

**PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH BHO PENYAMAKAN KULIT
DENGAN *STARTER EFFLUENT DIGESTER* AKTIF DAN *CO-
DIGESTION* DENGAN KOTORAN SAPI**

**Swatika Juhana¹, Prasetyo Hermawan¹, Wahyu Fajar Winata^{1,*}, Arini
Wresta², Ika Yanti³**

¹Jurusan Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta,
Jl. Ringroad Selatan, Glugo, Panggunharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta,
Indonesia

²Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Komplek LIPI Jl. Cicitu No.21/154
D, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

³Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km. 14,5, Sleman, Yogyakarta

*email: wahyufajarwinata88@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to utilize BHO tannery liquid waste for biogas production and to examine the effect of active digester effluent on the co-digestion of biogas production by co-digestion of BHO liquid waste and cow manure. The experiment began with an analysis of the character of the leather tanning BHO liquid waste. The biogas production is carried out in batches in an anaerobic biogas digester. The experiment was started by entering raw materials for BHO liquid waste: cow dung: active digester effluent with a ratio of D1 = 4: 2: 0; D2 = 4: 0: 2; D3 = 6: 0: 0. Observation of the addition of gas was carried out by means of a manometer to measure the increase in gas pressure produced in the digester every day until the 15th day. The results of the analysis of BHO wastewater showed high BOD and COD levels, namely 3265 mg / L and 11231.2 mg / L. The results of making biogas show increased gas pressure (gas formation) in digester D1 and D2. The result of D1 (BHO waste without starter) gas production is a lot at the beginning and then decreases. In D2 (BHO waste with the addition of starter and cow dung), it shows that gas production is formed on the 8th day with constant pressure until the 15th day and is still producing. In the D3 digester (BHO liquid waste without a starter and cow dung) no gas is formed.

Key words: biogas, anaerobic, BHO wastewater, active digester effluent, co-digestion

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cair BHO penyamakan kulit untuk pembuatan biogas dan mengkaji pengaruh *effluent* digester aktif pada pembuatan biogas secara *co-digestion* limbah cair BHO dan kotoran sapi. Percobaan diawali dengan analisis karakter limbah cair BHO penyamakan kulit. Pembuatan biogas dilakukan secara batch dalam digester biogas anaerob. Percobaan dimulai dengan memasukkan bahan baku limbah cair BHO:kotoran sapi: *starter effluent* digester aktif dengan perbandingan D1= 4:2:0; D2= 4:0:2; D3= 6:0:0. Pengamatan penambahan gas dilakukan dengan alat manometer untuk mengukur pertambahan tekanan gas yang dihasilkan dalam digester setiap hari sampai hari ke-15. Hasil analisis limbah cair BHO menunjukkan kadar BOD dan COD yang tinggi yaitu 3265 mg/L dan 11231,2 mg/L. Hasil pembuatan biogas menunjukkan tekanan gas naik (terbentuk gas) pada digester D1 dan D2. Hasil D1 (limbah BHO tanpa starter) produksi gas banyak diawal dan kemudian menurun. Pada D2 (limbah BHO dengan penambahan starter dan kotoran sapi) menunjukkan produksi gas terbentuk pada hari ke-8 dengan tekanan konstan sampai hari ke-15 dan masih berproduksi. Pada digester D3 (limbah cair BHO tanpa starter dan kotoran sapi) tidak terbentuk gas.

Kata kunci: biogas, anaerobik, limbah cair BHO, *effluent* digester aktif, *co-digestion*

PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang menghasilkan limbah cair dan padat. Proses penyamakan kulit melalui 4 tahap utama yaitu: *beam house operation* (BHO), *tanning*, *pasca tanning*, *finishing*. Limbah cair BHO merupakan limbah yang kaya akan bahan organik karena mengandung lemak, protein globular, dan bahan organik di kulit selain protein kulit. Limbah ini jika dibuang ke badan perairan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Kandungan bahan organik di badan perairan dapat menyebabkan bakteri menguraikan bahan tersebut sehingga menghabiskan oksigen di badan perairan dan menyebabkan kematian ikan dan makhluk hidup lainnya di air, selain itu dapat menimbulkan bau busuk serta dapat menambah emisi rumah kaca (KLH, 2008).

Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran akibat kandungan bahan organik yang tinggi adalah dengan mengolah bahan tersebut menjadi biogas. Anuputtikul *and* Rodtong (2004) mengatakan komposisi biogas, terdiri dari: metana (55-65%), karbondioksida (35-45%), nitrogen (0-3%), hidrogen (0-1%), hidrogen sulfida (0-1%). Kandungan metana yang tinggi berarti biogas memiliki nilai kalor yang tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Proses pembuatan biogas merupakan proses

peruraian senyawa organik oleh mikroorganisme secara anaerobik. Menurut Yuli (2005), teknologi biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses peruraian bakteri metanogen yang menghasilkan gas metana (CH_4) pada sistem anaerobik. Menurut Wresta (2012) dalam suatu medium yang nutrisinya sesuai, organisme mengambil nutrisi dari medium tersebut dan mengkonversinya menjadi komponen-komponen biologi. Sebagian nutrisi digunakan untuk pembentukan energi dan sebagian untuk biosintesis dan pembentukan produk. Sebagai hasil penggunaan nutrisi, massa mikrobial bertambah terhadap waktu. Pertumbuhan mikroorganisme digambarkan, sebagai berikut:

Sel + substrat \longrightarrow sel lebih banyak + produk

Proses peruraian anaerobik untuk menghasilkan biogas terdiri dari beberapa tahap, pada masing-masing tahap dibutuhkan jenis mikroorganisme yang berbeda yang menguraikan substrat yang berbeda pula. Produk yang dihasilkan dari suatu tahapan menjadi substrat bagi tahapan berikutnya (Wresta, 2012). Menurut Shuler *and* Kargi (2002), tahapan pada pembuatan biogas yaitu:

1. Peruraian material organik yang tidak larut

Material limbah dapat mengandung sejumlah besar material organik yang tidak larut. Peruraian komponen organik yang tidak larut dengan asam atau dengan hidrolisis enzimatis adalah tahapan pertama dalam peruraian anaerobik. Komponen ini tidak siap digunakan oleh mikroorganisme-mikroorganisme sehingga hidrolisis penting untuk menghasilkan aktivitas mikrobial yang efektif.

2. Pembentukan asam-asam volatil

Komponen organik yang larut diuraikan oleh bakteri anaerob menghasilkan asam-asam volatil, seperti: asam asetat, asam formiat, asam butirat, dan asam-asam lemak rantai pendek. Organisme penghasil asam adalah campuran bakteri-bakteri anaerob fakultatif yang disebut bakteri penghasil asam. Pada tahap ini juga dihasilkan alkohol dalam jumlah sedikit. Suhu dan pH optimal pada tahap ini adalah $T=35\text{ }^\circ\text{C}$ dan $\text{pH}= 4-6$.

3. Pembentukan metana

Asam-asam volatil yang dihasilkan, dikonversi menjadi metana dan CO_2 oleh bakteri metanogen secara anaerob. Suhu optimum untuk bakteri metanogen adalah $35-40\text{ }^\circ\text{C}$, dan pH optimum $7-7,8$.

Menurut Madigan, *et al.* (2003), pembentukan biogas merupakan hasil aktivitas bakteri non metanogen dan metanogen. Bakteri metanogen bekerja lebih dahulu menghasilkan asam-asam volatil, seperti asam asetat,

asam propionat, asam butirat, dan lain-lain. Dubey (2005) mengatakan asam organik hasil kerja bakteri non metanogen, digunakan oleh bakteri metanogen untuk menghasilkan biogas.

Tabel 1. Perkiraan *Yield* dan Kadar Metana pada Produksi Biogas dari Substrat Selulosa, Protein, dan Lemak

Jenis substrat	<i>Yield</i> metana, L/kg	Kadar metana, %volume
Selulosa	215	50
Protein	504	63,3
Lemak	1014	70,2

Menurut Shuler *and* Kargi (2002), nutrisi yang diperlukan oleh sel dibagi menjadi dua kelompok, yaitu: makronutrisi dan mikronutrisi. Makronutrisi diperlukan lebih tinggi, dan mikronutrisi diperlukan dalam konsentrasi lebih rendah. Kobalt, besi, dan nikel adalah mikronutrisi bagi bakteri anaerob sedangkan nitrogen, fosfor, dan belerang adalah makronutrisi untuk pertumbuhan bakteri anaerob (Gerardi, 2003).

Garam-garam alkali dan alkali tanah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada konsentrasi diatas 1000 mg/L (Wresta, 2012). Efek penghambatan juga dapat disebabkan oleh amonia, sulfida, logam-logam berat, dan bahan-bahan organik lain pada konsentrasi tertentu. Tembaga, nikel, seng, kadmium, dan merkuri dapat menghambat sistem anaerobik pada konsentrasis dibawah 1 mg/L. Bahan organik yang dapat menghambat aktivitas bakteri anaerob, antara lain: fenol, alkohol, keton, dan kloroform. Efek inhibitor bervariasi tergantung jenis bahan yang ada di dalam sistem (Rittmann *and* McCarty, 2001).

Proses *co-digestion* merupakan proses peruraian anaerobik dengan menggunakan dua jenis substrat atau lebih. Substrat lain yang digunakan dari limbah-limbah organik (Allen, 2009). Proses *co-digestion* dapat meningkatkan produksi biogas, efisiensi energi, dan profitabilitas ekonomi. Namun proses ini dimungkinkan dapat meningkatkan jumlah COD dalam *effluent* digester karena adanya campuran substrat yang berbeda yang dapat mengganggu kestabilan sistem digester dan dapat menimbulkan reaksi samping yang dapat menghasilkan inhibitor baru. Wresta (2012) telah melakukan *co-digestion* dalam air limbah tahu dan kotoran sapi dan dapat meningkatkan kandungan bahan organik sebagai substrat mikroorganisme untuk meningkatkan produksi biogas. Pada penelitian ini

dilakukan pembuatan biogas dari limbah cair BHO dengan *starter effluen* digester aktif dan *co-digestion* kotoran sapi.

METODE PENELITIAN

Bahan:

Limbah cair BHO, merupakan limbah cair dari proses BHO yang diperoleh dari limbah Laboratorium BHO Politeknik ATK Yogyakarta, Sewon, Bantul, Yogyakarta.

Kotoran sapi, diperoleh dari Kebun Pendidikan, Penelitian, dan Pengembangan Pertanian Universitas Gadjah Mada (PIAT UGM), di Berbah, Sleman, Yogyakarta.

Effluent digester aktif, merupakan *slurry* keluaran digester kotoran sapi aktif dari instalasi biogas PIAT UGM.

Alat yang digunakan:



Keterangan:

1. Tabung digester biogas
2. Manometer
3. Termometer

Gambar 1. Rangkain Alat Digester

Cara Kerja

Substrat dan *starter* (limbah cair BHO, kotoran sapi, dan *effluent* digester aktif) dengan perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam digester aktif, dan dicampur hingga homogen. Perubahan tekanan gas pada

manometer dicatat setiap hari. Percobaan dihentikan setelah pembentukan gas berhenti. Percobaan secara *batch* dengan 3 buah digester D1, D2, D3.

Tabel 2. Komposisi digester untuk mengetahui pengaruh starter effluent digester aktif

(*Batch*, suhu kamar, total bahan masuk digester 600 gram)

Variabel	Digester		
	(Limbah cair BHO: Kotoran sapi: <i>Starter</i>)		
	D1	D2	D3
Pengaruh <i>starter effluent</i> digester aktif	4:2:0	4:0:2	6:0:0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair BHO penyamakan kulit dari laboratorium Politeknik ATK diuji parameter kimia di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Yogyakarta. Hasil uji limbah cair BHO dapat dilihat pada Tabel 3.

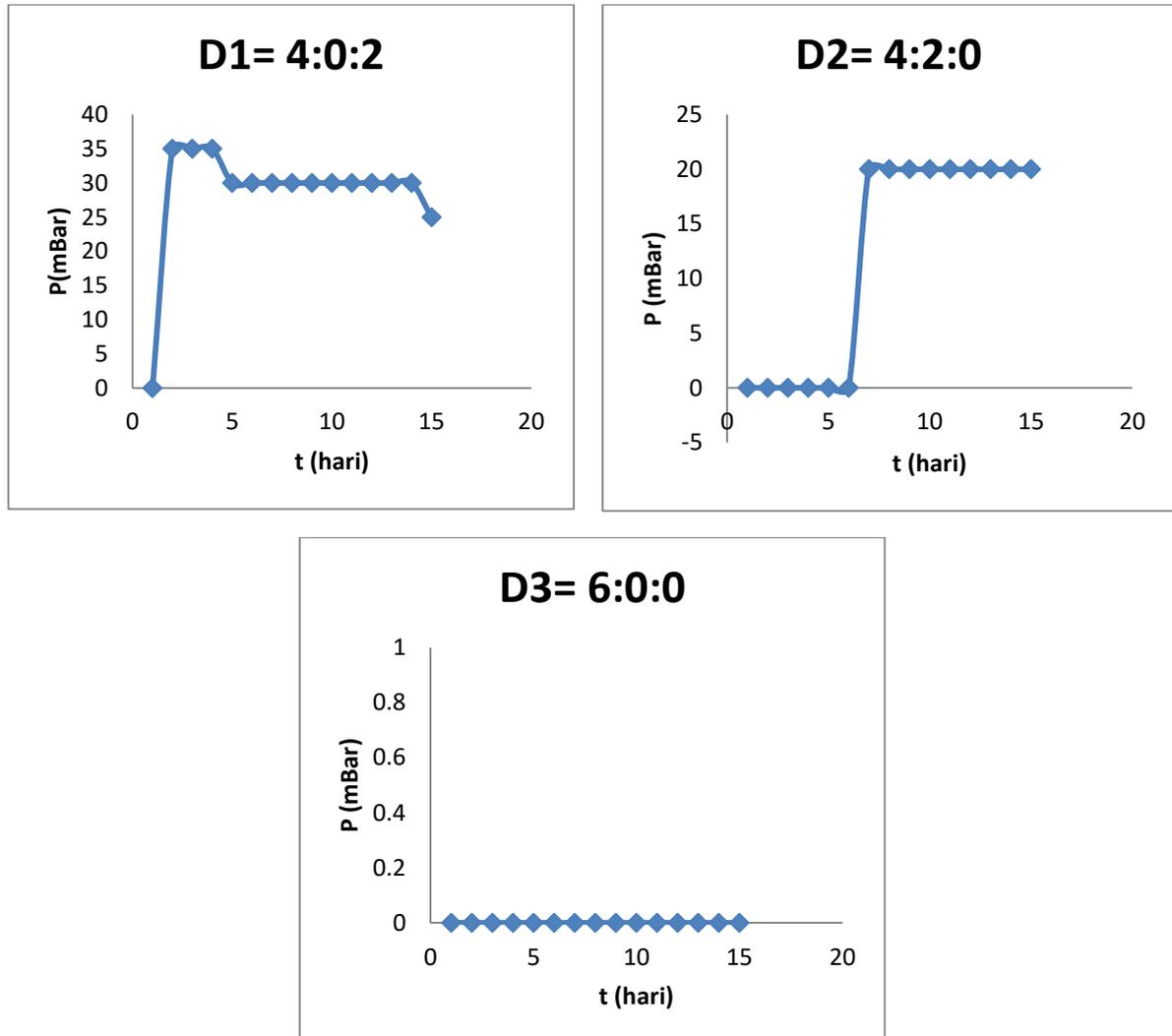
Tabel 3. Hasil Uji Parameter Kimia Limbah Cair BHO

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1	Nitrogen Total	mg/L	260
2	BOD ₅	mg/L	3265
3	COD	mg/L	11231,2
4	Sulfida	mg/L	901,5000
5	Krom Total	mg/L	0,2044
6	Amonia Total	mg/L	258,7679
7	Ph	-	12,3
8	TSS	mg/L	3480
9	TDS	mg/L	17790
10	Suhu	°C	26

Hasil uji limbah cair BHO yang telah dilakukan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai BOD sangat tinggi yaitu 3265 mg/L. Nilai COD 11231 mg/L, TDS: 17790 mg/L, TSS: 3480 mg/L. Semua nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu limbah cair yaitu BOD 50 mg/L; COD 110 mg/L; TDS 2000 mg/L; TSS 50 mg/L. Nilai parameter limbah BHO yang

diatas baku mutu tersebut, maka perlu dilakukan pengolahan limbah BHO secara intensif agar tidak mencemari badan perairan dan kehidupan ikan-ikan di laut. Nilai BOD dan COD yang tinggi, menunjukkan banyaknya zat organik yang terlarut maupun yang tersuspensi dalam air limbah.

Hasil pembuatan biogas dari limbah BHO dengan *starter effluent* digester aktif dan *co-digestion* kotoran sapi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan parameter proses dan waktu untuk mengetahui efek *starter* pada pembuatan biogas limbah cair BHO

Pada D3 tanpa *starter* dan tanpa kotoran sapi tidak terjadi produksi biogas. Penambahan *starter* menyebabkan bertambahnya jumlah bakteri metanogen sehingga terjadi pembentukan biogas. Pada D1 tanpa *starter* (4:2:0), terjadi peningkatan gas yang cepat dalam jumlah besar. Bakteri pada D1 berasal dari kotoran sapi saja. Pembentukan gas yang cepat dan

banyak disebabkan adanya bakteri dari kotoran sapi menyebabkan peruraian senyawa organik menjadi cepat. Tetapi produksi ini semakin turun, hal ini dimungkinkan terbentuknya inhibitor pada proses yang terjadi. Inhibitor yang terbentuk dapat menghambat pertumbuhan bakteri metanogen. Penghambatan pertumbuhan dapat disebabkan karena adanya asam lemak mudah menguap (VFA) yang merupakan zat hasil peruraian bakteri asidogen dari substrat senyawa organik. Jumlah VFA tinggi (di atas 4000 mg/L) dapat menghambat proses peruraian anaerobik secara signifikan (Rein, 2007).

Pada D2 dengan *starter* (4:0:2) menunjukkan pembentukan biogas yang relatif lambat diawal (hari ke-5 baru terbentuk) dan terbentuk gas pada hari ke-8 dengan tekanan konstan sampai hari ke-15. Bakteri pada digester ini berasal dari *starter effluent* digester aktif. Jumlah bakteri dari *effluent* ini cukup tinggi. Pertumbuhan biogas pada digester ini dilakukan oleh bakteri metanogen yang tidak dihambat oleh bakteri anaerob lainnya. Sehingga pertumbuhan bakteri metana semakin meningkat dengan bertambahnya hari.

Pada D3 tanpa *starter* dan tanpa kotoran sapi (6:0:0) menunjukkan tidak terbentuknya biogas. Pada proses BHO terjadi pada kondisi aerob, sehingga semua bakteri yang mungkin ada adalah bakteri aerob. Selain itu, karakter limbah cair BHO yaitu pH 12. Pada pH ini bakteri metanogen tidak dapat tumbuh. Sehingga untuk membuat biogas dari limbah cair BHO perlu dibuat kondisi encer dengan penambahan bahan lain dengan *co-digestion*. Dan penambahan sumber bakteri anaerob dari *starter* yang dapat tumbuh pada kondisi anaerob dan nutrisi yang cukup dari limbah cair BHO.

KESIMPULAN

1. Karakter limbah cair BHO adalah BOD dan COD tinggi sehingga dapat sebagai sumber nutrisi bakteri anaerobik.
2. Limbah cair BHO penyamakan kulit dapat digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan biogas secara *co-digestion* dengan penambahan *starter* sebagai sumber bakteri metanogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih atas kebaikan, dukungan, dan kerjasama dari Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, C., 2009, *Assesing Project Feaseibility Sistem Stability Using Aquasim*, CH-Four Biogas Inc., Ottawa.
- Deublin, D., Steinhauser, A., 2008, *"Biogas from Waste and Renewable Resources"*, WILEY-VCH Verlag GmbH and Co.KgaA, Weinheim.
- Dubey, S. K., 2005, *"Microbial Ecology of Methane Emission in Rice Agroecosystem"*, *Applied Ecology and Enviromental Research*, pp. 1-27.
- Gerardi, M. H., 2003, *"The Microbiology of Anaerobic Digesters"*, 1st ed., p. 89, John Wiley and Sons, Inc., New Jersey.
- KLH (Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup), 2008, *"Laporan Kegiatan Penurunan Beban Pencemaran Usaha Skala Kecil Tahun 2008"*, Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Madigan, M.T., Martinko, J. M., Parker, J., 2003, *"Biology of Mikroorganisms"* 9th ed., Pearson Education, Inc., USA.
- Rein, D.A., 1987, *"Converting Thin Stillage in to Renewable Energy, Fertilizer and Recyclable Water"*, Report Phase II-Thin Stillage, Rein and Associates, State of Minnesota.
- Rittman, B.E., McCarty, P.L., 2001, *"Enviromental Biotechnology: Principles and Applications"*, pp. 569-600, McGraw-Hill Higher Education, McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Yuli, S. I., 2005, *"Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah (Bagian Pertama)"*, *Berita Iptek Online*, 30 November 2005.
- Wresta, A., 2012, *"Pembuatan Biogas Dari Campuran Air Limbah Tahu dan Kotoran Sapi Menggunakan Bibit Mikrobial Pemicu dari Slurry Keluaran Digester Aktif"*, Tesis, Program Studi Teknik Kimia, Kelompok Bidang Ilmu-Ilmu Teknik, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.