

PRODUKSI BIOETANOL DARI PATI SORGUM DENGAN PROSES SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK DENGAN VARIASI TEMPERATUR LIQUIFIKASI

Zuqni Meldha, Chairul, Said Zul Amraini

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

Email : zumeld@yahoo.com, No. Hp: 081277514487

ABSTRACT

One of the materials that have potential as raw material for bioethanol is sorghum. 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. This study used the seeds of sorghum as raw material for bioethanol by simultaneous saccharification and fermentation process by varying the temperature liquifications, that is 75°C, 85°C, 95°C, and 105°C and the sampling time is 12, 24, 48 and 72 hours. This study aims to determine the best liquification temperature of sorghum starch conversion into bioethanol and determine the best fermentation time on levels of bioethanol produced. Tests were conducted with alcoholmeter. The results shows that the best sugar liquification results is in the amount of 14.001 g/l at temperature of 95°C and the best ethanol concentration is 40 g/l at 48 hours of fermentation time with liquification temperature is 95°C.

Keywords: Bioethanol, liquification, pichia stipitis, sorghum.

1. PENDAHULUAN

Isu krisis energi menjadi ramai diperbincangkan beberapa tahun belakangan ini. Krisis energi terjadi karena mulai menipisnya cadangan bahan bakar fosil. Karena konsumsi manusia yang berlebih dan ketergantungannya pada bahan bakar fosil menyebabkan cadangan bahan bakar tersebut menjadi semakin menipis, sedangkan untuk pembaharuannya diperlukan waktu ribuan bahkan jutaan tahun [Istantini dan Purnama, 2011]. Bahan bakar berbasis nabati diharapkan dapat mengurangi terjadinya kelangkaan bahan bakar minyak, sehingga

kebutuhan akan bahan bakar dapat terpenuhi. Bahan bakar berbasis nabati juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan, sehingga lebih ramah lingkungan [Assegaf, 2009].

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

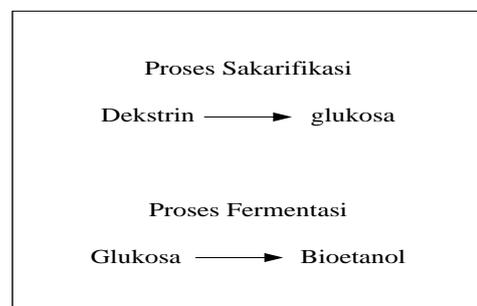
jumlah air yang sedikit, cocok untuk *dryland farming system*, tahan kondisi marginal [Hoeman, 2011]. Potensi tanaman sorgum digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol sangat besar karena sumber bahan bakunya dapat diambil dari pati, nira, dan ampas dari sorgum. Sorgum memiliki komposisi pati sebanyak 80,42% [Suarni, 2004]. Komposisi pati sorgum tersebut sangat berpotensi sebagai sumber bahan bakar nabati yaitu bioetanol.

Pati sorgum dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Metode hidrolisis dapat dilakukan dengan katalis asam dan secara enzimatis. Metode hidrolisis secara enzimatis lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Proses hidrolisis secara enzimatis terbagi menjadi dua proses yaitu liquifikasi dan sakarifikasi. Liquifikasi merupakan proses mengubah pati menjadi gula kompleks (dekstrin). Sedangkan sakarifikasi adalah proses mengubah dekstrin menjadi gula sederhana (glukosa) [Atika, 2010].

Setelah dihidrolisis, glukosa fermentasi 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 temperatur liquifikasi terbaik dari konversi pati sorgum menjadi bioetanol dan menentukan waktu fermentasi terbaik terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

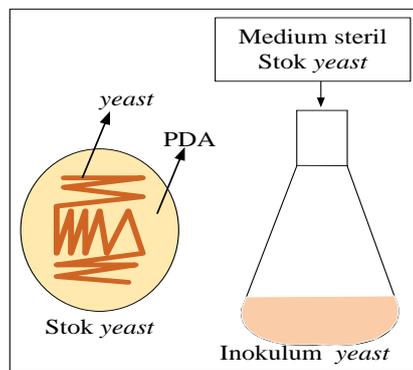
2. METODA PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah biji sorgum yang digiling (*grinding*) untuk mendapatkan patinya. Pati yang dihasilkan akan diseragamkan ukurannya yaitu 100 – 200 mesh. Setelah itu pati diliquifikasi dengan menggunakan enzim α – amilase selama 2 jam dengan temperatur 75°C, 85°C, 95°C, dan 105°C, dan pH liquifikasi adalah 5. 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 selama 3 jam, pH sakarifikasi 5 dan temperatur sakarifikasi awal 60°C. 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) dengan yeast *Pichia stipitis*, dimana temperatur SFS adalah temperatur kamar dan pH nya adalah 5. Proses SFS 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. Cara pembuatan inokulum *yeast* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembuatan Inokulum *Yeast*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa konsentrasi gula awal pati sorgum. 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

Temperatur (°C)	Konsentrasi Gula (g/l)
75	11,953
85	12,977
98	14,001
105	13,591

Dari Tabel 1 di atas, dilakukan analisa konsentrasi gula awal dari masing-masing pati sorgum pada setiap variasi temperatur liquifikasi, dan diperoleh konsentrasi rata-rata gula awal sebanyak 13,131 g/l. 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.

Hasil Fermentasi Pati Sorgum

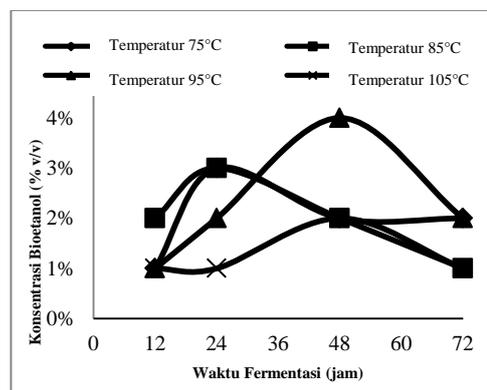
Untuk menentukan kondisi optimum fermentasi pati sorgum menjadi bioetanol dengan menggunakan *yeast Pichia stipitis*, variabel yang divariasikan adalah waktu fermentasi. Temperatur fermentasi pada temperatur kamar (25 – 30°C). Kondisi optimum dalam fermentasi pati sorgum ini ditentukan dengan cara mengukur 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.

Waktu (Jam)	Konsentrasi Bioetanol (%v/v) dengan Variasi Temperatur Liquifikasi			
	75°C	85°C	95°C	105°C
12	1	2	1	1
24	3	3	2	1
48	2	2	4	2
72	2	1	2	1

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Perolehan Bioetanol dengan Variasi Temperatur Liquifikasi

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 Liquifikasi.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada temperatur liquifikasi 75°C dan 85°C diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 24 jam dengan konsentrasi bioetanolnya masing – masing adalah 3% v/v. Sedangkan untuk temperatur liquifikasi 95°C dan 105°C diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam dengan konsentrasi bioetanolnya masing – masing adalah 4% v/v dan 2% v/v. Jadi konsentrasi bioetanol tertinggi dari hasil fermentasi yang dilakukan adalah 4% v/v yang diperoleh pada waktu fermentasi 48 jam dengan temperatur liquifikasi 95°C.

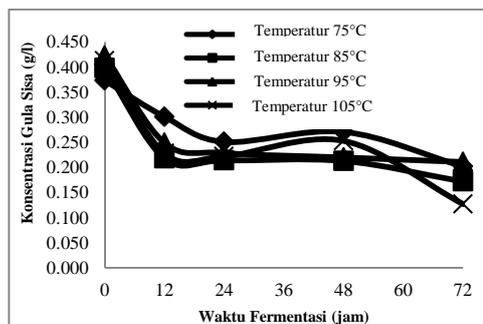
Pada penelitian ini, waktu fermentasi yang divariasikan adalah 12 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bioetanol tertinggi adalah 4% v/v yang diperoleh pada waktu fermentasi 48 jam dengan temperatur liquifikasi 95°C. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil bioetanol, karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan *yeast Pichia stipitis* tidak lagi dapat memfermentasi glukosa, sehingga *yeast Pichia stipitis* kekurangan makanan yang mengakibatkan kinerjanya menurun dan mengakibatkan kadar bioetanol yang dihasilkan akan menurun juga.

Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga laju konversi menjadi lambat [Herlinda, 2011]. 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 Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa Hasil Fermentasi dengan Variasi Temperatur Liquefikasi

Dari Gambar 4 dapat dilihat pada temperatur 75°C dan 105°C konsentrasi gula sisa pada waktu 12 dan 24 jam semakin menurun, tetapi pada waktu 48 jam konsentrasi gula sisa naik dan pada waktu 72 jam kembali turun lagi. Kenaikan konsentrasi gula pada waktu 48 jam dapat disebabkan oleh laju proses sakarifikasi meningkat, sehingga laju pembentukan gula juga meningkat. Sementara itu konsentrasi bioetanol meningkat seiring berkurangnya konsentrasi gula sisa. Setelah mencapai waktu tertentu, bioetanol hasil fermentasi kembali mengalami

penurunan. Hal ini terjadi karena konsentrasi gula yang semakin berkurang hanya digunakan yeast untuk perkembangannya, sehingga tidak semua substrat terkonversi menjadi produk, sedangkan bioetanol yang sudah terbentuk dapat menghambat pertumbuhan yeast [Bulawayo, 1996].

Kemudian pada temperatur 85°C dan 95°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]. Sementara itu konsentrasi bioetanol meningkat seiring berkurangnya konsentrasi gula sisa. Setelah mencapai waktu tertentu, bioetanol hasil fermentasi kembali mengalami penurunan. Hal ini disebabkan konsentrasi gula yang semakin berkurang dan pembentukan bioetanol produk dari fermentasi dapat menghambat pertumbuhan yeast dan adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat [Herlinda, 2011]. Reaksi pembentukan asam asetat adalah sebagai berikut:



4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa konsentrasi gula awal hasil liquefikasi pati sorgum terbaik yaitu 14,001 g/l pada temperatur 95°C.

Temperatur liquifikasi terbaik adalah pada temperatur 95°C dengan konsentrasi etanol 40 g/l dan waktu fermentasi 48 jam.

5. SARAN

Adapun saran dari peneliti adalah 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

- Assegaf, F., 2009, Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (*Musa Paradisiacal*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis, Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman.
- Atika, B., 2010, Pemanfaatan Pati Suweg (*Amorphophallus Campanulatus B*) Untuk Pembuatan Dekstrin Secara Enzimatis, Thesis, Universitas Pembangunan Nasional.
- Bulawayo, B., 1996, Ethanol Production by Fermentation of Sweet-Stem Sorghum Juice Using Various Yeast Strains, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, No.1 (Vol. 12), Hal. 357-360.
- Herlinda, Y., 2011, Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum dengan Proses Fermentasi Menggunakan Yeast *Pichia stipitis*, Skripsi, Universitas Riau.
- Hoeman, S., 2011, Seminar Perkembangan Teknologi Sorgum Dari Riset Sampai Industri, <http://www.batan.go.id>, 16 Mei 2012.
- Istantini, A., dan Purnama, A., 2011, Sagu Sebagai Alternatif Bioetanol Untuk Menjawab Isu Krisis Energi di Masa Mendatang, PKM-GT, Institut Pertanian Bogor.
- Rachman, 1989, Pengantar Teknologi Fermentasi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas, Ed. 1, Institut Pertanian Bogor, Hal. 38-40.
- Suarni, 2004, Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan, *Jurnal Litbang Pertanian*, No. 23 (Vol. 4), Hal. 38-39.
- Yandra, R.E, 2011, Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak *Reject Pulp* menjadi Bioetanol Menggunakan Enzim Selulase, Xylanase dan *Pichia stipitis*, Skripsi, Universitas Riau.