

# VARIASI KONSENTRASI ENZIM STARGEN™ 002 PADA PROSES SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK PATI SORGUM MENJADI BIOETANOL

**Dike Putra Ganda, Chairul, Hafidawati**

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau  
Jl.HR Soebrantas km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

Email : [edicst@yahoo.com](mailto:edicst@yahoo.com)

## ABSTRACT

*One of the plants that can be used as raw material for making biofuel as alternative energy is sorghum. Grain sorghum has a high starch content that can be used as a substrate for the production of bioethanol. This study aims to determine the concentration of the enzyme and the best time of fermentation to produce bioethanol. The research method using the simultaneous saccharification and fermentation (SSF) with the aid of enzymes Stargen™ 002 and the yeast *Saccharomyces cereviceae*. Variations made to the enzyme concentration Stargen™ 002 is used as follows: 2.5%, 3%, 3.5% and 4% and fermentation time for 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 and 72 hours. Analysis of the results using the Alcoholmeter with highest bioethanol yield at 4% enzyme concentration at 42 hours of fermentation with ethanol content of 8% (v / v)*

**Keywords:** *Sorghum, Bioethanol, Stargen™ 002 Enzymes, Enzyme Concentration, SSF*

## 1.PENDAHULUAN

Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, sifatnya yang terbarukan dan mampu menurunkan emisi  $CO_2$  hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil. Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati yang mengandung glukosa, karbohidrat dan selulosa. Misalnya tebu, nira, sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, jagung, jerami, bonggol jagung dan kayu. Dari sekian banyak jenis tanaman, sorgum memiliki potensi dan nilai sangat tinggi untuk sumber pangan maupun sebagai sumber energi alternatif. Keunggulan sorgum sebagai bahan baku bioetanol adalah sorgum memiliki produksi biji dan biomassa yang jauh lebih tinggi, laju pertumbuhan tanaman sorgum jauh lebih cepat dan lebih tahan terhadap hama [Hoeman, 2011].

Enzim Stargen™ 002 merupakan enzim yang diformulasikan khusus untuk menghidrolisis pati. Enzim ini berupa cairan coklat tua dengan *specific gravity* sebesar 1,13-1,16 g/ml. Enzim ini merupakan enzim generasi kedua yang diproduksi oleh Genencor Internasional, BV (*Genencor Internasional* di

Palo Alto, CA, USA). Dimana enzim ini direkomendasikan digunakan pada pH optimum di 3,3-4,5 dan suhu yang direkomendasikan 20 - 40 °C. Enzim Stargen merupakan campuran *alpha - amilase* dan *gluco-amylase*, yang dapat bekerja secara sinergis menghidrolisa pati menjadi glukosa [Genencor, 2010].

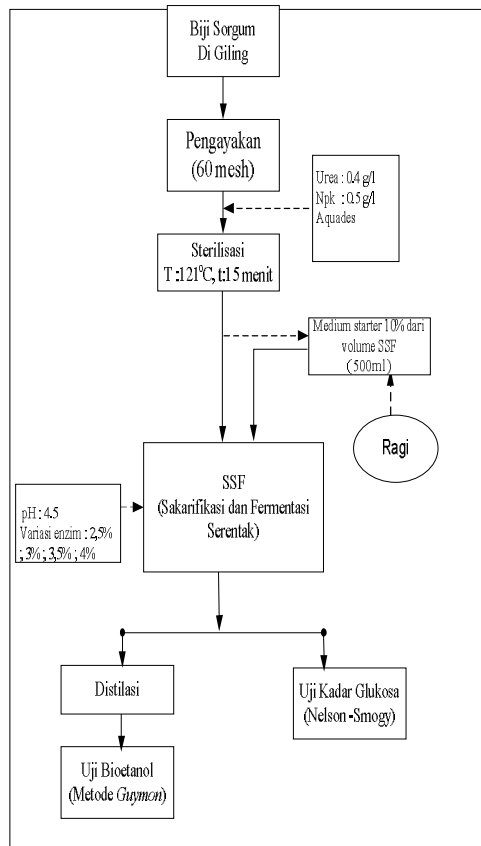
Pada penelitian ini dilakukan proses hidrolisis pati sorgum dengan bantuan enzim stargen™ 002. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dengan hidrolisis asam. Hidrolisis secara asam memutus rantai pati secara acak, sedangkan hidrolisis secara enzimatik memutus rantai pati secara spesifik pada percabangan tertentu. Hidrolisis secara enzimatik lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan hidrolisis asam karena prosesnya lebih spesifik, kondisi prosesnya lebih mudah dikontrol, tidak mengganggu reaksi, biaya pemurnian lebih murah dan kerusakan enzim dapat diminimalkan [Rahmayanti, 2010].

## 2.METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji Sorgum, enzim stargen™ 002, yeast *Saccharomyces*

*Cereviceae*, reagen Nelson–Somogyi, HCl, NaOH, Urea [(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO],NPK [NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>] dan Aquades.

Diagram alir proses pada penelitian ini secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar.1, mulai dari tahap persiapan bahan baku hingga analisa hasil dari penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi Bioetanol dari Pati Sorgum

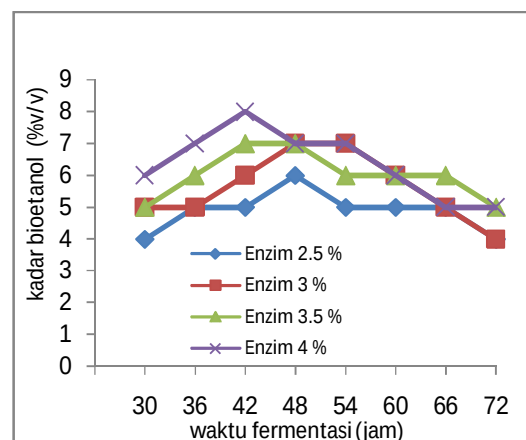
Tahap persiapan meliputi persiapan bahan baku dan pembuatan kurva standar glukosa. Selanjutnya sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C selama 15 menit dengan menggunakan *autoklaf*. Bahan-bahan yang disterilisasi berupa 200 gram pati sorgum, 0,4 g/L (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO (Urea) dan 0,5 gr/L NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (NPK) dan aquades. *Starter* yang digunakan sejumlah 10% dari volume fermentasi (5000 ml ) yang dicampur dengan *yeast* sebagai medium pengembangbiakan mikroorganisme agar fasa lag atau fasa pertumbuhan dapat dilewati saat digunakan pada proses fermentasi. *Starter* yang disiapkan di *shaker* selama 24jam.

Proses sakarifikasi dan fermentasi secara serentak dilakukan dengan cara menambahkan *starter Saccharomyces Cereviceae* serta enzim stargen™ 002 dengan variasi tertentu untuk menghidrolisis pati menjadi glukosa dengan perbandingan komposisi yang sesuai secara bersamaan didalam satu fermentor. Pada penelitian ini konsentrasi enzim menjadi dasar penelitian bersamaan dengan variasi waktu fermentasi selama 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 dan 72 jam. Konsentrasi enzim stargen™ 002 yang digunakan yaitu : 2,5%; 3%; 3,5% dan 4%. Analisa dilakukan terhadap hasil bioetanol yang diperoleh selama selang waktu fermentasi dengan menggunakan alkoholmeter dan perhitungan gula sisa selama fermentasi dengan spektrofotometer sinar tampak.

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Konsentrasi Enzim Dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim stargen™ 002 dan lama waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh dalam selang waktu tertentu. Pada penelitian ini konsentrasi bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi dihitung dengan menggunakan alkoholmeter. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing konsentrasi enzim stargen™ 002 ditunjukkan pada gambar 2.



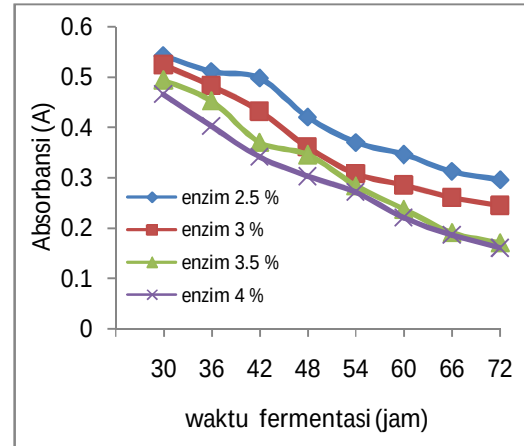
Gambar 2. Kurva hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol pada berbagai variasi konsentrasi enzim stargen™ 002.

Dari Gambar 2 dapat dilihat konsentrasi bioetanol tertinggi pada konsentrasi enzim Stargen™ 002 4 % dengan waktu fermentasi 42 jam yaitu sebesar 8 % (v/v). Konsentrasi enzim stargen™ 002 berpengaruh terhadap perolehan bioetanol dengan menggunakan jumlah substrat yang sama karena enzim stargen™ 002 akan mempercepat proses hidrolisis sehingga lebih banyak gula yang tersedia untuk difermentasi menjadi bioetanol. Pada konsentrasi substrat tetap, dalam batas tertentu, laju suatu reaksi enzimatis meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi enzim. Hal ini berarti makin banyak enzim, sampai batas tertentu, makin banyak substrat yang terkonversi karena makin tinggi aktivitas enzim. Karena enzim bersifat spesifik terhadap substrat maka konsentrasi yang berlebihan juga akan mempengaruhi laju reaksi enzimatis [Murray, 2009].

Enzim merupakan suatu protein yang memiliki aktifitas biokimiawi katalis suatu reaksi. Karena merupakan suatu protein, enzim ini sangat rentan terhadap kondisi lingkungan. Perubahan konsentrasi substrata tau pH lingkungan akan mengakibatkan aktifitas enzim ikut mengalami perubahan. Pada konsentrasi enzim yang meningkat maka jumlah absorpsi enzim terhadap substrat akan berjalan lebih baik dan naik hingga keadaan optimumnya. Tahap hidrolisis itu sendiri akan berjalan baik dengan kondisi substrat yang tidak terlalu tinggi terhadap enzim sehingga tumbukan antara partikel enzim dengan substrat lebih leluasa [ Budiman, 2008].

### **Pengaruh Konsentrasi Enzim Stargen™ 002 Dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa**

Lama Waktu fermentasi berpengaruh terhadap aktivitas *yeast* karena semakin lama fermentasi, maka semakin banyak jumlah *yeast* atau semakin aktif *yeast* untuk berkembang biak. Sehingga mempunyai kemampuan untuk mengkonversi substrat semakin besar pula. Untuk melihat efektivitas mikroorganisme yang digunakan dalam fermentasi dalam mendegradasi gula menjadi bioetanol dapat kita lihat dari analisa gula sisa. Hasil analisa konsentrasi gula sisa disajikan pada Gambar 3.



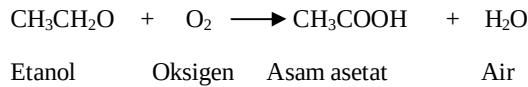
Gambar 3. Kurva hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi gula pada berbagai variasi konsentrasi enzim stargen™ 002.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi gula semakin berkurang. Hal ini menunjukkan adanya konsumsi gula oleh *yeast Saccharomycess Cereviciae* yang digunakan untuk pertumbuhan dan metabolisme sel. Fermentasi dilakukan selama 72 jam dengan variasi pengambilan sampel pada 30 jam pertama selanjutnya pada selang 6 jam hingga selesai.

Pada penelitian ini, waktu fermentasi yang divariasikan adalah 30,36, 42, 48, 54, 60 dan 72 jam. Meskipun konsentrasi gula terus menurun, kadar bioetanol yang diperoleh tidak terus meningkat. Kadar bioetanol yang dihasilkan mengalami penurunan karena *Saccharomycess Cereviciae* memasuki *death phase* sehingga jumlah mikroba yang tumbuh semakin melambat dan tidak ada penambahan jumlah mikroba yang mengubah glukosa menjadi bioetanol sehingga bioetanol yang terbentuk cenderung menurun [Hapsari, 2010 ]

Adanya penurunan konsentrasi bioetanol ini terjadi karena gula yang dikonversi menjadi produk oleh mikroorganisme *Saccharomycess Cereviciae* 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 [Junitania,2011].

Selain itu *Saccharomyces cereviceae* cenderung untuk mengkonsumsi bioetanol ketika laju fermentasi cepat sementara terjadi kekurangan substrat gula. Kemudian adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat.



Pembentukan asam asetat akan mempengaruhi kondisi proses hidrolisis sehingga terjadinya penurunan aktifitas enzim. Selain itu, kemungkinan masih terdapatnya 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 oleh enzim.

#### Perbandingan Perolehan Bioetanol dengan Penelitian sebelumnya.

Perbandingan penelitian sebelumnya yang melakukan percobaan membuat bioetanol dari pati sorgum dengan berbagai variabel ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Konsentrasi Bioetanol Dalam Penelitian Ini Dengan Penelitian Lainnya.

| Peneliti     | Priyani, 2008        | Amin, 2010                           | Yuni, 2012                | Ganda, 2013               |
|--------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Bahan        | Pati sorgum          | Pati sorgum                          | Pati sorgum               | Pati sorgum               |
| Enzim        | Katalis asam         | $\alpha$ -amylase dan glukosaamilase | Stargen <sup>TM</sup> 002 | Stargen <sup>TM</sup> 002 |
| Yeast        | <i>S. cereviceae</i> | <i>S. cereviceae</i>                 | <i>S. cereviceae</i>      | <i>S. cereviceae</i>      |
| pH           | 5                    | 5                                    | 4; 4,5; 5                 | 4,5                       |
| Variasi      | Katalisator asam     | Suhu                                 | pH                        | konsentrasi enzim         |
| Suhu         | 30°C                 | 30°C, 45°C, 60°C                     | 30°C                      | 30°C                      |
| Hasil Etanol | 4,14 % (v/v)         | 9,35 % (v/v)                         | 5 % (v/v)                 | 8 % (v/v)                 |

Dari tabel dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan oleh Amin (2010) mendapatkan konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 9,35 % (v/v) yang lebih tinggi dari beberapa penelitian lainnya. Hal ini dikarenakan penelitian tersebut menggunakan substrat yang lebih besar dibandingkan beberapa penelitian lainnya. Jumlah substrat berpengaruh besar terhadap bioetanol yang dihasilkan. Dengan adanya substrat yang lebih banyak maka pertumbuhan mikroba akan lebih baik karena kebutuhan nutrisinya yang semakin terpenuhi [Azizah, 2013]

Penelitian ini memperoleh hasil yang lebih tinggi dari beberapa penelitian lainnya karena menggunakan konsentrasi enzim stargen<sup>TM</sup> 002 yang lebih tinggi pada substrat yang sama. Pada konsentrasi substrat tetap, dalam batas tertentu, laju suatu reaksi enzimatis meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi enzim. Hal ini berarti makin banyak enzim, sampai batas tertentu, makin banyak substrat yang terkonversi karena makin tinggi aktivitas enzim. Karena enzim bersifat spesifik terhadap substrat maka konsentrasi yang berlebihan juga akan mempengaruhi laju reaksi enzimatis [Sukandar, 2011]

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. Enzim ini dimodifikasi sehingga sangat cocok digunakan pada proses sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan penambahan yeast untuk menghasilkan bioetanol. [Genencor, 2010].

#### 4.KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim stargen<sup>TM</sup> 002 yang digunakan dalam proses sakarifikasi dan fermentasi serentak semakin tinggi pula perolehan bioetanol yang dihasilkan. Kondisi optimum dari sakarifikasi dan fermentasi serentak pati sorgum menjadi bioetanol adalah pada konsentrasi enzim stargen<sup>TM</sup> 002 sebesar 4 % dan waktu fermentasi 42 jam dengan perolehan konsentrasi bioetanol yaitu sebesar 8 % (v/v).

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui konsentrasi maksimum enzim stargen<sup>TM</sup> 002 yang dapat digunakan dalam proses sakarifikasi dan fermentasi serentak

pati sorgum menjadi bioetanol. Uji GC ( gas chromatography) juga dapat dilakukan untuk mendapat hasil bioetanol yang lebih akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amin, H., 2010, Pembuatan Bioetanol dari Sorgum dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi secara Simultan, Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Azizah. 2013, Variasi Konsentrasi Subtrat Pati Sorgum Menjadi Bioetanol dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Enzim Stargen<sup>TM</sup> 002, Skripsi Sarjana, Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Budiman, A., 2008, Pengaruh Konsentrasi Substrat, Lama Inkubasi dan pH dalam Proses Isolasi Enzim Menggunakan Jerami Padi, Skripsi Sarjana, Teknik Kimia , Universitas Diponegoro, Semarang
- Genencor, 2010, “Saccharifying and Debranching Enzymes”, Singapore.
- Hapsari, A., 2010, Pembuatan Bioetanol dari Singkong untuk Bahan Bakar. Skripsi Sarjana, Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hoeman, S., 2011, Riset Pengembangan Potensi Sorgum untuk Pangan, Pakan dan Energi, Batan, Bandung
- Junitania, 2011, Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum Manis dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Yeast Candida Utilis*, Skripsi Sarjana, Teknik Kimia, Univeristas Riau, Pekanbaru.
- Murray, R dan Daryl, D., 2009, Biokimia Harper, Jakarta : Mcgraw-Hill Companies Inc.
- Rahmayanti, D., 2010, Pemodelan dan Optimasi Hidrolisa Pati mejadi Glukosa dengan Metode Artificial Neural. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sukandar, U., 2011, Sakarifikasi Pati Ubi Kayu Menggunakan Amilase *Aspergillus Niger* ITB CC L74. Jurnal Teknik Kimia Indonesia.
- Sudarmadji, S., 1997, Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Yogyakarta : Liberty.
- Yuni, 2013. Variasi pH pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Sorgum dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak. Skripsi Sarjana, Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.

