

## BIOBUTANOL DARI GLUCOSE OFF GRADE DENGAN PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN *CLOSTRIDIUM ACETOBUTYLICUM*

Suprihatin<sup>1)</sup>, Nur Sofiati<sup>2)</sup>, Nanang Eko Prastiyo<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, email: ibu.suprihatin@yahoo.com

<sup>2)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, email: nurshofi28@gmail.com

<sup>3)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, email: nanangofficial@gmail.com

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya Jawa Timur 60294, Telp. (031) 8782179

\*Penulis Korespondensi: E-mail: ibu.suprihatin@yahoo.com

### Abstrak

Menurunnya persediaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui maka perlu untuk mencari sumber bahan bakar alternatif lain yang dapat diperbaharui. Glucose Off-Grade merupakan glukosa yang belum terstandarisasi atau bisa dikatakan standart mutunya tidak sesuai dengan Standard Nasional Indonesia, sehingga nilai jualnya rendah. Glucose off-grade sendiri memiliki kandungan glukosa yang dapat difermentasi secara langsung hingga menghasilkan produk butanol. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh biobutanol dari salah satu bahan organik yang mengandung monosakarida dengan proses fermentasi bakteri *Clostridium Acetobutylicum*. Biobutanol dihasilkan dengan melakukan proses fermentasi glucose off-grade yang sudah diencerkan hingga kadar 15%. Dengan peubah volume starter 3, 5, 7, 9, 11 (%v/v) dan waktu fermentasi 4, 6, 8, 10, 12 (hari). Proses fermentasi dilakukan dalam kondisi anaerob pada suhu 30°C. Hasil dari fermentasi dilakukan pemurnian dengan menggunakan distilasi pada suhu 80°C dan didapatkan kadar butanol pada hari ke -12 sebesar 7,785% dengan jumlah starter 11%v/v.

**Kata kunci:** Butanol ; *Clostridium Acetobutylicum*; Glukosa off-grade

## BIOBUTANOL FERMENTATION PROCESS FROM OFF GRADE GLUCOSE USING *CLOSTRIDIUM ACETOBUTYLICUM*

### Abstract

Finding renewable fuels source alternatives is crucial due to the reduced inventory of non-renewable fossil fuels. The off-grade glucose is the unstandardized glucose, or if its quality does not meet the Indonesian National Standard. Hence, the selling value is low. The off-grade glucose, per se, has glucose content that can be fermented directly to produce Butanol product. The purpose of this research is to obtain Biobutanol from an organic material that contains Monosaccharide by the fermentation process of *Clostridium Acetobutylicum*. Biobutanol is produced by fermenting the off-grade glucose which has been diluted to 15% using starter volume variables of 3, 5, 7, 9, 11 (% v / v) and fermentation time of 4, 6, 8, 10, 12 (days) under anaerobic condition at a temperature of 30°C. The fermentation results undergo a purification process using a distillation method at a temperature of 80°C. The obtained Butanol content on the 12th day was 7.785% with the amount of starter of 11% v / v.

**Key words:** Butanol; *Clostridium Acetobutylicum*; Off-grade Glucose.

## PENDAHULUAN

Menurunnya persediaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui maka perlu untuk mencari sumber bahan bakar alternative lain yang dapat diperbaharui. Biofuel (bahan bakar nabati) merupakan salah satu contoh energy terbarukan yang mudah diimplementasikan, selain itu biofuel merupakan sumber energy yang tidak akan habis secara alami. Biobutanol merupakan salah satu energy alternative pengganti bahan bakar fosil yang dapat diproduksi dari bahan alami ataupun dari limbah sisa produksi yang mengandung gula dan pati. Glucose off grade adalah merupakan glucose yang kurang diminati didalam industry makanan maupun minuman karena belum bersertifikasi Standart Nasional Indonesia (SNI) (Murtias, 2015)

Untuk meningkatkan nilai jual dari glucose off grade maka dibuat derivat dari glucose off grade dengan menjadikannya menjadi biobutanol. Glucose off grade sendiri memiliki kandungan glukosa yang dapat difermentasi secara langsung hingga menghasilkan produk biobutanol.

Biobutanol adalah senyawa alkohol yang memiliki rumus molekul  $C_4H_9OH$  dan dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik yang memiliki kandungan karbohidrat dengan menggunakan bakteri *Clostridium Acetobutylicum*. Butanol terbentuk dari fermentasi ABE (Aseton-Butanol-Etanol). Dari proses tersebut memperlihatkan potensi yang menghasilkan energi yang lebih banyak dengan butanol sebagai produk cair. (Danova, 2015)

Bakteri yang digunakan dalam pembuatan Biobutanol ini adalah bakteri *Clostridium Acetobutylicum*, yang dapat mengubah berbagai macam monosakarida menjadi Aseton, Butanol dan Etanol. Hasil fermentasi tersebut kemudian di destilasi untuk memperoleh kandungan murni dari butanol.

Selain itu, bakteri *Clostridium* dapat mengkonsumsi gula yang diperlukan dalam proses fermentasi butanol seperti laktosa, sukrosa, fruktosa, glukosa, dan pati. Biobutanol dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan

bakar karena memiliki karakteristik yang sama dengan bensin.

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh biobutanol dari salah satu bahan organik yang mengandung monosakarida dengan proses fermentasi bakteri *Clostridium Acetobutylicum*, dengan pengaruh penambahan starter pada fermentasi dan waktu fermentasi.

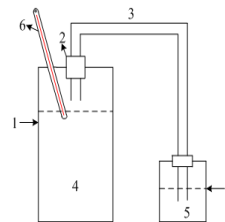
## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan utama berupa glukosa off grade dan bakteri *Clostridium Acetobutylicum* sebagai bahan pembantu.

### Alat

Alat utama yang digunakan adalah serangkaian alat fermentasi dan alat pendukung yang tersaji dalam gambar berikut



Keterangan:

- 1 : Botol kaca
- 2 : Penutup
- 3 : Selang
- 4 : Larutan Fermentasi
- 5 : Air
- 6 : Thermometer

### Metode Penelitian :

Glucose off-grade diencerkan dengan aquadest hingga kadar 15%. Kemudian larutan disterilkan didalam autoclave selama 15 menit. Didinginkan pada suhu  $\pm 30^{\circ}C$ . Larutan Glucose off-grade yang telah disterilkan dimasukkan kedalam botol fermentasi sebanyak 500 ml. Starter *Clostridium Acetobutylicum* dimasukkan sesuai dengan variabel yang dikerjakan. Waktu fermentasi dilakukan sesuai dengan variabel yang dikerjakan. Untuk lebih memurnikan hasil dari fermentasi dilakukan proses distilasi. Analisa kadar Biobutanol yang dihasilkan menggunakan Gas Kromatografi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Glucose off-grade yang merupakan bahan baku dari biobutanol berdasarkan analisa laboratorium mempunyai kadar glukose sebesar 80%.

Pada proses fermentasi untuk menghasilkan biobutanol kadar glukose berkisar antara 10 – 20%, karena itu perlu dilakukan proses pengenceran glukosa terlebih dahulu sebelum dilakukan proses fermentasi.

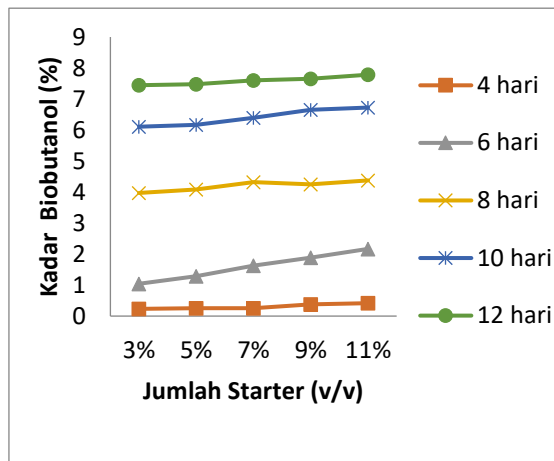
Berdasarkan kurva pertumbuhan bakteri, waktu terbaik untuk memasukkan starter ke dalam larutan glukosa *off-grade* adalah pada waktu 10 jam. Hal ini dikarenakan pada waktu tersebut bakteri *Clostridium Acetobutylicum* mulai tumbuh dan siap untuk mengkonversi glukosa menjadi biobutanol.

#### PENGARUH JUMLAH STARTER DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOBUTANOL.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar biobutanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah starter dan waktu fermentasi. Hal ini terlihat pada tabel.

Tabel 1. Pengaruh jumlah starter yang digunakan dan waktu fermentasi terhadap kadar biobutanol

Waktu Fermentasi	Kadar Biobutanol (%)				
	Jumlah Starter (v/v)				
	3%	5%	7%	9%	11%
4 hari	0,233	0,25	0,258	0,374	0,416
6 hari	1,043	1,292	1,627	1,883	2,167
8 hari	3,972	4,085	4,325	4,250	4,376
10 hari	6,108	6,168	6,394	6,653	6,725
12 hari	7,447	7,481	7,600	7,649	7,785



Gambar 1. Hubungan Antara kadar Biobutanol terhadap Jumlah Starter

Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui bahwa proses pembentukan biobutanol mulai terjadi pada waktu fermentasi 4 – 12 hari. Kadar biobutanol tertinggi yang diperoleh sebesar 7,785% pada hari ke-12 dengan jumlah starter 11% v/v. Hal ini disebabkan karena meningkatnya pertumbuhan bakteri dan aktivitas bakteri yang didukung dengan adanya cadangan nutrisi yang diperoleh dari starter.

Kuantitas starter yang ditambahkan juga berpengaruh pada hasil kadar butanol yang dihasilkan, dimana starter yang ditambahkan kurang lebih sebesar 5-10% (Judoamidjojo, 1992).

Selain itu, starter yang digunakan sudah dalam kondisi optimal sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama untuk beradaptasi ketika proses fermentasi berlangsung. Namun kadar biobutanol yang dihasilkan belum dalam kondisi terbaik, karena hasil kadar biobutanol pada proses fermentasi masih terus naik secara signifikan dari hari ke-4 sampai ke-12. Namun pada kondisi mulai hari ke-4 sampai ke-12 belum dikatakan dalam kondisi berakhirnya proses pengonversian glukosa menjadi biobutanol karena hasil kadar biobutanol terus meningkat sampai hari ke-12.

Pada penelitian ini fermentasi biobutanol pada kondisi anaerob dilakukan pada berbagai jumlah starter bakteri *Clostridium*

*Acetobutylicum* yang berbeda. Peningkatan volume starter akan mempercepat terjadinya fermentasi terutama bila digunakan substrat berkadar glukosa tinggi. Hal ini terlihat pada jumlah starter bakteri *Clostridium Acetobutylicum* 3% sampai 11% mengalami peningkatan yang signifikan.

Pada hari ke-8 dengan jumlah starter 9% v/v, kadar biobutanol yang dihasilkan belum maksimal karena masih terjadi penurunan kadar biobutanol. Penurunan hasil kadar biobutanol tersebut dapat disebabkan oleh proses destilasi yang dilakukan kurang maksimal. Pada saat mengontrol suhu larutan dalam labu destilasi, jika tidak dilakukan dengan tepat, maka biobutanol yang bersifat volatile akan mudah menguap sehingga banyak biobutanol yang hilang selama proses destilasi.

Hasil *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan senyawa terpenting yang muncul yaitu adanya gugus –OH. Rentangan ikatan hidrogen –OH pada gugus hidroksi untuk mengetahui produk senyawa yang muncul adalah alkohol primer yaitu terdapat gugus –CO yang mengikat –OH primer.

Kadar produk alkohol primer yang dihasilkan dari *Gas Chromatography* muncul pada waktu tertentu. Pada hasil analisa menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) terdapat pengotor yang terdeteksi.

Senyawa pengotor tersebut seperti senyawa Acetone, 1-Propanol, 2-methyl, Methyl alkohol. Senyawa-senyawa tersebut merupakan pengotor yang bersifat organik dan termasuk golongan senyawa alkohol. Hal ini disebabkan karena dari hasil spektra *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) berupa senyawa butanol mengalami reaksi dekarboksilasi (kehilangan CO<sub>2</sub>). Kemudian akibat pemanasan terjadi oksidasi lanjutan yang mengakibatkan putus rantai CH<sub>2</sub>. Sehingga berpengaruh pada hasil kadar biobutanol.

Secara umum kadar biobutanol yang dihasilkan terus meningkat seiring dengan lama waktu fermentasi. Proses pembentukan biobutanol mulai terjadi pada variasi hari ke-4 sampai ke-12. Hal ini disebabkan oleh aktivasi

bakteri sudah terjadi pada hari ke-4 sampai ke-12 dengan kondisi tanpa adanya inhibitor atau pengaruh ketersediaan oksigen pada proses fermentasi sehingga bakteri dapat mengkonversi glukosa dalam substrat. Aktivitas bakteri memproduksi butanol sudah berlangsung pada hari pertama karena mikroorganisme atau bakteri. *Clostridium Acetobutylicum* tidak membutuhkan waktu yang lebih lama untuk beradaptasi dengan lingkungan yang baru. (Gebhardt, 1970)

## SIMPULAN

Glucose Off-Grade yang merupakan bahan baku biobutanol memiliki kandungan monosakarida sehingga dapat difermentasi dengan bakteri *Clostridium Acetobutylicum* untuk menghasilkan biobutanol. Kadar biobutanol tertinggi didapatkan pada hari ke 12 dan jumlah starter 11% dengan hasil kadar sebesar 7,7853%. Peningkatan kadar biobutanol terbaik terjadi pada hari ke-4 sampai ke-8.

## DAFTAR PUSTAKA

- Danova, Ade. 2015. *Bio-Butanol*. (<http://adedanova.blogspot.com/2015/05/bio-butanol.html>). Diakses pada tanggal 16 September 2017 pukul 19.33 WIB
- Fajariah, Hayuni Devina, dan Wahyono Hadi. 2014. *Pemanfaatan Serbuk Gergaji menjadi Biobutanol dengan Hidrolisis Selulase dan Fermentasi Bakteri Clostridium Acetobutylicum*. Jurnal Teknik POMITS vol.3 No.2.
- Gebhardt, Louis P. 1970. *Microbiology*. Tokyo : Toppan Company.
- Hidayat, Nur, dkk. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- Judoamidjojo, M, dkk. 1982. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta : Rajawali Pres.
- Lehninger, Albert L. 1990. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta : Erlangga.
- Murtias, K D, Ade H M & Agus B. 2015. *Optimasi Produksi Gula Cair Dari Pati Sagu (Metroxylon spp.) Asal Sulawesi Tenggara*. Program Studi Kimia Universitas Pakuan, Bogor.



- 
- Suharto, Ign. 2017. *Bioteknologi Dalam Bahan Bakar Fosil*. Yogyakarta : Andi Publisher.
- Rahmawati, dkk. 2015. *Sirup Glukosa Fungsional dari Tepung Ubi Jalar Ungu*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No. 3 p. 1152-1159.
- Zaif. 2014. *Fermentasi*. (<https://zaifbio.wordpress.com/tag/fermentasi/>). Diakses pada tanggal 14 Maret 2018 pukul 22.00 WIB.