

# VARIASI PENGADUKAN DAN WAKTU PADA PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI SORGUM DENGAN PROSES SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK (SSF)

**Maulia Rayana, Chairul, Hafidawati**

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

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

Email : [mauliarayana38@yahoo.com](mailto:mauliarayana38@yahoo.com),

## ABSTRACT

*Sorghum is one of the agricultural commodities used for biofuels. Sorghum starch characteristics of high carbohydrate and contains high levels of starch as raw material potential of bioethanol. Making bioethanol done with simultaneous saccharification and fermentation process using yeast enzymes Stargen<sup>TM</sup> 002 and Saccharomyces Cerevisiae with varying speed agitation of 200, 250, 300 and 350 rpm and fermentation time 12, 24, 48, and 72 hours. The results of the analysis using a spectrophotometer and Alkoholmeter with highest bioethanol yield at speed agitation 350 rpm at 42 hours of fermentation with ethanol content of 8% (v/v)*

**Keyword:** *Sorghum, Bioethanol, Enzym Stargen<sup>TM</sup> 002, SSF, Speed Agitation.*

## 1. PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor*) merupakan sumber daya biji-bijian yang sangat berpotensi sebagai bahan baku produksi bioetanol. Tanaman sorgum memiliki keunggulan tahan terhadap kekeringan dibanding jenis tanaman serealia lainnya. Tanaman ini mampu beradaptasi pada daerah yang luas, dari daerah yang beriklim tropis–kering (*semi arid*) sampai daerah beriklim basah. Sorgum sangat potensial ditanam di wilayah Riau yang 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]. Sorgum memiliki kandungan pati sebanyak 56-73%, Pati sorgum terdiri atas amilosa (20-30%) dan amilopektin (70-80%). Kandungan pati sorgum tersebut sangat berpotensi sebagai sumber bahan bakar nabati yaitu bioetanol. Sorgum dapat dikonversi

menjadi bioetanol melalui proses fermentasi. [Kunamneni dkk, 2005].

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa [Purba, 2009].

Proses hidrolisis pati menjadi sirup glukosa dapat menggunakan katalis enzim, asam atau gabungan keduanya. Hidrolisis secara enzimatis memiliki perbedaan mendasar dengan hidrolisis secara asam. Hidrolisis secara asam memutus rantai pati secara acak, sedangkan hidrolisis secara enzimatis memutus rantai pati secara spesifik pada percabangan tertentu. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan dibandingkan hidrolisis asam, karena prosesnya lebih spesifik, kondisi prosesnya dapat dikontrol, biaya pemurnian lebih murah, dan kerusakan

warna dapat diminimalkan [Virlandi, 2008].

Menurut Purba (2009) proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: Enzim, ukuran partikel, Suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat) dan pengadukan. Enzim yang dapat digunakan adalah  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, amiloglukosidase, glukosa isomerase, pullulanase, dan isoamilase. Enzim yang biasa digunakan untuk proses pembuatan sirup glukosa secara sinergis adalah enzim  $\alpha$ -amylase dan enzim glucoamilase. Enzim  $\alpha$ -amylase akan memotong ikatan amilosa dengan cepat pada pati kental yang telah mengalami gelatinisasi. Kemudian enzim glucoamilase akan menguraikan pati secara sempurna menjadi glukosa pada tahap sakarifikasi.

Pembuatan bioetanol dari sorgum pada penelitian ini menggunakan metode sakarifikasi dan fermentasi simultan/*Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF), yaitu menggabungkan tahap hidrolisis dan fermentasi secara bersamaan dalam satu reaktor. Keuntungan dari proses ini adalah polisakarida yang terkonversi menjadi monosakarida tidak kembali menjadi polisakarida karena monosakarida langsung difermentasi menjadi etanol dan akan mengurangi biaya peralatan yang digunakan [Uminingsih, 2009].

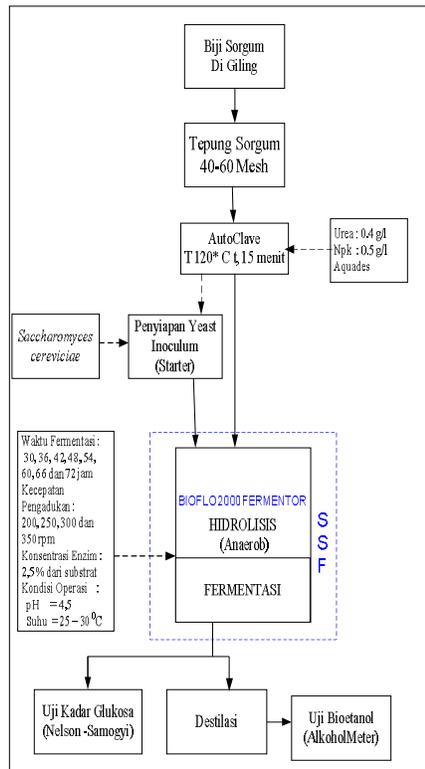
Enzim yang digunakan adalah Enzim komersil jenis baru yaitu enzim Stargen™ 002 dalam Bioflo 2000 Fermentor dengan volume 5000 ml. Enzim ini adalah generasi kedua yang diproduksi oleh Genencor Internasional di Palo Alto, CA, USA. Kelebihan dari enzim ini yaitu dapat langsung menghidrolisis pati tanpa memerlukan proses pemanasan (*no cook Enzym*) dan dapat mengkonversi butiran pati menjadi gula secara terus menerus.

[Genencor, 2011]. Dan menggunakan yeast *Saccharomyces cereviceae* yang dapat mengubah glukosa menjadi bioetanol dengan waktu yang tidak terlalu lama dan konsentrasi Enzim stargen™ 002 adalah 2,5% dari substrat dengan menggunakan proses fermentasi. Perbandingan pengaruh kecepatan pengaduk dan konversi bioetanol yang dihasilkan menjadi dasar utama dari penelitian ini. Diharapkan dengan perbandingan pengaruh kecepatan pengaduk dan waktu produksi dalam mengkonversi bioetanol, dapat diperoleh pengaruh kecepatan pengaduk dan waktu terbaik untuk menghasilkan bioetanol dengan *yield* yang tinggi.

## 2. METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sorgum, *Yeast Saccharomyces Cereviceae*, HCl dan NaOH, Urea [(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO], NPK [NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>], Natrium karbonat anhidrat, garam Rochelle, Natrium bikarbonat, Natrium sulfat anhidrat, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, asam sulfat pekat, Ammonium molybdat, Na<sub>2</sub>HAsO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Enzim Stargen™ 002, Aquades.

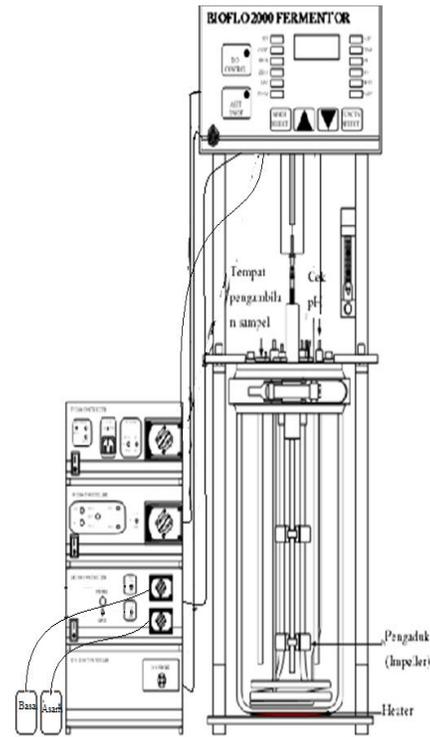
Metodologi yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, tahap sterilisasi, tahap penyiapan inokulum *yeast*, tahap penelitian dan tahap analisa. Diagram prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Tahap Penelitian

Bahan baku untuk produksi bioetanol didapatkan dari biji sorgum yang menghasilkan pati. Pati harus dihancurkan untuk memecahkan susunan patinya agar bisa berinteraksi dengan air secara baik. Kemudian biji sorgum di blender dan diayak dengan ukuran 40-60 mesh hingga berbentuk tepung sorgum.

Proses sakarifikasi dan fermentasi serentak dilakukan didalam Reaktor Bioflo 2000 fermentor, dengan volume 5 liter. Adapun skema peralatan penelitian (Bioflo 2000 fermentor) dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Skema peralatan penelitian Bioflo 2000 Fermentor

Variasi variabel percobaan pada penelitian pembuatan bioetanol dari pati sorgum adalah kecepatan pengaduk 200, 250, 300 dan 350 rpm dan waktu pengambilan sampel pada proses SSF adalah 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 dan 72 jam. Penelitian ini akan menggunakan enzim stargen™ 002 pada proses hidrolisis dan menggunakan yeast *Saccharomyces Cerevisiae* pada proses fermentasi.

Biji sorgum yang digunakan pada penelitian ini adalah dari Kec. Banjaran Kabupaten Bandung. Sebelum digunakan pati sorgum ini terlebih dahulu dikeringkan dengan cara dijemur. Setelah itu, dihaluskan dengan cara di blender dan diayak hingga berukuran kurang lebih 40-60 mesh sehingga ukuran partikel lebih seragam.

Biji sorgum yang digunakan pada penelitian ini adalah dari Kec. Banjaran Kabupaten Bandung. Sebelum digunakan pati sorgum ini terlebih dahulu dikeringkan dengan cara dijemur. Setelah itu, dihaluskan dengan cara diblender dan diayak hingga berukuran kurang lebih 40-60 mesh sehingga ukuran partikel lebih seragam.

Sebelum proses SSF dilakukan terlebih dahulu media fermentasi disterilisasi didalam *autoclave* selama 15 menit dengan temperature 121<sup>0</sup>C. Tujuan dari sterilisasi ini adalah untuk membunuh mikroorganisme lain yang tidak diinginkan selama proses berlangsung. Kemudian penyiapan inokulum *yeast* sebanyak 10% volume stater didalam erlemeyer, lalu diaduk dengan *shaker* selama 24 jam.

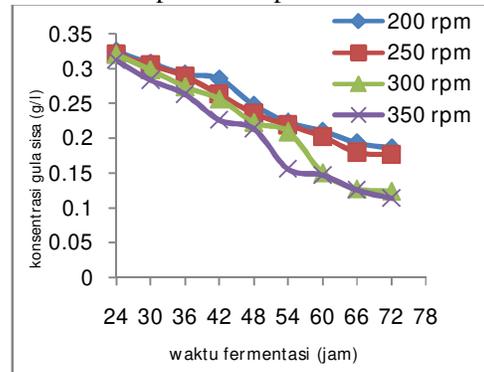
Proses SSF ini menggabungkan antara hidrolisis enzim dan fermentasi yang dilakukan serentak didalam satu reaktor. Enzim yang digunakan stargen<sup>TM</sup> 002, serta *yeast* yang digunakan adalah *saccharomycess cereviciae*. Medium untuk SSF sebanyak 5000 ml terdiri dari sampel pati sorgum (200 gr) Urea 0,4 gr, NPK 0,5 gr, *yeast saccharomycess cereviciae* 1,2 gr/l, HCl dan NaOH secukupnya selama proses berlangsung dan aquades.

Campuran bahan berupa pati sorgum, NPK dan Urea disterilisasi selama 15 menit pada *autoclave* dan temperature 121<sup>0</sup>C, namun enzim dan *yeast* ditambahkan tanpa sterilisasi. Kemudian proses SSF dilakukan pada kecepatan pengaduk 200, 250, 300 dan 350 rpm dengan pH 4,5 kecepatan 200 rpm pada suhu ± 30<sup>0</sup>C. Kultivasi diambil pada tiap 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 dan 72 jam kemudian di Distilasi. Setelah itu dilakukan pengujian konsentrasi etanol dengan menggunakan Alkoholmeter.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh kecepatan pengaduk Dan Waktu Sakarifikasi Dan Fermentasi Pati Sorgum Serentak Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Fermentasi pati sorgum menggunakan *saccharomycess cereviciae* dilakukan secara kontinyu dengan variasi kecepatan pengaduk dan waktu fermentasi. Hasil fermentasi masih mengandung gula yang dianalisa dengan menggunakan metode *Nelson somogyi* dengan spektrofotometer sinar tampak. Tujuan dari analisa ini adalah untuk melihat efektivitas mikroorganisme dalam mendegradasi gula menjadi bioetanol. Konsentrasi gula sisa yang diperoleh dari variasi kecepatan pengaduk dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar3.** Hubungan antara kecepatan pengaduk dan waktu sakarifikasi dan fermentasi serentak terhadap konsentrasi gula sisa.

Pada Gambar 3. terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi gula semakin berkurang dan dipengaruhi juga pada kecepatan pengadukkan. Menurut [Februadi, 2012] pengadukkan perlu dilakukan agar zat pereaksi dapat bertumbukkan dengan baik. Hal ini menunjukkan adanya konsumsi gula oleh *yeast Saccharomycess Cereviciae* yang digunakan untuk pertumbuhan dan metabolisme sel. Waktu fermentasi adalah 72 jam, dilakukan pengambilan sampel pada 0 jam, (untuk menentukan

konsentrasi gula awal), 30 jam, 36 jam, 42 jam, 48 jam, 54 jam, 60 jam, 66 jam dan 72 jam. Selama waktu fermentasi berlangsung gula terus digunakan namun tidak sampai habis. Hal tersebut terjadi pada semua variabel.

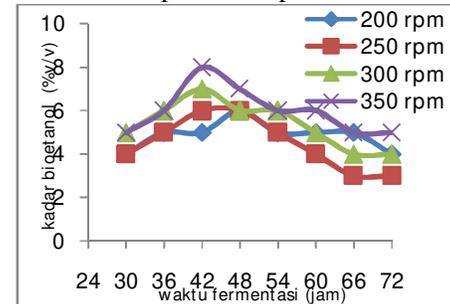
Pada penelitian ini, waktu fermentasi yang divariasikan adalah 30 jam, 36, 42, 48, 54, 60, 66 dan 72 jam. Dari Gambar 3 dapat dilihat konsentrasi bioetanol tertinggi pada kecepatan pengadukkan 350 rpm dengan waktu fermentasi 42 jam yaitu sebesar 8% (v/v). Saat proses fermentasi tetap dilanjutkan bioetanol yang dihasilkan mengalami penurunan setelah fermentasi selama 42 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 [Junitania,2011].

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.

#### **Pengaruh kecepatan pengaduk Dan Waktu Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Pati Sorgum Terhadap Konsentrasi Bioetanol**

Proses produksi bioetanol dari biji sorgum dilakukan menggunakan SSF dengan variasi kecepatan pengaduk dan waktu fermentasi. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh dari variasi

kecepatan pengaduk dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan antara kecepatan pengaduk dan waktu sakarifikasi dan fermentasi serentak terhadap konsentrasi bioetanol.

Gambar 4. Menunjukkan bahwa dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukkan terbaik pada 350 rpm dengan kadar bioetanol sebesar 8 % (v/v) pada waktu fermentasi 42 jam ditunjukkan pada lampiran perhitungan. Kecepatan pengaduk berpengaruh signifikan terhadap bioetanol pada proses fermentasi. Dengan pengadukan maka penggunaan gula oleh *yeast* akan keluar, namun jika kecepatan pengadukan terlalu tinggi metabolisme *yeast* akan terganggu sehingga produksi bioetanol akan menurun [Liu dan Shen, 2007]. Dengan kecepatan pengadukkan 350 rpm konsentrasi bioetanol yang dihasilkan lebih besar dibandingkan kecepatan pengaduk pada variabel lain karena semakin cepat terjadi kontak pelarut dengan substrat, *yeast* dan enzim pada proses SSF. Selain itu juga semakin lamanya waktu fermentasi, konsentrasi glukosa semakin menurun sedangkan konsentrasi bioetanol semakin meningkat. Hal ini dikarenakan seiring dengan waktu kontak yang terjadi semakin intens,

pengkonversian glukosa menjadi bioetanol akan meningkat [Kurniawan, 2011]. Sehingga kecepatan pengaduk lebih berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol daripada lama fermentasi.

Hasil penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan Azizah (2013) yang hanya mendapatkan 6% (v/v) pada waktu ke 48 jam. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini menggunakan pengembangan inokulum *yeast* dan kecepatan pengaduk lebih besar sedangkan Azizah tidak melakukan pengembangan inokulum 10% volume starter dan kecepatan pengaduk 200 rpm. Menurut Sari (2009) Volume inokulum merupakan variabel yang paling berpengaruh dalam menghasilkan alkohol, bahwa semakin besar % volume inokulum maka akan semakin besar pula kadar alkohol yang diperoleh. Hal ini

dikarenakan % volume inokulum dipengaruhi fasa lag yaitu semakin besar inokulum maka semakin pendek fasa lag sehingga cepat mencapai fasa eksponensial yaitu *yeast* tumbuh dengan sempurna dan mampu beradaptasi dengan baik, sehingga glukosa dapat terkonversi dengan maksimal dan mulai terbentuknya produk. Fungsi dari pembuatan inokulum adalah mengurangi fasa lag, sehingga waktu fermentasi semakin cepat dan kadar alkohol yang dihasilkan semakin besar pula.

### 3.1 Perbandingan Konsentrasi Bioetanol dalam Penelitian ini dengan Penelitian Lainnya

Penelitian ini menggunakan metode sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan volume total 5000 ml dan analisa bioetanol menggunakan Alkoholmeter.

**Tabel 1.** Perbandingan Konsentrasi Bioetanol dengan Penelitian Lainnya

Variabel	Azizah (2013)	Yuni (2013)		Kurniawan (2011)	Penelitian ini
Bahan baku	Pati sorgum	Pati sorgum	Pati Sorgum	Glukosa 150 g/l	Pati sorgum
Enzim	Stargen 002	Stargen 002	Tanpa enzim	$\alpha$ – amylase & glukoamilase	Stargen 002
<i>Yeast</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>Schizosach aromyces pombe</i>	<i>S.cerevisiae</i>
Konsentrasi substrat	30, 40, 50 dan 60 g/l	40 g/l	40 g/l	150 g/l	40 g/l
Ukuran partikel	40 – 60 mesh	40 – 60 mesh	40 – 60 mesh	-	40 – 60 mesh
Variabel	Konsentrasi substrat 30 ; 40; 50 dan 60 waktu 12; 24; 48; 72 jam	pH 4 ; 4,5 ; 5 waktu 12; 24; 48; 72 jam	pH 4,5 waktu 12; 24; 48; 72 jam	Jenis pengaduk paddle, turbin, propeller dan kec pengadukkan 100; 150 rpm	Kec pengadukkan 200; 250; 300; 350 rpm dan waktu 30; 36; 42; 48; 54; 60; 66; 72 jam

Kondisi optimum	48 jam ; Konsentrasi Substrat 60 g/l	48 jam ; pH 4,5	-	Pengaduk propeller; 150 rpm	42 jam; 350 rpm
Konsentrasi Bioetanol	6% (v/v)	5% (v/v)	1% (v/v)	13,325% (v/v)	8 % (v/v)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan oleh Kurniawan (2011) mendapatkan konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 13,235% (v/v) yang masih lebih tinggi daripada penelitian ini yaitu 8% (v/v). Hal ini dikarenakan Kurniawan (2011) menggunakan glukosa murni dengan konsentrasi substrat 150 g/l dan ukuran partikel lebih kecil mempunyai luas permukaan yang lebih besar untuk bereaksi sehingga laju reaksi juga akan semakin besar pula.

sedangkan penelitian ini menggunakan konsentrasi substrat 40 g/l dengan ukuran partikel pati 40-60 mesh. Tetapi hasil dari penelitian ini mendapatkan hasil yang jauh lebih besar dari Yuni (2013) sebesar 5% (v/v) dan Azizah (2013) sebesar 6% (v/v) dikarenakan tanpa melakukan pengembangan inokulum. Menurut Sari (2009) Volume inokulum merupakan variabel yang paling berpengaruh dalam menghasilkan alkohol, bahwa semakin besar % volume inokulum maka akan semakin besar pula kadar alkohol yang diperoleh. Hal ini dikarenakan % volume inokulum dipengaruhi fasa lag yaitu semakin besar inokulum maka semakin pendek fasa lag sehingga cepat mencapai fasa eksponensial yaitu *yeast* tumbuh dengan sempurna dan mampu beradaptasi dengan baik, sehingga glukosa dapat terkonversi dengan maksimal dan mulai terbentuknya produk. Fungsi dari pembuatan inokulum adalah mengurangi fasa lag, sehingga waktu fermentasi semakin cepat dan kadar alkohol yang dihasilkan semakin besar pula dan besarnya kecepatan pengadukkan yang digunakan lebih kecil yaitu 200 rpm sehingga konsentrasi bioetanol yang

dihasilkanpun lebih kecil juga karena kecepatan pengaduk berpengaruh terhadap proses kontak antar partikel.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan pengaduk pada proses fermentasi berperan penting, karena semakin cepat kecepatan pengaduk maka akan mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
2. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan yeast tidak lagi dapat memfermentasi glukosa atau yeast akan mengalami fasa kematian.
3. Kondisi terbaik pada penelitian ini dilihat dari konsentrasi bioetanol yang dihasilkan yaitu pada kecepatan pengaduk 350 dan waktu fermentasi 42 jam. Dimana konsentrasi bioetanol sebesar 8% (v/v).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azizah. 2013. Variasi Konsentrasi Substrat Pati Sorgum Menjadi Bioetanol dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Enzim Stargen™ 002. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru
- [2] Booklet Kehati Riau. 2011. Konservasi Sumber Daya Alam

- dan Keanekaragaman Riau. PemProv Riau, Pekanbaru.
- [3] Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratarra, Jakarta.
- [4] Genecor ( 2011). "Saccharifying and Debranching Enzymes". Singapore
- [5] Junitania, 2011, Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum Manis dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Yeast Candida Utilis*, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Univeristas Riau.
- [6] Kunamneni, A.: Permaul, K: Singh, S. 2005. *Amylase production in solid state fermentation by the thermophilic fungus Thermomyces lanuginosus*, journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 100(2), Hal 168-171
- [7] Purba, E, (2009), "Hidrolisis Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*) dan Pati Ubi Jalar (*Impomonea batatas*) menjadi Glukosa secara Cold Process dengan Acid Fungal Amilase dan Glukoamilase", *Skripsi* Universitas Lampung, Lampung.
- [8] Sari, R.P.P. 2009. Pembuatan Etanol dari Nira Sorgum dengan dengan Proses Fermentasi. *skripsi*, Universitas Diponegoro.
- [9] Uminingsih, D.T dan Sari, Y.P. 2009, *Pretreatment Alkali Pada Hidrolisis Biokonversi Biji Sorgum Menjadi Etanol Secara Simultaneous Saccharification and Fermentation*, *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- [10] Virlandia, F. (2008), "Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar (*Impomonea batatas*) dengan metode Enzimatis".
- [11] Yuni, 2013. Variasi pH pada pembuatan bioetanol dari pati sorgum dengan proses sakarifikasi dan fermentasi serentak. *Skripsi*, Universitas Riau. Pekanbaru.