

**KONVERSI PATI SORGUM MENJADI BIOETANOL
MENGUNAKAN ENZIM STARGEN™ 002
DAN YEAST *Saccharomyces cerevisiae* DALAM BIOFLO 2000
FERMENTOR**

Chairul^{1,2} Maria Peratenta^{1,2} dan Joko Prasetyo¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya
Jalan Raya HR.Subrantas km 12,5 Pekanbaru – Riau Telp. 0761-566937/085271688887
email : djoes007@gmail.com
Dosen Pembimbing

Abstract

*The increasing energy demand of fuel oil (BBM) of the world have limited resources of raw materials such as fossil fuels diminishing returns. To meet the needs of the fuel necessary to develop non-fossil fuels. One type of biofuel (BBN) is bioethanol. The raw material potential of bioethanol one is sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Sorghum starch can be converted to glucose and then with the help of microorganisms converted into bioethanol. The method used in this research is the process of saccharification and fermentation carried out simultaneously (SSF) in 2000 BIOFLO Fermentor. Sampling was carried out during the process of hydrolysis and fermentation at specific time intervals to analyze the levels of blood sugar and ethanol. Reducing sugar test done by the method of Nelson-Somogy, alcohol concentration test using a alkoholmeter. The purpose of this study was to determine the effect of enzyme concentration Stargen™ 002 and fermentation time on ethanol production levels. Sorghum starch fermentation conditions with variation of the enzyme concentration Stargen™ 002 (0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 2.5%) at each sampling time (12; 24; 48; 72 and 96 hours). The process of anaerobic fermentation takes place in the operating conditions of pH (4.5) stirring speed of 200 rpm and at room temperature with 5000 ml of fermentation medium. The results are shown in the best fermentation conditions for the addition of 2.5% enzyme concentration, fermentation time 48 hours with concentrations of ethanol produced 9% (v / v).*

Keywords : *Bioethanol, Eenzyme Stargen™002 , Fermentation, Stearch Sorghum, Saccharomyces cereviceae.*

1.PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi dan kemajuan industri di era globalisasi ini menyebabkan penambahan konsumsi energi di berbagai sektor kehidupan. Bukan hanya di negara-negara maju, hampir semua negara mengalami pertumbuhan konsumsi energi termasuk juga Indonesia. Karena sifat bahan bakar fosil yang tidak terbarukan, dan penggunaanya secara terus

menerus mengakibatkan semakin menipisnya cadangan energi nasional.

Menurut publikasi BP, produksi minyak tertinggi Indonesia terjadi pada tahun 1977, dengan rata-rata sebesar 1685 ribu barrel/hari. Setelah itu, Produksi minyak Indonesia tidak pernah lagi mencapai angka tersebut. Produksi minyak Indonesia menurun drastis sejak krisis moneter 1997 dan sejak itu produksinya tidak pernah meningkat lagi. Pada tahun

2004 Indonesia telah menjadi importir minyak karena produksi minyak Indonesia hanya sebesar 1126 ribu barrel/hari. Angka ini sudah berada di bawah konsumsi minyak Indonesia yang jumlahnya sebesar 1150 ribu barrel/hari [British Petroleum, 2011].

Melihat kondisi tersebut, perlu dikembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Hal ini sejalan dengan Peraturan Nomor 5 Tahun 2006 dan instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006, tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Adapun sumber energi yang dinilai cukup relevan untuk dikembangkan di Indonesia adalah yang berbasis pada bahan-bahan nabati karena sifatnya yang renewable, ramah lingkungan, relatif mudah diproduksi, serta dapat diperoleh dalam jumlah cukup besar di alam. Salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan adalah bioetanol

Salah satu masalah yang sering terjadi dalam proses hidrolisis pati sorgum secara enzimatis yaitu diperlukan proses pemanasan hingga 80°C dan pengadukan yang terus menerus. Adanya matriks protein yang melingkupi butir patinya dapat menghambat kontak butir pati tersebut dengan katalis enzim alpha-amylase yang ditambahkan. Sebagai akibatnya, proses pemutusan ikatan alpha-1,4 D-glukosa senyawa amylase dan amilopektin yang dikatalisasi alpha-amylase menjadi terhambat. Pada saat suhunya mencapai titik gelatinasinya, viskositas suspensi pati tersebut meningkat tajam dan tidak segera turun lagi, karena laju proses liquifikasinya terhambat.

Berbagai penelitian tentang pembuatan bioetanol dari biji sorgum telah berhasil dikembangkan. [Silvia, 2009] telah melakukan hidrolisa pati sorgum dengan menggunakan variabel konsentrasi enzim amylase dan glucoamilase 0,1%, 0,2%, 0,3% dan lama proses liquifikasi

berlangsung pada suhu 105°C selama 2 jam. Dilanjutkan proses sakarifikasi dan fermentasi secara simultan pada suhu 30°C selama 48 jam dengan menggunakan *Sacharomyces cereviceae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penambahan enzim amylase 0.2% dan glucoamilase 0.3% dari berat pati selama 48 jam diperoleh konsentrasi glukosa pada media fermentasi sebesar 18% w/w menghasilkan kadar etanol sebesar 5,77% w/w.

Anggriani [2009] telah meneliti proses pembuatan bioetanol melalui reaksi sakarifikasi dan fermentasi secara simultan dari biji sorgum dengan variabel yang digunakan adalah konsentrasi NaOH 0,05%, 0,1%, 0,15% w/v dengan variasi papain 0,05%, 0,15%, 0,25% w/v. Proses liquifikasi dilakukan pada suhu 80-90°C selama 2 jam. Dilanjutkan proses sakarifikasi dan fermentasi pada suhu 30°C selama 60 jam. Dari hasil penelitian diperoleh pada konsentrasi NaOH sebesar 0,15% w/v dengan papain 0,25% didapatkan konsentrasi etanol paling tinggi yaitu 9,3% w/v.

Penelitian ini menggunakan enzim komersil jenis baru yaitu enzim Stargen™ 002 dalam BIOFLO 2000 Fermentor dengan volume 5000 ml. Enzim ini adalah generasi kedua yang diproduksi oleh Genencor Internasional di Palo Alto, CA, USA. Kelebihan dari enzim ini yaitu dapat langsung menghidrolisis pati tanpa memerlukan proses pemanasan (no cook Enzym) dan dapat mengkonversi butiran pati menjadi gula secara terus menerus. Proses fermentasi penelitian ini menggunakan yeast *Saccharomyces ceriviceae*, Perbandingan konsentrasi enzim terhadap pati dan konversi bioetanol yang dihasilkan menjadi dasar utama dari penelitian ini. Diharapkan dengan Perbandingan konsentrasi enzim dan waktu produksi dalam mengkonversi bioetanol, dapat diperoleh konsentrasi enzim dan waktu optimum untuk menghasilkan etanol dengan konsentrasi yang tinggi.

2. LANDASAN TEORI

Sorgum

Sorgum merupakan salah satu tanaman yang berasal dari wilayah sekitar sungai Niger di Afrika. Sekarang sekitar 80 % areal tanaman sorgum berada di wilayah Afrika dan Asia, namun produsen sorgum dunia masih didominasi oleh Amerika Serikat, India, Nigeria, Cina, Mexico, Sudan dan Argentina

Tanaman sorgum telah lama dan banyak dikenal oleh petani Indonesia. sorgum mempunyai beberapa nama seperti gandrung, jagung pari, dan jagung canthel. Namun Produksi sorgum Indonesia masih sangat rendah, bahkan secara umum produk sorgum belum tersedia di pasar-pasar. Padahal tanaman sorgum selain sebagai bahan pakan karena kandungan gizinya cukup tinggi (setara jagung). Sorgum juga sangat berpotensi sebagai bahan baku alternatif lain yaitu untuk produksi bioetanol karena kandungan 71% pati biji sorgum dapat di hidrolisis menjadi gula sederhana kemudian gula sederhana yang diperoleh dapat difermentasikan untuk menghasilkan alkohol. . Satu ton biji sorgum dapat menghasilkan 384 liter alkohol [Sumarno dan Karsono, 1996].

Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dari bahan baku nabati. Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dapat dibuat dari tiga kelompok bahan baku yaitu bahan yang mengandung gula seperti tebu dan nira, bahan berpati seperti jagung dan ubi – ubian, serta bahan berserat berupa limbah pertanian yang saat ini terus dikembangkan di negara maju [Humasristek, 2006]

Pembuatan bioetanol dari bahan yang mengandung gula relatif lebih mudah dan murah dibandingkan bahan berpati dan berselulosa, hal ini disebabkan karena pada bahan yang mengandung gula tidak perlu perlakuan pendahuluan (*Pretreatment*) seperti proses liquifikasi, pemasakan,

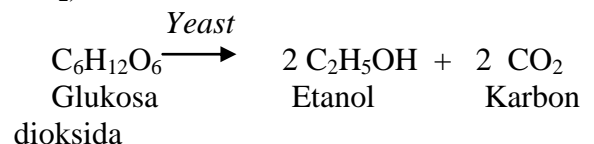
sakarifikasi dan hidrolisis. Tetapi jika ditinjau dari segi harga bahan baku, bahan yang mengandung gula lebih mahal dari bahan berpati dan berselulosa.

Biotanol mempunyai empat karakteristik yang sesuai sebagai bahan bakar yaitu: bentuknya cairan sehingga mudah bergerak, nilai kalor 2/3 nilai kalor gasolin, dapat dicampurkan sampai 10% pada bensin untuk meningkatkan angkaoktan, dan dapat meningkatkan angka oktan bensin tanpa timbal. Selain sebagai bahan bakar, bioetanol banyak digunakan pada minuman, kosmetik, kesehatan, *solvent*, serta sebagai bahan baku industri.

Fermentasi

Fermentasi merupakan proses perubahan-perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang berlangsung karena aksi katalisator biokimiawi yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroba hidup tertentu. Untuk berlangsungnya proses fermentasi oleh suatu mikroba perlu adanya medium fermentasi yang mengandung nutrien untuk pertumbuhan, bahan pembentuk sel, dan biosintesis produk-produk metabolisme.

Fermentasi untuk menghasilkan etanol oleh ragi merupakan perubahan gula-gula heksosa sederhana menjadi etanol dan CO₂ secara anaerob, udara tidak diperlukan selama proses fermentasi. Menurut Ullman's [2003] pada fermentasi terjadi pemecahan senyawa induk, dimana 1 molekul glukosa akan menghasilkan 2 molekul etanol, 2 molekul CO₂ dan pembebasan energi. Secara teoritis bahwa 1 gr gula akan dikonversikan menjadi 0,51 gr etanol (51% etanol) dan 0,49 gr CO₂ (49% CO₂).



Pada penelitian ini digunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan yeast yang memiliki daya konversi gula menjadi etanol yang sangat tinggi. Menurut Sa'id beberapa

kelebihannya dalam proses fermentasi yaitu : cepat berkembang biak, tahan terhadap tingginya konsentrasi garam dan glukosa, tahan terhadap suhu yang tinggi, mempunyai sifat stabil dan cepat mengadakan adaptasi.

Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi fermentasi diantaranya adalah : konsentrasi gula didalam substrat, komposisi nutrisi, jenis *yeast* yang digunakan, derajat keasamaan (pH), temperatur dan oksigen (*aerasi*). Faktor – faktor tersebut merupakan hal yang perlu diperhatikan selama proses fermentasi agar fermentasi dapat dilakukan dengan optimal sehingga perolehan bioetanol dapat dihasilkan semaksimal mungkin.

3.METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah sorgum, *Yeast Saccharomyces cereviceae*, aquades, HCl, NaOH, (NH₂)₂CO (Urea), NH₄H₂PO₄ (NPK), Enzim Stargen™ 002, *Yeast extract* dan Reagen Nelson-Samogyi. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah rangkaian alat Bioflo 2000 Fermentor, Alkoholmeter, *Autoclave*, *IncubatorShaker*, Rangkaian alat distilasi, Erlenmeyer, spektrofotometer, Tabung reaksi, Timbangan Analitik.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Variabel Tetap. Medium Fermentasi : 5000 ml; massa pati sorgum : 200 gr; ukuran partikel *sorgum* : ± 60 - 80 mesh; pH awal : 4,5; Suhu : 30⁰C; Pengadukan : 200 rpm; Urea (0,4 gr/l) ; dan NPK (0.5% g/l).

Variabel Berubah. Waktu pengambilan sampel : 12;24;48; 72 dan 96 jam serta konsentrasi enzim : 0.5%;1%;1.5%;2% dan 2.5%.

Prosedur Penelitian

Persiapan Medium Fermentasi. Medium fermentasi adalah pati sorgum yang diberi garam-garam nutrisi untuk pertumbuhan *yeast*. Konsentrasi glukosa dianalisa dengan metode Nelson-Samogyi. Nutrisi yang

dibutuhkan adalah urea (0,4 g/l) dan NPK (0,5 g/l).

Pembuatan Kurva Standar Glukosa.

Kurva standar glukosa berfungsi untuk menganalisa kadar glukosa substrat. Kurva dibuat menggunakan reagen Nelson-Samogyi.

Tahap Sterilisasi.

Semua alat-alat dan bahan kecuali *yeast* dan enzim harus di sterilisasi terlebih dahulu di dalam autoclave selama 15 menit pada suhu 121⁰C.

Penyiapan Inokulum Yeast.

Saccharomyces cereviceiae sebanyak 10% volume starter didalam erlenmeyer, lalu diaduk dengan *shaker* selama 24 jam.

Tahap Fermentasi.

Fermentasi dimulai dengan menambahkan starter inokulum yeast *Saccharomyces cereviceiae* ke dalam medium fermentasi. Variasi konsentrasi enzim adalah 0.5%;1%;1.5%;2% dan 2.5% terhadap massa pati sorgum dengan medium fermentasi 5 liter. Kecepatan pengadukan 200 rpm, keadaan anaerob dan suhu kamar (25–30⁰C).Waktu fermentasi divariasikan: 6, 12, 24, 48, 72, dan 96 jam.

Tahap Analisa.

Konsentrasi bioetanol ditentukan dengan Alkoholmeter. Konsentrasi gula dianalisa dengan metode nelson-samogyi.

4.HASIL DAN PEMBAHASAN

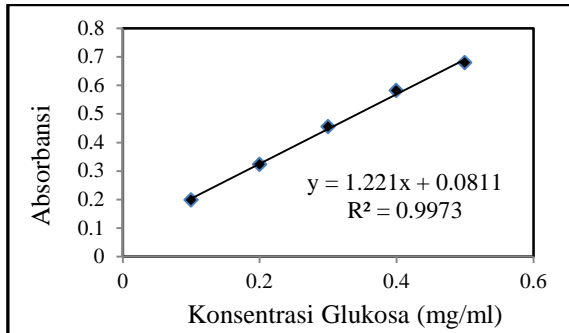
4.1Kurva Standar glukosa

Pembuatan kurva standar glukosa dengan metode Nelson-Samogyi digunakan untuk menentukan konsentrasi glukosa pada fermentasi. Data hasil pengukuran absorbansi spektrofotometer dari masing-masing konsentrasi larutan standar glukosa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Konsentrasi Gula	Absorbansi
0,1	0,198
0,2	0,323
0,3	0,455
0,4	0,582
0,5	0,679

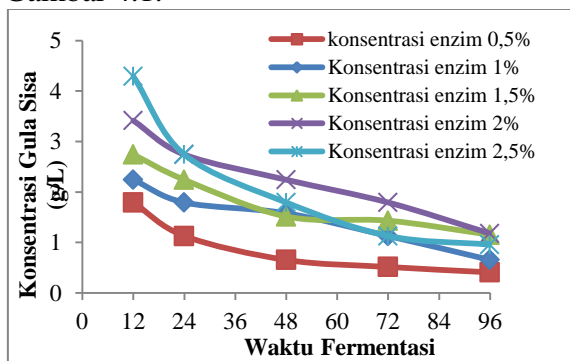
Regresi linier data kurva standar glukosa (Gambar 1) menghasilkan persamaan $y = 1,221x + 0,0811$, dimana y merupakan absorbansi spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 540 nm dan x merupakan konsentrasi glukosa (mg/ml).



Gambar 1. Kurva Standar Glukosa

Hasil Fermentasi Pati Sorgum Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Analisa konsentrasi gula sisa dari pati sorgum menggunakan metode Nelson–Somogyi dengan alat Spektrofotometer Sinar Tampak. Proses fermentasi pati sorgum menggunakan yeast *Saccharomyces cereviceae* dilakukan secara anaerob dengan variasi konsentrasi enzim dan waktu fermentasi. Hasil analisa konsentrasi gula sisa disajikan pada Gambar 4.1.



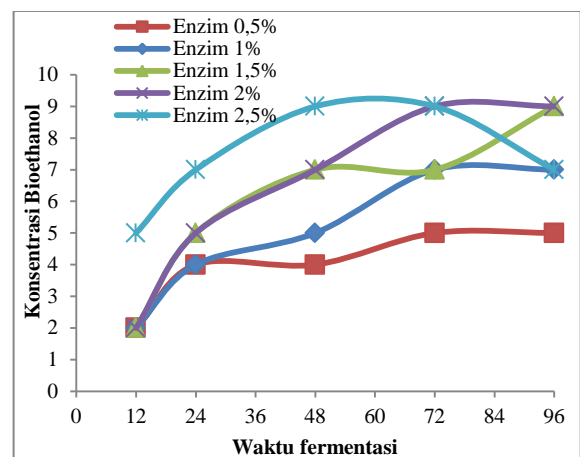
Gambar 4.1 Kurva Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi gula 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 serta konversi gula oleh *yeast* menjadi bioetanol sebagai metabolit.

Hasil Fermentasi dengan Konsentrasi Enzim Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Kondisi optimum dalam fermentasi **pati sorgum** ini ditentukan dengan cara mengukur konsentrasi bioetanol hasil fermentasi yang telah di distilasi terlebih dahulu untuk memisahkan cairan hasil fermentasi dengan impuritis-impuritis (Metode Guymon). Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan Alkoholmeter. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:



Dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bioetanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 48 jam dengan volum enzim 2.5% yaitu sebesar 9% (v/v). Hal ini dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi enzim stargenTM 002 yang semakin besar maka semakin cepat enzim tersebut mengkonversi pati menjadi glukosa yang dibutuhkan oleh *yeast* untuk pertumbuhannya, baik memperbanyak maupun mempertahankan hidup sehingga mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang terbentuk.

Saat proses fermentasi tetap dilanjutkan bioetanol yang dihasilkan

mengalami penurunan setelah fermentasi selama 72 jam. Adanya penurunan konsentrasi bioetanol ini terjadi karena gula yang dikonversi menjadi produk oleh mikroorganisme semakin sedikit serta akumulasi produk bioetanol yang dapat menghambat pertumbuhan *yeast*. Bioetanol dapat bersifat racun terhadap mikroorganisme, sehingga dengan terbentuknya produk berupa bioetanol akan mengakibatkan produktivitas menurun.

Selain itu, konsentrasi bioetanol yang menurun dipengaruhi oleh konsentrasi gula yang semakin berkurang dan proses hidrolisis yang lebih rendah dibandingkan laju fermentasinya. Ketika laju fermentasi cepat sementara terjadi kekurangan substrat gula, sebagian *yeast Saccharomyces cereviceae* cenderung untuk mengkonsumsi bioetanol, kemudian adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat.

5.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. konsentrasi bioetanol tertinggi yang diperoleh yaitu pada variasi konsentrasi enzim Stargen™ 002 2.5%.
1. Waktu optimum dari fermentasi pati sorgum adalah pada waktu fermentasi 48 jam dengan perolehan konsentrasi bioetanol yaitu sebesar 9% (v/v).

5.2 Saran

Adapun saran dari peneliti adalah :

- 1.Untuk memperoleh ketelitian dari analisis kadar etanol yang diperoleh dari proses fermentasi pati sorgum, ada baiknya analisis etanol dilakukan dengan *GC (Gas Chromatography)*.
- 2.Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi pati sorgum, sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

6.UCAPAN TERIMAKASIH

Ditujukan kepada Bpk. Chairul, ST., MT dan Ibu. Maria Peratenta Sembiring, ST., MT selaku Dosen Pembimbing beserta rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.

7.DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, Dini, dkk., 2009, Hidrolisis Biji Sorgum Menjadi Bioetanol Menggunakan NaOH-Papain dengan Metode Sakarifikasi dan fermentasi Simultan, Skripsi, Institut teknologi Sepuluh Nopember.
- British Petroleum. 2011, "Statistical Review of World Energy june",* Diperoleh dari: www.bp.com/statisticalreview. [Diakses 5 Mei 2012].
- Genencor (2011). "Saccharifying and Debranching Enzymes". Singapore Humasristek,2006."Paparan Mengenai Bioetanol", Diperoleh dari: <http://www.ristek.go.id>, [Diakses 5 Mei 2012].
- Sumarno dan S. karsono. 1996. Perkembangan produksi sorgum di dunia dan penggunaannya. Risalah symposium prospek tanaman sorgum untuk pengembangan agroindustri, 1995. Edisi khusus balai penelitian Tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian No. 4-1996: 13-24.
- Silvia,R.E. dan AdelinaT.P. 2009.*"Pembuatan etanol dari sorgum (*Shorghum Bicolor L.Moench*) Melalui Hidrolisis Enzimatik Diikuti Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. Skripsi, Institut teknologi Sepuluh Nopember.
- Sa'id, G. 1991. Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi. PT. Meiyatama Sarana perkasa.
- Ullmann's (2003), "Encyclopedia of Industrial Chemistry.Vol. 12. Ed. 6". Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co FgaA.