

**STUDI PEMBUATAN BIOHIDROGEN DARI LIMBAH PADAT BLOTONG
DAN LIMBAH CAIR INDUSTRI GULA SECARA FERMENTASI
ANAEROB**

**PRODUCTION OF BIOHYDROGEN FROM BLOTONG SOLID WASTE
AND SEWER LIQUID WASTE BY ANAEROB FERMENTATION**

Darmin*¹, Ismail Marzuki², A.Sry Iryani³

^{1,2,3}Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar ,90231

*Email : mto347@gmail.com

ABSTRAK

Studi Pembuatan Biohidrogen dari Limbah Padat Blotong dan Limbah Cair Industri Gula secara Fermentasi Anaerob. Hidrogen merupakan sumber energi yang bersih dan efisien. Gas tersebut memiliki kandungan energi tertinggi per unit dan merupakan bahan bakar yang tidak terikat secara kimia dengan karbon. Hidrogen merupakan sumber energi alternatif yang dapat diproduksi dari sumber energi terbarukan seperti biomassa yang dikenal dengan istilah biohidrogen. Produksi biohidrogen dapat dilakukan dengan cara teknik fermentasi. Metode ini merupakan perpaduan antara pendekatan secara kimiawi dan biologi. Secara biologi limbah yang menjadi bahan baku pembuatan hidrokarbn ini didegradasi menggunakan berbagai jenis jamur. Sedangkan secara kimiawi menggunakan asam kuat dari mulai yang kuat sampai yang telah diencerkan. Keistimewaan yang ada pada biohidrogen adalah bahwa biohidrogen mudah dikonversi menjadi fuel atau listrik tanpa menyisakan polutan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memanfaatkan limbah industri gula dengan menggunakan bakteri hidrogenasi secara fermentasi anaerob untuk menghasilkan biohidrogen sebagai bahan bakar terbarukan dan ramah lingkungan serta dapat mengidentifikasi perbandingan yang baik untuk menghasilkan biohidrogen antara limbah padat blotong dengan limbah cair. Penelitian ini dilakukan dengan 3 variasi perbandingan antara limbah padat blotong dan limbah cair industri gula yaitu: 1:1, 1:2, dan 2:1. Dan dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa rasio perbandingan yang terbaik menghasilkan biohidrogen adalah perbandingan rasio 2:1 yang mengidentifikasi terbentuknya gas terlihat pada balon.

Kata Kunci : Fermentasi anaerob, limbah blotong, biohidrogen, bakteri hidrogenasi, uji proximate

ABSTRACT

Study of the manufacture of biohydrogen Biohydrogen from Blotong Solid Waste and Sewer Liquid Waste by Anaerob Fermentation. Hydrogen is a clean and efficient energy source. The gas has the highest energy content per unit and is a fuel that is not chemically bonded

with carbon. Hydrogen is an alternative energy source that can be produced from renewable energy sources such as biomass known as biohydrogen. Biohydrogen production can be done by fermentation technique. This method is a combination of chemical and biological approaches. Biological waste that became the raw material for the manufacture of hydrocarbons is degraded using various types of fungi. While chemically using strong acids from a strong start to a diluted. The specialty that exists in biohydrogen is that biohydrogen is easily converted to fuel or electricity without leaving pollutants. This research was conducted with the aim to utilize the industrial waste of sugar by using anaerobic fermentation hydrogenation bacteria to produce biohydrogen as renewable and environmentally friendly fuel and can identify good ratio to produce biohydrogen between solid waste with liquid waste. This research was conducted with 3 comparison of variation between solid blotongwaste and sugar industry liquid waste that is: 1:1, 1:2, 2:1. From the results of this study it is concluded that the best ratio of the ratio of biohydrogen is the ratio 2:1 which identifies the formation of visible gas in the balloon.

Keywords: Anaerobic fermentation, waste blotong, biohidrogen, hydrogenation bacteria, proximate test.

PENDAHULUAN

Hidrogen diproyeksikan oleh banyak negara akan menjadi bahan bakar masa depan yang ramah lingkungan dan lebih efisien. Dimana suplai energi yang dihasilkan sangat bersih karena hanya menghasilkan uap air sebagai emisi selama berlangsungnya proses.

Gas hidrogen (H_2) yang dihasilkan melalui aktivitas mikroorganisme, dianggap sebagai bahan bakar alternatif dan membawa harapan sebagai energi alternatif untuk masa depan. Biohidrogen dipandang lebih ramah lingkungan karena di dalam proses produksinya tidak memerlukan energi yang besar serta tidak ada emisi karbon yang dihasilkan.

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan bahaya, limbah ini dikenal dengan limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya). Sebagai contoh pada industri pembuatan gula yang menghasilkan limbah padat (blotong) dan limbah cair. Apabila limbah-limbah tersebut dibiarkan begitu saja maka akan mencemari lingkungan. Salah satu alternative untuk pemanfaatan limbah dari industri gula tersebut khususnya blotong dan limbah cair industri gula yaitu dengan memproduksi biohidrogen.

Produksi hidrogen dari biomasa secara biologi masih terbuka luas untuk penelitian dan pengembangan karena proses biologi dapat memanfaatkan semua jenis sumber bahan baku terbarukan sebagai sumber hidrogen. pada penelitian kali ini adalah mencoba untuk memproduksi biohidrogen secara fermentasi dengan pemanfaatan limbah padat dan limbah cair dari industri gula.

METODE PENELITIAN

Dalam proses produksi biohidrogen dari limbah padat blotong dan limbah cair industri gula, proses penelitiannya dilakukan secara fermentasi anaerob dengan perbandingan tertentu antara blotong dan limbah cair industri gula dengan kondisi operasi pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

Cara kerja

Blotong dicampur dengan limbah cair industri gula dengan perbandingan 2:1 (blotong : limbah cair = 100 gram : 50 gram), 1:2 (blotong : limbah cair = 50 gram : 100 gram) dan 1:1 (blotong : limbah cair = 100 gram : 100 gram). Campuran tersebut dimasukkan ke dalam fermentor yang akan dioperasikan secara batch. Fermentor akan ditutup rapat lalu disambungkan dengan pipa kapiler yang telah dipasangkan penampung gas dan dilakukan pengamatan sampai terbentuknya gas optimum.

Bahan

Limbah padat industri gula yaitu blotong dan limbah cair industri gula yang digunakan sebagai media bakteri penghasil hidrogen.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung fermentor (Erlenmeyer), selang/pipa kapiler, penampung gas (balon), sumbat karet.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Karakteristik Bahan baku Uji Proximat Blotong

Karakteristik bahan baku dari hasil uji Proximate Blotong dapat dilihat dari tabel 1 berikut ini:

Tabel 1 : Data Hasil Uji hasil Uji Proximate Blotong

No	Analisa	Nilai
1	Kadar Air	10,67 %
2	Kadar Volatile Matter	2,64 %
3	Kadar Abu	1.04 %
4	Kadar Fixed Carbon	$100-(14,35)= 85,65 \%$
5	Nilai Kalor	Tidak Terdeteksi
6	Polarisasi	1,88 °Z

1. Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam satuan persen.

2. Kadar Volatil Matter

Volatile matter adalah bahan yang tidak stabil. Materi volatil cenderung tidak tetap dalam satu keadaan dan akan cepat beralih ke keadaan lain, atau menguap, bila kondisi yang tepat terpenuhi.

3. Kadar Abu

Penentuan kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Pengertian dari kadar mineral adalah ukuran jumlah komponen anorganik tertentu yang terdapat pada bahan pangan seperti Ca, Na, K, dan Cl.

4. Kadar Fixed Karbon

Kandungan *fixed carbon*, yaitu komponen yang bila terbakar tidak membentuk gas. Makin besar nilai fixed carbon maka penyalaan bahan semakin sulit, dan proses pembakaran memerlukan waktu yang lama.

5. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah energy kalor yang dilepaskan bahan bakar pada waktu terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia pada bahan tersebut.

6. Polarisasi

Derajat pol atau yang biasa disebut dengan kadar pol adalah jumlah gula (dalam gram) yang terkandung dalam setiap 100 gram larutan yang didapat dari pengukuran dengan menggunakan polarimeter secara langsung.

Tabel 2 : Hasil uji Karakteristik bahan baku dari limbah cair industri gula

No	Analisa	Nilai
1	Berat jenis	0,97
2	pH	6,96
3	Warna	Kuning kecoklatan
4	COD	180
5	TDS	927

1. Berat Jenis (*specific gravity*)

yang dimaksud berat jenis suatu benda adalah perbandingan massa jenis benda itu terhadap massa jenis air.

2. pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan.

3. Warna

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut.

4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air.

5. TSS (*Total Suspended Solid*)

Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena disamping dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisme tidak dapat berlangsung.

Tabel 3 : Perkembangan gas hasil fermentasi blotong dan limbah cair industri gula

Hari ke-	2:1	1:1	1:2
1	-	-	-
2	+	+	+
3	+++	++	++
4	++++	+++	+++
5	+++++	++++	++++
6	+++++	++++	++++
7	+++++	++++	++++

Keterangan:

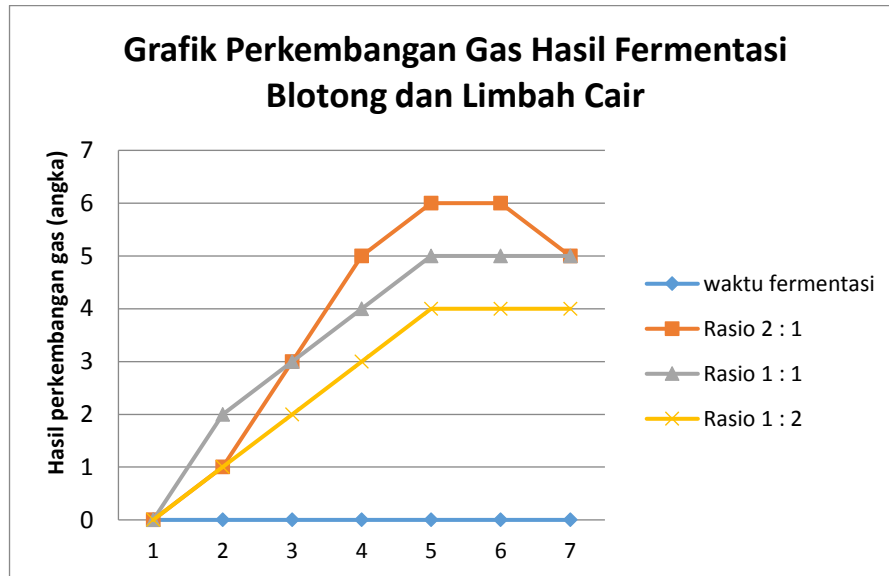
- Tanda minus (-) tidak ada gas
- Tanda plus (+) ada gas terbentuk
- Tanda plus banyak (++++), banyak gas yang terbentuk

Dari tabel pengamatan dapat dilihat perkembangan volume gas yang terbentuk sebagai berikut:

1. Hari pertama belum terbentuk gas pada setiap balon
2. Hari kedua setiap balon sudah mulai terbentuk gas, dan paling banyak terbentuk pada perbandingan 1:1
3. Hari ketiga volume gas yang terbentuk semakin besar dan paling besar perkembangan volumenya adalah perbandingan 2:1
4. Hari keempat volume gas yang terbentuk terus bertambah distiap balon dan yang paling banyak terbentuk gas yaitu pada perbandingan 2:1
5. Hari kelima volume gas yang terbentuk sudah tidak terlihat, volume balon sudah konstan
6. Hari keenam volume gas yang terbentuk sudah tidak terlihat
7. Hari ketujuh volume gas yang terbentuk semakin kecil, volume balon sudah konstan cenderung mengecil.

Table 4 : Perkembangan gas hasil fermentasi blotong dan limbah cair industri gula (hasil dalam bentuk angka)

Waktu Fermentasi	Perbandingan blotong : limbah cair industri gula		
	2:1	1:1	1:2
Hari ke-1	0	0	0
Hari ke-2	1	2	1
Hari ke-3	3	3	2
Hari ke-4	5	4	3
Hari ke-5	6	5	4
Hari ke-6	6	5	4
Hari ke-7	5	5	4



Gambar grafik hubungan antara perkembangan gas yang terbentuk dengan waktu fermentasi

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang dilakukan pada perkembangan volume balon yang digunakan sebagai penampung gas dari fermentor sebagai hasil dari fermentasi anaerob dari campuran blotong dan limbah cair industri gula dapat diketahui proses terbentuknya gas terjadi pada hari ke dua dari percobaan sampai hari ke enam, dan dari hasil percobaan di atas dapat diketahui pula volume gas H_2 yang terbentuk paling banyak yaitu pada rasio 2:1, kemudian rasio 1:1, dan terakhir rasio 1:2.

Gas yang dihasilkan pada rasio 2:1 mempunyai volume paling banyak disebabkan karena blotong yang digunakan jumlahnya lebih banyak dari rasio lainnya, sehingga banyak glukosa yang dapat dirubah menjadi gas H_2 oleh bakteri yang terkandung dalam air limbah.

KESIMPULAN

Karakteristik limbah padat blotong dengan uji proximate adalah sebagai berikut: kadar air = 10.67%, kadar volatile matter = 2.64%, kadar abu = 1.04%,

kadar fixed carbon = 85.65%, nilai kalor = tidak terdeteksi, polarisasi = 1.88^oZ. Sedangkan karakteristik untuk limbah cair gula industri adalah sebagai berikut: berat jenis = 0.97, pH = 6.96, warna = kuning kecoklatan, COD = 180mg/l, TSS = 927mg/l.

Limbah blotong dan limbah cair dari industri gula dapat dirubah menjadi biohidrogen dengan cara fermentasi. Fermentasi blotong dan limbah cair pada suhu termofilik (25^oC - 40^oC) mempunyai potensi tinggi sebagai penghasil energi. Proses termofilik dapat menghidrogenkan sampah organik yang digunakan sebagai substrat.

Produksi optimum biohidrogen dapat dicapai pada rasio perbandingan blotong dan limbah cair 2:1.

DAFTAR PUSTAKA

- Balu U, Balachandran, T.H. Lee, S.E. Dorris. 2007. Hydrogen production by water dissociation using mixed conducting dense ceramic membranes. *International Journal of Hydrogen Energi*, **32**,451 – 456.
- Das, D. and T. N. Veziroglu (2001). "Hydrogen production by biological processes : a survey of literature." *International Journal of Hydrogen Energy* **26**: 13-28.
- Eswaramoorthi, V. Sundaramurthy, A.K. Dalai. 2006. Partial oxidation of methanol for hydrogen production over carbon nanotubes supported Cu-Zn catalysts. *Journal of Applied Catalysis A: General*, 313, 22–34.
- Evdou A, V. Zaspalis, L. Nalbandian. 2010. La_{1-x}Sr_xFeO₃ perovskites as redox materials for application in a membrane reactor for simultaneous production of pure hydrogen and synthesis gas. *Journal Of Fuel* 89, 1265–1273.
- Fardiaz, 1988, *Fisiologi Fermentasi*, PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kanal, S., W. Chen, dkk. (2004). "Biological hydrogen production : effects of pH and intermediate products." *International Journal of Hydrogen Energy* **29**: 1123-1131
- Kuo, C. H. dan Lee, C. K. (2008), "Enhanced Enzymatic Hydrolysis of Sugarcane Bagasse by N-methylmorpholin-N-oxida Pretreatment, *Bioresource Technology*, Vol. 100. hal.866-871.

- Lee, K., P. Lin, dkk. (2006). "Temperature effects on biohydrogen production in a granular sludge bed induced by activated carbon carriers." *International Journal of Hydrogen Energy* **31**: 465-472.
- Guevara J.C., J.A. Wang, L.F. Chen, M.A. Valenzuela, P. Salas, A. Garcí'a-Ruiz, J.A. Toledo, M.A. Cortes-Ja'come, C. Angeles-Chavez, O. Novaro. 2010. Ni/Ce-MCM-41 mesostructured catalysts for simultaneous production of hydrogen and nanocarbon via methane decomposition. *International Journal of Hydrogen Energi*, **35**, 3509-3521.
- Hawkes FR, Dinsdale R, Hawkes DL, Hussy I, 2002, *Sustainable fermentative biohydrogen: challenges for process optimization*. *Int J Hydrogen Energy*, **27**:1339-47
- Ilcham, M. a. (2011). Pengembangan Teknologi Bersih berbasis Hidrogen menggunakan Sumber Daya Alam Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (pp. 1-17). Yogyakarta: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia.
- Kundu, A.J.H. Gil, J.H. Jang, H.R. Lee, C.R. Jung, B.S. Ku, K.S. Chae. 2010. Room temperature hydrogen production from water in auto-electrolytic process. *International Journal of Hydrogen Energi*, **35**, 10827-10827.
- Lee, K., P. Lin, dkk. (2006). "Temperature effects on biohydrogen production in a granular sludge bed induced by activated carbon carriers." *International Journal of Hydrogen Energy* **31**: 465-472.
- Penkova A., L. Bobadillaa, S. Ivanova, M.I. Dominguez, F. Romero-Sarriaa, A.C. Roger, M.A. Centeno, J.A. Odriozola. 2011. Hydrogen production by methanol steam reforming on NiSn/MgO-Al₂O₃ catalysts: The role of MgO addition. *Journal of Applied Catalysis A: General* **392** . 184-191.
- Pieterneel A.M. Claassen, Truus de Vrije, Emmanuel Koukios, Ed van Niel, Inci Eroglu, Michael Modigell, Anton Friedl, Walter Wukovits, Werner Ahrer. 2010. Non-thermal production of pure hydrogen from biomass: Hyvolution, *Journal of Cleaner Production*, **18**, 54-58.
- Sutanto, R., 2002, *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Vijayaraghavan, K., D. Ahmad, dkk. (2006). "Biohydrogen generation from jackfruit peel using anaerobic contact filter." *International Journal of Hydrogen Energy* **31**: 569-579.
- Widodo, Y., dan Muhtarudin, 2008, Pemanfaatan Blotong Melalui Pengolahan Biologis untuk Meningkatkan Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik serta Parameter Rumen secara In Vitro, *Animal Production ISSN 1411 - 2027*, **10** (1), 30-33
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz, 1980 *pengantar teknologi pangan* PT. Gramedia Jakarta

Zhang, H., Lin, G., Chen, J., 2010. Evaluation and calculation on the efficiency of awater electrolysis system for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energi*, 35, 10851- 10858.