

# Variasi Konsentrasi Substrat Pati Sorgum Menjadi Bioetanol dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Enzim Stargen<sup>TM</sup> 002 Dan *Yeast Saccharomyces Cerevisiae*

Azizah, Chairul, Maria Peratenta

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

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

Email : Azizaherwin@yahoo.com.

## ABSTRACT

*Sorghum is one of the agricultural commodities used for biofuels. Sorghum is a resource of grain yield 55-75% starch composition similar to corn, which is potentially as raw material for production of bioethanol. Research based sorghum bioethanol manufacture carried out using enzymes stargen<sup>TM</sup> 002 and starch raw materials. The purpose of this study was to determine the concentration of substrate and the best time of fermentation to produce bioethanol. The research method consists of hydrolysis and saccharification processes are aided by enzymes stargen<sup>TM</sup> 002 followed by a fermentation process using yeast *Saccharomyces Cerevisiae*, ferment at room temperature, pH 4.5, enzymes stargen<sup>TM</sup> 002 concentration 2,% and distilled at a temperature 78 -80°C. variable substrate concentration used were 30 g/l; 40 g/l; 50 g/l; and 60 g/l and time of fermentation were 12; 24; 48 and 72 hours. The result indicate that the substrate concentration of 30 g/l and the optimum time is 48 hours can produce the highest bioethanol concentration of 6% (v/v).*

*Keywords : bioethanol, enzim stargen<sup>TM</sup> 002, substrate concentration, fermentation.*

## 1. PENDAHULUAN

Sorgum adalah salah satu komoditi pertanian yang dipergunakan untuk bahan bakar nabati. (Wijaya, 2011). Selain sorgum, sumber bahan bakar nabati lainnya adalah kelapa sawit, kelapa, jarak pagar (untuk substitusi solar), tebu dan sagu. Perkembangan teknologi tersebut dapat membantu pemenuhan kebutuhan energi yang krisis. Upaya untuk mendiversikan energi tersebut perlu diperhitungkan karena mengingat sumber cadangan minyak bumi yang tersedia dari fosil di Indonesia diperkirakan akan habis 15 tahun mendatang. Salah satu bentuk *biofuel* adalah bioetanol. (Purwaamijaya, dkk, 2007).

Pencampuran etanol absolut sebanyak 10% dengan premium 90% disebut gasohol E-10. Gasohol merupakan singkatan dari gasolin (premium) plus etanol. Etanol absolut memiliki angka oktan (ON)117, sedangkan premium hanya 87-88. Gasohol E-10 secara proposional memiliki ON 91 atau sama dengan pertamax. (Herman, 2007).

Terdapat 2 cara yang digunakan untuk memproduksi etanol, yaitu hidrasi etilen dan fermentasi. Namun karena terjadi peningkatan harga minyak mentah dunia, maka produksi etanol dilakukan dari bahan baku yang mengandung pati serta bahan yang mengandung gula dan selulosa melalui suatu proses fermentasi dan destilasi. (Rahmi dan Tri, 2009). Sorgum

(*Sorghum bicolor*, L. Moench) merupakan sumber daya biji-bijian berkadar pati 55-75% komposisinya mirip jagung, yang sangat berpotensi sebagai bahan baku produksi bioetanol (Atmojo, dkk, 2011).

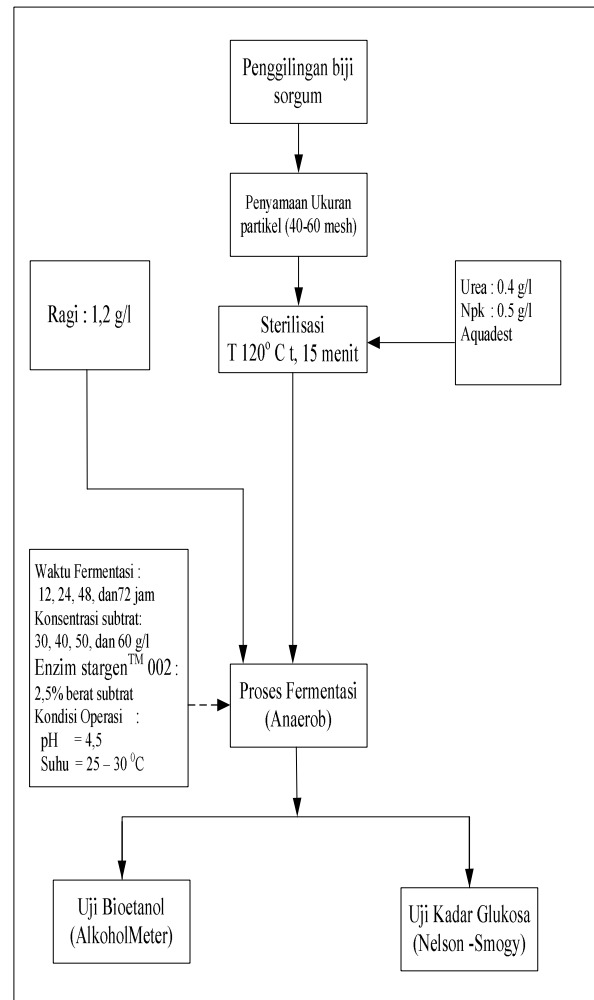
Pada penelitian ini digunakan proses SSF. Proses SSF sebenarnya hampir sama dengan proses yang terpisah antara hidrolisis dengan enzim dan proses fermentasi, hanya dalam proses SSF hidrolisis dan fermentasi dilakukan dalam satu reaktor. (Uminingsih dan Yuni, 2010).

Sorghum memiliki potensi besar untuk dapat dikembangkan secara komersial karena memiliki daya adaptasi luas, produktivitas tinggi, perlu input relatif lebih sedikit, tahan terhadap hama dan penyakit tanaman, serta lebih toleran terhadap kondisi marjinal (kekeringan, salinitas dan lahan masam). Dengan daya adaptasi sorgum yang luas tersebut membuat sorgum berpeluang besar untuk dikembangkan di Indonesia sejalan dengan optimalisasi pemanfaatan lahan kosong, yang kemungkinan berupa lahan marginal, lahan tidur, atau lahan non-produktif lainnya. (Hoeman, 2008).

## 2. METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan adalah Biji sorgum, *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>], Enzim Stargen<sup>TM</sup> 002, dan aquadest.

Metodologi yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari persiapan bahan baku, penelitian dan analisa. Diagram prosedur dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Diagram Alir Tahap Penelitian**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji sorgum yang di ambil dari Kec. Banjaran Kabupaten Bandung. Sebelum digunakan, biji sorgum dikulitnya dikupas kemudian digiling dan diayak untuk mendapatkan ukuran ± 40 - 60 mesh sehingga didapatkan partikel lebih

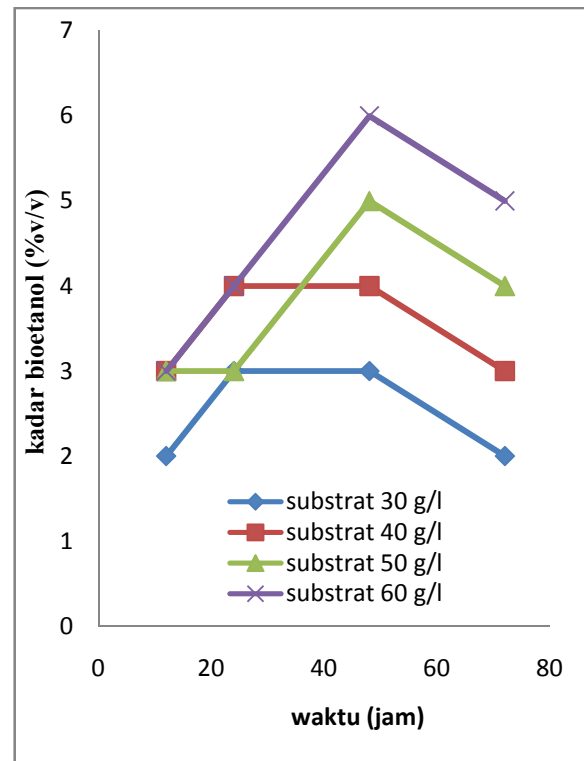
seragam. Sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C selama 15 menit dengan menggunakan autoklaf. 5000 ml medium fermentasi yang telah ditambahkan 0,4 g/L (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO (Urea) dan 0,5 gr/L NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (NPK) dan aquadest disterilisasi untuk mencegah terjadinya kontaminasi.

Fermentasi dilakukan dengan menggunakan *Yeast Saccharomyces Cereviceae* sebanyak 1.2 g/l serta pati sebagai bahan yang akan dikonversi menjadi glukosa dengan perbandingan konsentrasi susbrat sesuai dengan variabel penelitian yang digunakan adalah 30, 40, 50 dan 60 g/l. Volume total cairan fermentasi sebesar 5 liter dilakukan didalam biofermentor dengan kapasitas 10.000 ml pada suhu 25°C sampai 30°C. Waktu fermentasi divariasikan pada 12, 24, 48, dan 72 jam untuk mengamati konsentrasi gula substrat dan pengaruh waktu fermentasi terhadap bioetanol yang dihasilkan. Pada penelitian ini parameter yang dianalisis, yaitu konsentrasi gula substrat dan konsentrasi bioetanol. Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan alkoholmeter. Konsentrasi gula substrat berupa gula awal sampai akhir dianalisis dengan metode *Nelson-Samogy*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh konsentrasi substrat dan waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol hasil. Data yang diperoleh ditampilkan dalam konsentrasi substrat terhadap bioetanol hasil fermentasi.

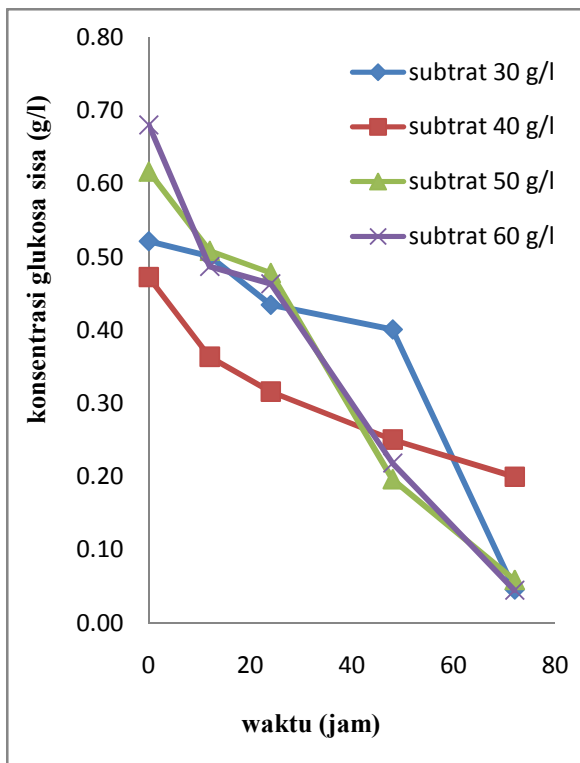


**Gambar 2 Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol dengan Variasi Konsentrasi Substrat**

Dari Gambar 2 dapat dilihat konsentrasi bioetanol tertinggi pada konsentrasi substrat 60 g/l dengan waktu fermentasi 48 jam yaitu sebesar 6% (v/v). Dengan adanya substrat yang lebih banyak maka pertumbuhan mikroba akan lebih baik karena kebutuhan nutrisinya yang semakin terpenuhi. (Supriyanto dan wahyudi, 2009). Konsentrasi substrat yang digunakan sebagai variabel disini untuk menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi adalah 60 g/l. Konsentrasi tersebut masih sesuai untuk kondisi tumbuh *yeast*, karena konsentrasi gula optimal untuk fermentasi adalah antara 50-250 gram/l, artinya konsentrasi gula yang digunakan dalam percobaan ini masih sesuai dengan kondisi tumbuh mikroba (Supriyanto, 2009).

## Pengaruh Konsentrasi Substrat Dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Glukosa

Konsentrasi gula pada setiap pengaruh waktu SSF juga diukur untuk melihat ketersediaan stok gula sebelum proses SSF berlangsung. Konsentrasi gula yang terukur ini menunjukkan ketersediaan gula dari hasil hidrolisis pati oleh enzim stargen<sup>TM</sup> 002.



**Gambar 3 Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Glukosa Sisa Hasil Fermentasi**

Dari gambar 3 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin turun kadar konsentrasi glukosa sisa. Hal ini menunjukkan aktivitas *yeast saccharomyces cereveciae* dalam mengkonversi glukosa menjadi bioetanol. Selain itu glukosa sebagai substrat dibutuhkan *yeast* untuk pertumbuhan dan 72 jam, dilakukan pengambilan sampel pada 12 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Selama

waktu fermentasi berlangsung glukosa terus digunakan namun tidak sampai habis. Hal tersebut terjadi pada semua variabel. Pada waktu 0 atau saat fermentasi belum dimulai, konsentrasi substrat 40 g/l lebih rendah dari pada konsentrasi substrat 30 g/l. Hal ini disebabkan pada saat pengambilan sampel larutan belum terhidrolisis sempurna sehingga masih banyak butiran pati yang terendap di dasar *vessel* karena waktu yang digunakan untuk proses hidrolisis sangat singkat yaitu 15 menit waktu sterilisasi dan 20 menit waktu penurunan suhu dari 121°C (suhu sterilisasi) ke suhu kamar (suhu fermentasi). Sehingga pada saat pengambilan sampel banyak butiran pati yang terambil sebagai sampel. Selain itu, tidak dilakukannya pengadukan untuk menghomogenisasikan larutan pada proses hidrolisis ketika melakukan sterilisasi. Menurut (Februadi, 2012) Pengadukan perlu dilakukan agar zat pereaksi dapat berumbukan dengan baik. Untuk proses batch, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk atau alat pengocok. Apabila prosesnya berupa proses alir (kontinyu), maka pencampuran dilakukan dengan cara mengatur aliran di dalam reaktor supaya berbentuk olakan.

## Perbandingan Konsentrasi Bioetanol Dalam Penelitian Ini Dengan Penelitian Lainnya

Tabel 1.1 berikut akan menampilkan hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan pati sorgum sebagai bahan baku pembuatan bioetanol

**Tabel 1.1 Perbandingan Konsentrasi Bioetanol Dalam Penelitian Ini Dengan Penelitian Sebelumnya.**

Variabel	Parasetyo (2012)	Yuni (2013)		Hesty (2012)	Penelitian ini
Bahan baku	Pati sorgum	Pati sorgum	Pati Sorgum	Pati sorgum	Pati sorgum
Enzim	Stargen 002	Stargen 002	Tanpa enzim	$\alpha$ – amylase & glukoamilase	Stargen 002
Yeast	<i>S.cerevisiae</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>pichia</i> <i>Stipitis</i>	<i>S.cerevisiae</i>
Konsentrasi substrat	40 g/l	40 g/l	40 g/l	40 g/l	30, 40, 50 dan 60 g/l
Ukuran partikel	60 – 80 mesh	40 – 60 mesh	40 – 60 mesh	40 mesh	40 – 60 mesh
Variable	Enzim stargen 0,5; 1;1,5;2;2,5 dan 2,5.	pH 4 ; 4,5 ; 5	pH 4,5	Temperatur liquifikasi 75 <sup>0</sup> C; 85 <sup>0</sup> C ; 95 <sup>0</sup> C.	Konsentrasi substrat 30 ; 40; 50 dan 60.
Kondisi optimum	48 jam ; Enzim Stargen 2,5%	48 jam ; pH 4,5	-	48 jam ; Temperatur liquifikasi 85 <sup>0</sup> C	48 jam ; Konsentrasi Substrat 60 g/l
Konsentrasi Bioetanol	9 % (v/v)	5% (v/v)	1% (v/v)	4% (v/v)	6% (v/v)

Dari penelitian sebelumnya, Prasetyo (2012) mendapatkan konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 9% (v/v) yang masih lebih tinggi dari pada penelitian ini yaitu sebesar 6%. Hal ini dikarenakan Prasetyo (2012) melakukan pengembangan inokulum dan ukuran partikel yang digunakan lebih kecil yaitu 60 – 80 *mesh* sedangkan penelitian ini menggunakan ukuran partikel 40 - 60 *mesh*. Tetapi hasil dari penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih besar dari Yuni (2013) yang mendapatkan hasil sebesar 5% karena menggunakan konsentrasi substrat lebih kecil dari penelitin ini yaitu 40 gr/l sehingga konsentrasi bioetanol yang dihasilkanpun lebih kecil. Hesty (2012) juga mendapatkan hasil yang lebih kecil yaitu 4% karena menggunakan ukuran partikel lebih kecil yaitu 40 *mesh* dan konsentrasi substrat lebih kecil yaitu 40 g/l. selain itu Hesty (2012) menggunakan *yeast* yang berbeda dengan penelitian ini yaitu *yeast Pichia Stipitis*. *Yeast Saccharomyces cereveciae* lebih baik digunakan untuk memproduksi bioetanol karena dapat memproduksi bioetanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi. Selain *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis* juga sangat potensial, namun bakteri ini perlu dikembangkan lebih lanjut karena toleransinya yang rendah terhadap garam dalam media dan membutuhkan media yang steril, sehingga menyulitkan untuk aplikasi skala industri. (Elevri dan putra, 2006).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat akan memberikan hasil bioetanol semakin tinggi dan semakin banyak waktu yang digunakan akan memberikan hasil bioetanol yang semakin tinggi sesuai persediaan nutrisi dan kondisi operasi. Kondisi optimum dari fermentasi pati sorgum adalah pada konsentrasi substrat 60 g/l dan waktu fermentasi 48 jam dengan

perolehan konsentrasi bioetanol yaitu sebesar 6% (v/v).

Sebaiknya untuk memperoleh ketelitian dari analisis kadar etanol yang diperoleh dari proses fermentasi pati sorgum, ada baiknya analisis bioetanol dilakukan dengan *GC (Gas Chromatography)*. Untuk mendapatkan kondisi optimum dari fermentasi pati sorgum lebih lanjut, maka perlu dilakukan penelitian dengan konsentrasi substrat yang lebih tinggi. Selain itu perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi pati sorgum, sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan perlu dilakukannya pengembangan inokulum dan memperkecil ukuran partikel substrat agar mendapatkan perolehan konsentrasi bioetanol yang lebih besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, M.C Tri, Nurul Rusdi, Dadang Rosadi, dan Ngatnem J.P., 2011, Tanaman Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor* Moench) Untuk Bahan Bakar Nabati dan Silase, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Bandar Lampung.
- Elevri, Putra Asga dan Surya Rosa Putra. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Yang Diamobilisasi Dengan Agar Batang. Skripsi Sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus ITS Keputih, Sukolio Surabaya.
- Erissa, Hesty, Chairul dan Zul Amraini. 2012. Variasi Temperatur Liquefikasi Pati Sorgum Menjadi Bioetanol Dengan Proses Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Herman. 2007. Produksi Bioetanol Dari Biji Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moech*)

- Secara Fermentasi Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- Hoeman, Soeranto, 2008. Prospek Dan Potensi Sorgum Dalam Pembuatan Bioethanol. <http://www.bsl-online.com>, diakses pada 29 juli 2012, pkl. 19:00 WIB.
- Prasetyo, Joko. 2012. Konversi Pati Sorgum Menjadi Bioetanol Menggunakan Enzim Stargen<sup>tm</sup> 002 dan *Yeast saccharomyces cerevisiae* Dalam Bioflo 2000 Fermentor. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Purwaamijaya, Iskandar Muda. 2007. Analisis Sosial Ekonomi Pembibitan dan Budi Daya Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas Linnaeus*) Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif (Biodiesel) Yang Ramah Lingkungan. Artikel penelitian, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rahmi, Silvia E, dan Tri Adelina P. 2009. Pembuatan Etanol Dari Sorgum (*Shorghum Bicolor L. Moench*) Melalui Hidrolisis Enzimatik Diikuti Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Supriyanto, Tri dan Wahyudi. 2009. Proses Prduksi Etanol Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* Dengan Operasi Kontinyu Pada Kondisi Vakum. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Uminingsih, Dewi Tri dan Yuni Paramitha Sari. 2010. *Pre-Treatment* Alkali Pada Hidrolisis Biokonversi Biji Sorgum Menjadi Etanol Secara *Simultaneous Saccharification And Fermentation*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, ITS, Surabaya.
- Yuni, Chairul dan Maria Peratenta. 2012. Pengaruh Variasi pH Pembuatan Bioetanol Dari Pati Sorgum Dengan Proses Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.