

**PENGARUH TEMPERATUR LIKUIFIKASI KONVERSI PATI SORGUM
MENJADI GULA dan WAKTU *SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION*
and *FERMENTATION* (SSF) PRODUKSI BIOETANOL**

Mahfirani Masyithah, Chairul, Sri Rezeki Muria

**Laboratorium Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Riau 28293**

Email : mahfirani@gmail.com, No. Hp: 081365626040

ABSTRACT

*Sorghum is one of the potential materials in the manufacture of bioethanol. Sorghum has advantages over sugarcane and maize, that is a shorter harvest time, needs little water and a source of ethanol can be obtained from the sap, starch and pulp. The purpose of this study to determine the effect of temperature liquefactions of sugar produced and determine the best fermentation time. Part of sorghum is used as raw material for bio-ethanol is grain sorghum containing 73% carbohydrate by immersion NaOH to remove proteins in grain sorghum that can inhibit the action of enzymes. The process used is liquefactions and simultaneous saccharification and fermentation by varying the temperature of liquefactions, that is 75 °C, 85 °C and 95 °C and Simultaneous Saccharification and Fermentation time is 12, 24, 48 and 72 hours. Fermentation was carried out with the help of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Tests were conducted with alcoholmeter and sugar analysis using visible spectrophotometer results showed that the highest sugar yield is 4.685 g/l at a temperature of liquefactions 95 °C and the highest ethanol concentration of 70 g/l at 72 hours with the temperature fermentation liquifikasi 95 °C*

*Keywords: Bioethanol, liquifikasi temperature, *Saccharomyces cerevisiae*, Simultaneous saccharification and fermentation, sorghum.*

1. PENDAHULUAN

Energi fosil khususnya minyak bumi, merupakan sumber energi utama dan merupakan sumber devisa negara. Krisis BBM baru-baru ini menunjukkan cadangan energi fosil yang dimiliki Indonesia terbatas jumlahnya. Terbatasnya sumber energi fosil menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi yang disebut pengembangan energi hijau. Didalam Outlook Energi Indonesia 2010, konsumsi bioetanol sebesar 1,3 juta

barel pada tahun 2009 meningkat menjadi 50,5 juta barel pada tahun 2030 atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 19,0% per tahun [BPPT,2010].

Bahan bakar berbasis nabati salah satu contohnya adalah bioetanol. Bioetanol dibuat dari biomassa. Salah satu biomassa yang potensi untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol adalah sorgum. Sorgum mempunyai banyak keunggulan seperti mempunyai adaptasi

lingkungan yang luas, membutuhkan jumlah air yang sedikit, cocok untuk *dryland farming system*, tahan kondisi marginal [Hoeman, 2011]. Riau memiliki lahan marginal yang luas, yaitu 5,7 hektar atau 64% wilayah Riau merupakan lahan gambut [Pemerintah Provinsi Riau, 2011], lahan gambut ini dapat dimanfaatkan dalam budidaya sorgum. Sorgum memiliki komposisi karbohidrat sebanyak 73% [Dir Gizi DepKes, 1994]. Namun sorgum juga memiliki protein sebesar 3,3 g dari 100 g. Kandungan pati pada biji sorgum sulit diurai dibanding jenis sereal lainnya. Hal ini disebabkan oleh adanya *protein body* dan matriks protein yang membungkus granula pati yang sukar diluruhkan [Duodu, 2003]. Dibutuhkan proses treatment awal dengan perendaman kedalam NaOH. Tujuan *pretreatment* adalah untuk meluruhkan *protein body* dan matriks protein yang menyelubungi biji sorgum sehingga pada saat hidrolisis enzim α -amylase dan *glucoamylase* dapat bekerja secara optimum untuk mengkonversi pati. Berdasarkan dugaan Wall dan Blessin [1970], Selanjutnya pati sorgum dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Metode hidrolisis dapat dilakukan dengan katalis asam dan secara enzimatik. Metode hidrolisis secara enzimatik lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Proses hidrolisis secara enzimatik terbagi menjadi dua proses yaitu liquifikasi dan sakarifikasi. Tahap likuifikasi secara enzimatik merupakan proses hidrolisa pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu diatas suhu gelatinisasi dan pH

optimum aktivitas enzim, selama waktu yang telah ditentukan untuk setiap jenis enzim. Sedangkan tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim glukamilase. Pada tahap ini dekstrin diubah menjadi glukosa.

Setelah dihidrolisis, glukosa difermentasi dengan menambahkan yeast sehingga diperoleh bioetanol. Oleh karena proses liquifikasi dan fermentasi merupakan salah satu proses yang penting pada proses konversi sorgum menjadi bioetanol, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh temperatur liquifikasi terbaik dari konversi pati sorgum menjadi gula awal dan menentukan waktu fermentasi terbaik terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

2. METODA PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah biji sorgum yang digiling (*grinding*) untuk mendapatkan patinya. Pati yang dihasilkan akan diseragamkan ukurannya yaitu 80 – 100 mesh. Kemudian dilakukan proses pretreatment dengan merendam pati kedalam larutan NaOH 0,2% w/v selama 2,5 jam, diharapkan protein yang mengikat pati dapat terlepas.

Kemudian dilakukan tahap liquifikasi dengan menggunakan enzim α – amylase sebanyak 0,2 mL selama 2 jam dengan temperatur 75°C, 85°C dan 95°C dan pH liquifikasi adalah 5. Pada proses ini, pati akan dikonversi menjadi gula kompleks.

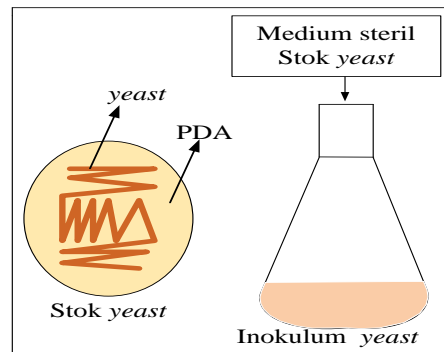
Setelah dilikuififikasi, dekstrin yang terbentuk akan disakarifikasi awal selama 3 jam, pH sakarifikasi 5 dan temperatur sakarifikasi awal 60°C menggunakan enzim glucoamilase 0,2 mL. Sebagian dekstrin akan diukur konsentrasi gula awalnya dengan menggunakan metode Nelson somogy. Glukosa yang terbentuk pada proses sakarifikasi awal akan dikonversi menjadi bioetanol pada proses sakarifikasi dan fermentasi serentak (SFS atau SSF) dengan *yeast Saccharomyces cerevisiae*, dimana temperatur SFS adalah temperatur kamar. Proses SSF ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak

Sebelum dilakukan proses SFS, terlebih dahulu dilakukan stok pembiakan *yeast* dan persiapan inokulum *yeast*. Pembiakan *yeast* dilakukan pada medium *potato dextro agar* (PDA) dan diinkubasi selama 2 – 4 hari. Setelah *yeast* tumbuh, dilakukan pembuatan inokulum yang terdiri dari *yeast* dan medium cair. Medium cair terdiri

dari glukosa, *yeast extract*, KH_2PO_4 , $\text{Mg}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan aquades.



Gambar 2 Pembuatan Inokulum *Yeast*

Hasil dari proses SFS akan pisahkan dari impuritisnya dengan cara penguapan dengan metode Guymon. Dimana prosesnya adalah 100 mL dari cairan hasil fermentasi ditambah dengan 15 – 25 mL air. Setelah itu distilat diukur kadar alkoholnya dengan alkoholmeter. Sebagian dari cairan fermentasi juga akan diukur konsentrasi gula akhirnya dengan menggunakan metode Nelson Somogy. Kemudian diuapkan sampai menghasilkan 100 mL distilat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil konsentrasi gula likuififikasi. Analisa konsentrasi gula awal pati sorgum pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Nelson somogy dengan spektrofotometer sinar tampak. Hasil analisa konsentrasi gula awal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konsentrasi Gula Awal dari Pati Sorgum Murni

T (°C)	Absorbansi				Absorbansi Rata - Rata	Pengenceran	Konsentrasi Gula (g/l)
	12 Jam	24 Jam	48 Jam	72 Jam			
75	0,185	0,186	0,162	0,171	0,176	50 X	3,886
85	0,179	0,183	0,187	0,196	0,186	50 X	4,306
95	0,195	0,195	0,203	0,189	0,196	50 X	4,685

Dari Tabel 1 diatas, dilakukan analisa konsentrasi gula awal dari masing-masing pati sorgum pada setiap variasi temperatur liquifikasi, dan diperoleh konsentrasi tertinggi gula awal sebesar 4,685 g/l pada suhu 95°C.

Hasil Fermentasi Pati Sorgum

Untuk menentukan kondisi optimum fermentasi pati sorgum menjadi bioetanol dengan menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae*, variabel yang divariasikan adalah waktu

fermentasi. Temperatur fermentasi pada temperatur kamar (25 – 30°C). Kondisi optimum dalam fermentasi pati sorgum ini ditentukan dengan cara mengukur konsentrasi bioetanol hasil fermentasi yang telah dilakukan proses penguapan terlebih dahulu untuk memisahkan cairan hasil fermentasi dengan impuritis – impuritis. Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan alkoholmeter. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

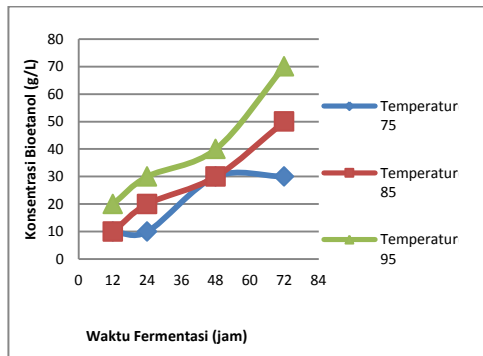
Tabel 2 Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi Pati Sorgum

Waktu Fermentasi (Jam)	Konsentrasi bioetanol pada setiap temperatur likuifikasi					
	75°C		85°C		95°C	
	%	gr/L	%	gr/L	%	gr/L
12	1	10	1	10	2	20
24	1	10	2	20	3	30
48	3	30	3	30	4	40
72	3	30	5	50	7	70

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Konsentrasi Bioetanol dengan Variasi Temperatur Likuifikasi

Hasil proses fermentasi dianalisa konsentrasi bioetanolnya dengan menggunakan alkoholmeter. Data konsentrasi bioetanol dapat dilihat pada Tabel 2. Hubungan antara variasi temperatur liquifikasi

dan waktu fermentasi terhadap perolehan bioetanol dapat dilihat pada Gambar 3.

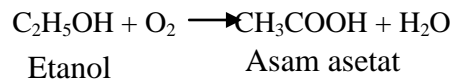


Gambar 3 Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol dengan Variasi Temperatur Liquefikasi.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada temperatur 75°C didapatkan nilai produktivitas tertinggi pada waktu fermentasi 48 dan 72 jam yaitu 30 gr/l. Sedangkan pada temperatur 85°C dan 95°C diperoleh nilai produktivitas tertinggi pada waktu 72 jam yaitu sebesar 50 gr/l dan 70 gr/l. Jadi konsentrasi bioetanol tertinggi dari hasil fermentasi yang dilakukan adalah 70 gr/l yang diperoleh pada waktu fermentasi 72 jam dengan temperatur liquefikasi 95°C.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil bioetanol, karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan yeast *Saccharomyces cerevisiae* tidak lagi dapat memfermentasi glukosa, sehingga yeast *Saccharomyces cerevisiae* kekurangan makanan yang mengakibatkan kinerja menurun dan mengakibatkan kadar bioetanol yang dihasilkan akan menurun juga dan

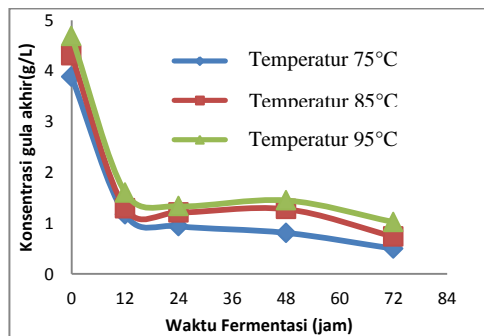
adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat [Herlinda, 2011].



Seperti terlihat pada Gambar 3, temperatur 75°C tidak menunjukkan adanya kenaikan bioetanol, namun sudah terbentuk fasa stationer pada waktu 48 jam dan 72 jam. Namun pada temperatur 85°C dan 95°C belum didapat waktu dimana bioetanol yang dihasilkan mengalami penurunan, ini disebabkan karena gula yang merupakan salah satu nutrisi yeast *Saccharomyces cerevisiae* masih cukup banyak sehingga etanol yang dihasilkan masih terus meningkat. Selain itu pemilihan yeast dalam proses fermentasi juga berpengaruh terhadap hasil fermentasi. Hal ini dikarenakan karakteristik dari setiap yeast dalam memfermentasikan gula menjadi bioetanol itu berbeda – beda [Yandra, 2011].

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa Hasil Fermentasi dengan Variasi Temperatur Liquefikasi

Hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi gula sisa hasil fermentasi dengan variasi temperatur liquefikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa Hasil Fermentasi dengan Variasi Temperatur Liquifikasi

Dari Gambar 4 dapat dilihat gula awal menurun secara drastis hingga 12 jam, menunjukkan adanya konsumsi gula oleh *yeast Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan untuk pertumbuhan, adaptasi dan pembentukan bioetanol. Pada temperatur 75°C dapat dilihat konsentrasi gula sisa hasil fermentasi semakin berkurang. Penurunan konsentrasi gula tersebut terjadi karena *yeast* membutuhkan substrat untuk pertumbuhan, baik memperbanyak maupun mempertahankan hidup sel. Gula digunakan oleh *yeast* untuk beraktivitas sehingga menghasilkan bioetanol sebagai metabolit primer [Rachman, 1989].

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka konsentrasi gula awal hasil likuifikasi akan semakin

tinggi. Temperatur liquifikasi yang menghasilkan kadar gula awal tertinggi adalah pada temperatur 95°C yaitu 4.685 g/l.

Waktu fermentasi berpengaruh terhadap produksi bioetanol. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak bioetanol yang dihasilkan dari konversi gula dengan bantuan *yeast*. Waktu fermentasi terbaik pada proses konversi pati sorgum menjadi bioetanol adalah 72 jam pada temperatur liquifikasi 95°C dengan konsentrasi bioetanol yaitu 70 gr/l.

SARAN

Adapun saran dari peneliti adalah sebaiknya sorgum yang telah dipanen secepatnya dilakukan pencucian dan pengeringan, karena mudah membusuk sehingga mempengaruhi hasil pada saat fermentasi. Penelitian ini berlangsung secara *batch*, maka perlu dikaji proses fermentasi pati sorgum menjadi etanol dengan sistem sinambung/kontinyu. Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi pati sorgum, sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Booklet Kehati Riau.2011. Konservasi Sumber Daya Alam dan Keanekaragaman Riau. PemProv Riau, Pekanbaru.

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara, Jakarta.
- Herlinda, Y., 2011, Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum dengan Proses Fermentasi Menggunakan Yeast *Pichia Stipitis*, Skripsi, Universitas Riau.
- Hoeman, S., 2011, Seminar Perkembangan
- Yandra, R.E, 2011, Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak *Reject Pulp* menjadi Bioetanol Menggunakan Enzim Selulase, Xylanase dan *Pichia stipitis*, Skripsi, Universitas Riau.
- Teknologi Sorgum Dari Riset Sampai Industri, <http://www.batan.go.id>, 16 Mei 2012.
- Rachman, 1989, *Pengantar Teknologi Fermentasi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas*, Ed. 1, Institut Pertanian Bogor, Hal. 38-40.