabel yang digunakan adalah kotoran sapi (%KS):sampah sayuran (%SO) dengan

perbandingan 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100. Air yang berfungsi pelarut dengan prosentase 100% dan 300%.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil yang diperoleh pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Efektivitas pemanfaatan kotoran hewan dan sampah organik dalam pembuatan biogas terlihat pada hasil gas yang dihasilkan selama proses anaerobik. Pada Tabel 1, volume paling besar yang diperoleh untuk prosentase air sebesar 100 adalah 64,17 cm<sup>3</sup> dengan perlakuan blender fermentasi. Hasil yang diperoleh tersebut masih dibawah dari hasil perolehan yang dilakukan oleh Dhaniswara dkk (2017) pada prosentase air sebesar 100 yaitu sebesar 189,99 cm<sup>3</sup> dengan perlakuan blender fermentasi. pH yang paling baik dihasilkan pada blender fermentasi dengan %KS:SO (75:25) sebesar 7. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa kondisi pH optimal pada campuran bahan yang dapat menghasilkan gas berada pada *range* 6,5-7,5 (Wahyuni, 2011).

**Tabel 1.** pH dan Volume Biogas yang Diperoleh dari Penelitian yang Dilakukan pada %air100

Perlakuan	%KS	%SO	pH	Volume Biogas (cm <sup>3</sup> )	Fisik campuran
Cacah fermentasi	100	0	5,5	48,40	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	75	25	5,7	42,52	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	50	50	5,3	39,77	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	25	75	5,5	35,45	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	0	100	5,4	33,02	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
Blender fermentasi	100	0	7,1	64,17	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	75	25	7	50,48	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>

Perlakuan Awal Sampah Organik	%KS	%SO	pH	Volume Biogas (cm <sup>3</sup> )	Fisik campuran
	50	50	6,4	51,53	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	25	75	6,6	38,88	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	0	100	5,3	29,95	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>

**Tabel 2.** pH dan Volume Biogas yang Diperoleh dari Penelitian yang Dilakukan pada %air300

Perlakuan Awal Sampah Organik	%KS	%SO	pH	Volume Biogas (cm <sup>3</sup> )	Fisik campuran
Cacah fermentasi	100	0	6,6	78,73	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	75	25	6,3	61,74	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	50	50	5,7	60,54	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	25	75	5,6	49,43	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	0	100	5,8	43,47	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
Blender fermentasi	100	0	7,2	74,56	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	75	25	6,3	67,95	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	50	50	6,8	70,55	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	25	75	5,6	48,40	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>
	0	100	5,3	42,52	Gas +, jamur sedikit, berbentuk <i>slurry</i>

Tabel 2 menunjukkan hasil penelitian pada prosentase air sebesar 300. Hasil yang diperoleh yaitu volume terbesar didapatkan pada prosentase KS:SO 100:0 sebesar 74,56 cm<sup>3</sup>. Hal ini dapat disebabkan karena reaksi anaerob pada pembentukan bakteri metana berjalan lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan awal cacah fermentasi. pH optimum yang diperoleh sebesar 7,2 juga didapatkan dari prosentase KS:SO sebesar 100:0.

Kondisi fisik campuran yang diperoleh dari hasil penelitian juga memiliki sedikit jamur dan sedikit *slurry*,

hal ini menunjukkan bahwa masih ada sedikit oksigen yang masuk, sehingga hasil penguraian anaerobik yang berlangsung kurang maksimal.



**Gambar 2.** Kondisi Fisik Campuran



**Gambar 3.** Pengukuran pH Campuran

pH optimum diperoleh dari perlakuan blender fermentasi, hal ini dikarenakan, hasil blender fermentasi memiliki luas area yang lebih besar dan seragam. Hasil tes yang dilakukan menunjukkan kandungan gas metana. Pada hasil yang diperoleh tersebut terlihat nyala warna biru. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat kandungan gas metana pada gas yang dihasilkan.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pH yang paling baik diperoleh pada perlakuan sampah sayur dengan perlakuan blender fermentasi pada %air100 dengan prosentase KS:SO 75:25 yaitu sebesar 7. Volume paling besar diperoleh pada perlakuan sampah sayur cacah fermentasi pada %air300 dan prosentase KS:SO adalah 100:0 sebesar 78,73 cm<sup>3</sup>.

#### DAFTAR PUSTAKA

Aysia, D.A.Y., Panjaitan, T.W.S., dan Adiputra, Y.R. 2012. Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi dengan Metode Taguchi. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV, Surabaya.

Dennis, A., Burke, P.E. 2001. Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook, Environmental Energy Company, Olympia.

Dhaniswara, T.K., dan Fitri, M.A. 2017. Pengaruh Perlakuan Awal Sampah Organik terhadap Produksi Biogas secara *Anaerobic Digestion*. Journal of Research and Technology 3(2): 23-31.

Ihsan, A., Bahri, S., dan Musafira. 2013. Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cair Tempe. Online Jurnal of Natural Science Vol. 2(2): 27-35.

Rahayu, A. S., Karsiwulan, D., Yuwono, H., Trisnawati, I., Mulyasari, S., Rahardjo, S., Hokermin, S., Paramita, V. 2015. Konversi Pome menjadi Biogas. USAID. Winrock International.

Renilaili. 2015. Eceng Gondok sebagai Biogas yang Ramah Lingkungan. Jurnal Ilmiah TEKNO Vol. 12, No.1, hal. 1-10.

Sanjaya, D., Haryanto, A., dan Tamrin. 2015. Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dengan Kotoran Ayam. Jurnal Teknik Pertanian Lampung 4(2): 127-136.

Sasse, L. 1998. Biogas Plants, The Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien, Gate, Germany.

Suyitno, Sujono, A., dan Dharmanto. 2010. Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wikandari, R., Nguyen, H., Millati, R., Niklasson, C., Taherzadeh, M.J. 2014. Improvement of Biogas Production from Orange Peel Waste by Leaching Limonene. Biomed Research International Vol 2015, Article ID 494182, Hindawi Publishing Corporation.

Yenny, Dewilda, Y., Sari, S.M. 2012. Uji Pembentukan Biogas dari Substrat Sampah Sayur dan Buah dengan Ko-Substrat Limbah Isi Rumen Sapi. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 9(1): 26-36.

Yunus, M. 1991. *Pengelolaan Limbah Peternakan*. Universitas Brawijaya. Malang.

Wahyuni, S. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. PT. Agro Media Pustaka: Jakarta.