

PENGARUH TEMPERATUR LIQUIFIKASI TERHADAP PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI SORGUM DENGAN PROSES SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK DENGAN YEAST CANDIDA UTILIS

Tiara Fitriana, Chairul, Maria Peratenta Sembiring
Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
Email : Tiarafitriana@yahoo.co.id, No. Hp: 081365778898

ABSTRACT

Bioethanol is produced from plant raw materials containing sugar, starch and cellulose, through the fermentation process with the help of microorganisms. One of the raw materials that have the potential to be developed in Indonesia is sorghum seeds that contain 65% -71% starch, so it can be done liquification process using enzymes amylase and the simultaneous saccharification fermentation (SSF) using enzyme glucoamylase and yeast Candida utilis as agents fermentation to produce bioethanol. The purpose of this study to determine the effect of temperature liquification to sugar produced and determine the best fermentation time. This research is varying liquification temperatures, that is 75⁰C, 85⁰C and 95⁰C and the fermentation time is 12, 24, 48 and 72 hours at pH 5. Bioethanol tests were conducted with alcoholmeter and sugar analysis using visible light spectrophotometer. The results showed that the highest concentration of sugar obtained at the liquification temperature of 85⁰C, using the enzyme amylase reached 4.63 g/l, while the best fermentation time was 48 hours at liquification temperature 85⁰C with bioethanol concentration of 4% or 40 g/l.

Keywords: Bioethanol, Candida utilis, liquification, temperature, sorghum

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia. Sampai saat ini Indonesia masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Karena sifatnya yang tidak terbarukan, penggunaan bahan bakar fosil secara terus menerus dapat menyebabkan munculnya masalah kelangkaan yang dapat berimplikasi pada berbagai sektor seperti ekonomi sehingga diharapkan dapat terciptanya energi yang terbarukan [Hadiyoso dkk,2009]. Bahan bakar berbasis

nabati diharapkan dapat mengurangi terjadinya kelangkaan BBM, sehingga kebutuhan akan bahan bakar dapat terpenuhi. Bahan bakar berbasis nabati salah satu contohnya adalah bioetanol.

Bioetanol adalah alkohol yang dibuat dari bahan baku yang bersifat dapat diperbarui. Salah satu proses produksi bioetanol adalah dengan cara fermentasi dari bahan yang mengandung glukosa atau polimer glukosa (polisakarida). Salah satu

bahan baku bioetanol yang bisa digunakan adalah sorgum. Tanaman sorgum memiliki produksi biji dan biomassa yang jauh lebih tinggi dibandingkan tebu. Laju pertumbuhan tanaman sorgum jauh lebih cepat umurnya hanya 4 bulan dibandingkan dengan tebu 7 bulan [Soeranto, 2008].

Biji sorgum mengandung 65-71% pati yang dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana. Biji sorgum dapat dibuat menjadi gula atau glukosa cair, sirup fruktosa sesuai dengan kandungan gula pada biji. Gula sederhana yang diperoleh dari biji sorgum selanjutnya dapat difermentasikan untuk menghasilkan alkohol. Setiap ton biji sorgum dapat menghasilkan alkohol dengan volume sekitar 384 L [Sumarno dan Karsono, 1995].

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α glikosidik. Pati terdiri dari 2 fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α (1,4) D-glukosa, sedang amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α (1,4) D-glukosa sebanyak 425 % dari berat total [Risnoyatiningsih, 2011].

Pati dapat dikonversi menjadi bioetanol dengan proses hidrolisis dan fermentasi. Hidrolisis adalah proses kimia yang menggunakan air sebagai pemecah suatu senyawa [Atika, 2010]. Proses hidrolisis dapat dilakukan dengan menggunakan asam maupun secara enzimatik. Keuntungan hidrolisis dengan enzim dapat mengurangi efek negatif

terhadap lingkungan. Hidrolisis dengan menggunakan kombinasi enzim-enzim berlangsung dalam 2 tahap, yaitu :

1. Proses Liquefikasi, proses pencairan gel pati dengan menggunakan enzim α -amilase. Hasil hidrolisnya adalah dextrin. α -amilase adalah endo-enzim yang bekerjanya memutus ikatan α - 1,4 dibagian dalam molekul baik pada amilosa maupun amilopektin. Enzim α -amilase bekerja pada rentang suhu 80⁰C – 90⁰C [Uminingsih, 2010].
2. Proses Sakarifikasi, proses hidrolisis dextrin menjadi glukosa dengan bantuan enzim glukamilase. Enzim glukamilase bersifat eksoamilase, yaitu dapat memotong ikatan α -1,4 pada pati. Disamping itu amiloglukosidase (glukamilase) juga dapat memotong ikatan α -1,6, sehingga molekul-molekul pati dapat dikonversikan menjadi molekul-molekul glukosa bebas. Enzim glukamilase (amiloglukosidase) mempunyai suhu optimum 60⁰C dan pH optimum 4,0 – 5,0 [Winarno, 1995].

Setelah dilakukan proses hidrolisis, selanjutnya glukosa difermentasi dengan menambahkan yeast sehingga diperoleh bioetanol. Oleh karena proses liquefikasi dan fermentasi merupakan salah satu proses yang penting pada proses konversi sorgum menjadi bioetanol, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan temperatur liquefikasi terbaik terhadap kadar gula yang dihasilkan dan menentukan waktu

fermentasi terbaik terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

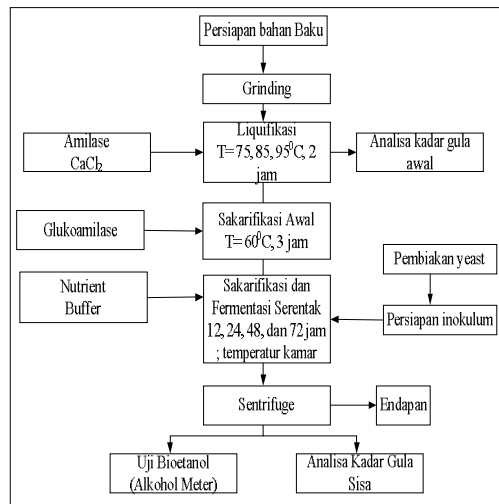
2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah biji sorgum yang digiling (*grinding*) untuk mendapatkan pati yang terkandung di dalam tepungnya. Selanjutnya tepung tersebut diseragamkan ukurannya yaitu 60 – 80 mesh. Setelah itu, dilakukan proses liquifikasi dengan penambahan enzim α – amilase pada temperatur 75°C, 85°C, dan 95°C selama 2 jam. Pada proses ini juga dilakukan penambahan CaCl_2 . Fungsi CaCl_2 adalah untuk meningkatkan aktivitas kerja dan menjaga kestabilan enzim α – amilase.

Setelah diliquifikasi, dekstrin yang terbentuk akan disakarifikasi awal dengan penambahan enzim glukoamilase pada temperatur 60°C selama 3 jam. Sebagian dekstrin akan diukur konsentrasi gula awalnya dengan menggunakan metode Nelson somogy. Glukosa yang terbentuk pada proses sakarifikasi awal akan dikonversi menjadi bioetanol pada proses sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan penambahan *yeast candida utilis* yang telah dikembangkan dalam inokulum, dimana temperatur SFS adalah temperatur kamar dan pH nya adalah 5.

Selanjutnya cairan hasil fermentasi dilakukan proses pemisahan dengan impuritis dengan Metode Guymon, hasil distilat dilakukan pengukuran konsentrasi bioetanol dengan menggunakan

alkoholmeter dan sebagian diukur konsentrasi gula akhirnya dengan menggunakan metode Nelson Somogy. Diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

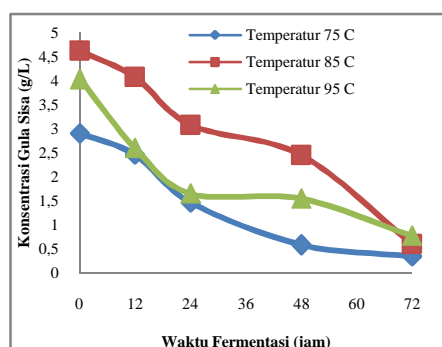
Analisa Konsentrasi Gula Awal Dari Pati Sorgum

Pada proses fermentasi, substrat yang digunakan adalah pati sorgum. Pati sorgum memiliki kandungan gula yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Analisa konsentrasi gula awal pati sorgum menggunakan metode Nelson somogyi dengan spektrofotometer sinar tampak. Pengukuran dilakukan pada masing-masing konsentrasi gula awal dari pati sorgum dan diperoleh konsentrasi rata-rata pada masing-masing temperatur liquifikasi. Pada temperatur liquifikasi 75°C diperoleh konsentrasi gula sebesar 2,91 g/l, sementara itu pada temperatur liquifikasi 85°C diperoleh konsentrasi gula sebesar 4,63 g/l dan

temperatur liquifikasi 95⁰C yaitu sebesar 4,03 g/l. Dari hasil pengukuran diperoleh konsentrasi gula tertinggi adalah pada temperatur liquifikasi 85⁰C yaitu 4,63 g/l. Hal ini dipengaruhi oleh kinerja enzim amilase yang bekerja optimum pada temperatur 85⁰C. Menurut Uminingsih [2010] bahwa enzim amilase bekerja pada rentang temperatur 80-90⁰C.

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa Hasil Fermentasi

Substrat yang digunakan dalam proses fermentasi pada penelitian ini adalah pati sorgum. Proses fermentasi pati sorgum menggunakan yeast *Candida utilis* dilakukan secara batch dengan variasi temperatur liquifikasi dan waktu fermentasi. Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan analisa terhadap konsentrasi gula sisa hasil fermentasi seperti yang dilakukan pada gula awal. Tujuan dari analisa ini adalah untuk melihat efektivitas mikroorganisme dalam mendegradasi gula menjadi bioetanol. Hasil analisa konsentrasi gula sisa disajikan pada Gambar 2.

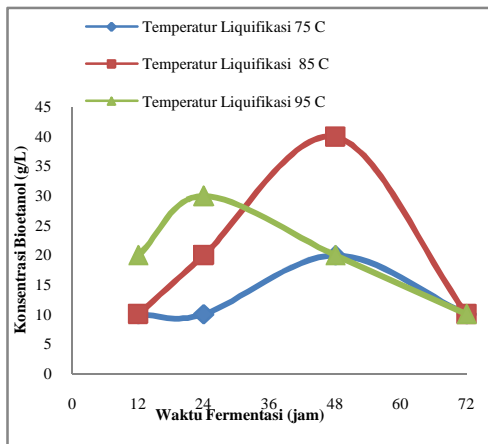


Gambar 2 Kurva Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa Hasil Fermentasi

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi yang ada semakin berkurang. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan gula oleh *yeast*. Penurunan konsentrasi gula tersebut terjadi karena *yeast* membutuhkan substrat untuk pertumbuhan, baik memperbanyak maupun mempertahankan hidup sel. Menurut Judoamidjoyo, dkk [1990] jika konsentrasi gula terlalu tinggi atau jika konsentrasi media terlalu pekat berakibat mengganggu metabolisme sehingga menghambat pembelahan sel selanjutnya berpengaruh terhadap bioetanol yang dihasilkan.

Pengaruh Waktu Fermentasi dan Variasi Temperatur Liquifikasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh waktu fermentasi dan temperatur liquifikasi terhadap bioetanol hasil fermentasi. Kondisi terbaik dalam fermentasi pati sorgum ini ditentukan dengan cara menganalisa konsentrasi bioetanol yang diperoleh menggunakan Alkoholmeter. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik, yaitu dengan mengalurkan waktu fermentasi terhadap konsentrasi perolehan bioetanol pada masing-masing temperatur liquifikasi yang digunakan. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing variabel penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Kurva Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol dengan Variasi Temperatur Liquefikasi

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada variasi temperatur liquefikasi. Untuk temperatur liquefikasi 75°C diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi 20 g/L pada waktu 48 jam. Sedangkan untuk temperatur liquefikasi 85°C diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam yaitu sebesar 40g/L. Selain itu, untuk temperatur liquefikasi 95°C diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 24 jam yaitu sebesar 30 g/L. Jadi, konsentrasi bioetanol tertinggi dari hasil fermentasi yang dilakukan adalah 40 g/L yang diperoleh pada waktu fermentasi 48 jam dengan temperatur liquefikasi 85°C.

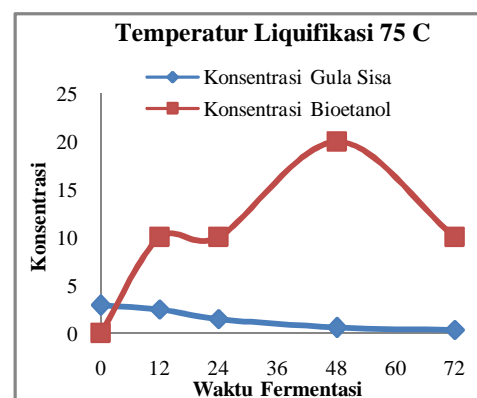
Pada penelitian ini, waktu fermentasi yang divariasikan adalah 12 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Dari Gambar 4.3 dapat dilihat konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu fermentasi 48 jam, yaitu sebesar 40g/L. Lamanya waktu fermentasi ternyata tidak

menyebabkan konsentrasi bioetanol menjadi tinggi. Saat proses fermentasi tetap dilanjutkan maka bioetanol yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan. Adanya penurunan konsentrasi bioetanol ini terjadi karena gula yang dikonversi menjadi produk oleh mikro organisme semakin sedikit serta akumulasi produk bioetanol yang dapat menghambat pertumbuhan yeast. Bioetanol bersifat racun terhadap mikroorganisme, sehingga dengan terbentuknya produk berupa bioetanol akan mengakibatkan produktivitas menurun [Junitania,2011].

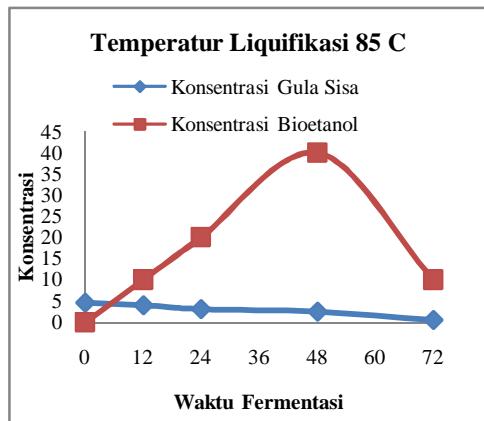
Selain itu, kemungkinan penurunan konsentrasi bioetanol ini terjadi karena adanya reaksi lanjutan dari produk menjadi asam asetat, dimana laju degradasi gula menjadi bioetanol jauh lebih kecil dibandingkan laju oksidasi bioetanol menjadi asam asetat.

Hubungan Antara Konsentrasi Gula Sisa dengan Konsentrasi Bioetanol

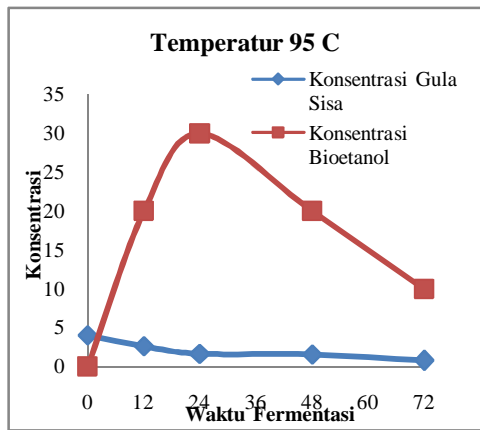
Hubungan antara konsentrasi gula sisa dengan konsentrasi Bioetanol dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4 (a), (b), (c) Kurva Hubungan konsentrasi Gula Sisa dan Konsentrasi Bioetanol

Dari Gambar 4.4 (a), (b), dan (c) dapat dilihat konsentrasi gula sisa hasil fermentasi semakin berkurang. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan gula oleh yeast untuk pertumbuhan dan metabolisme sel sehingga menghasilkan bioetanol sebagai metabolit. Selain itu, konsentrasi bioetanol yang menurun dipengaruhi oleh konsentrasi gula yang semakin berkurang dan proses hidrolisis yang lebih rendah dibandingkan laju fermentasinya dan

adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat.

Pembentukan asam asetat akan mempengaruhi kondisi pH proses hidrolisis sehingga terjadinya penurunan aktifitas enzim. Selain itu, kemungkinan masih terdapatnya senyawa kimia yang masih tersisa pada substrat dan bioetanol yang terbentuk pada proses persiapan inokulum juga berperan sebagai inhibitor yang dapat menghambat proses hidrolisis enzim pada proses sakarifikasi dan fermentasi serentak. Sehingga, dapat menghambat pembentukan gula yang berperan sebagai substrat pada proses hidrolisis. berlangsung.

Konversi Gula dari Pati Sorgum

Data hasil perhitungan konversi gula dari pati sorgum diperoleh konversi gula tertinggi diperoleh pada waktu 72 jam dengan temperatur 75°C yaitu sebesar 88,24%. Sedangkan konsentrasi gula tertinggi diperoleh pada temperatur 85°C yaitu sebesar 4,633 gr/L dengan kadar bioetanol tertinggi yaitu 40 gr/L. Konsentrasi gula yang tinggi, tidak menunjukkan hasil konsentrasi etanol yang tinggi. Hal ini dikarenakan konsentrasi gula yang terdapat pada media fermentasi berperan untuk pembentukan bioetanol dan pertumbuhan yeast. Menurut Judoamidjoyo, dkk [1990] jika konsentrasi gula terlalu tinggi atau jika konsentrasi media terlalu pekat berakibat mengganggu metabolisme sehingga menghambat pembelahan sel selanjutnya berpengaruh terhadap bioetanol yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian dapat diperoleh kesimpulan konsentrasi gula awal hasil liquifikasi pati sorgum terbaik yaitu 4,63 g/L pada temperature 850C dan waktu fermentasi terbaik adalah 48 jam pada temperature liquifikasi 850C dengan konsentrasi bioetanol tertinggi adalah 40 g/L.

5. SARAN

Adapun saran dari peneliti yaitu perlu pengkajian lagi untuk melakukan proses fermentasi secara kontinyu atau sinambung karena penelitian ini secara batch. Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol dengan proses distilasi agar diperoleh bioetanol dengan konsentrasi yang tinggi. Selain itu, sebaiknya sorgum yang telah dipanen langsung digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Atika, B., 2010, Pemanfaatan Pati Suweg (*Amorphophallus Campanulatus B*) Untuk Pembuatan Dekstrin Secara Enzimatis, Thesis, Universitas Pembangunan Nasional.
Hadiyoso, A., Murdiati. Dan Wahyu, E. S., 2009, "Inovasi Rancangan Teknologi Produksi Bioetanol Enceng Gondok Menggunakan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan",

Laporan Penelitian, Institut Pertanian Bogor.
Judoamidjojo M, Abdul AD, Endang GS. (1992). "Teknologi Fermentasi". Jakarta: Rajawali-Press.
Junitania, 2011, Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum Manis dengan Proses Fermentasi Menggunakan Yeast *Candida utilis*, Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru.
Risnoyatiningsih, S., 2011, Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzimatis, Jurnal Teknik Kimia: 417-424.
Soeranto, 2008. Pemuliaan Tanaman Sorgum Patir – BATAN, http://www.batan.go.id/patir/_berita/pert/sorgum/sorgum.html, 25Mei 2012.
Sumarno dan S. Karsono, 1995, Perkembangan Produksi Sorgum di Dunia dan Penggunaannya, Edisi Khusus Balitkabi, No. 4-1995, p. 13 – 24.
Uminingsih, Dewi Tri dan Sari, Yuni Paramitha, 2009, Pretreatment Alkali Pada Hidrolisis Biokonversi Biji Sorgum Menjadi Etanol Secara Simultaneous Saccharification and Fermentations, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November.
Winarno, 1995, "EnzimPangan", PT Gramedia Utama, Jakarta.