

PENGARUH VARIASI pH PADA PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI SORGUM DENGAN PROSES SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK

Yuni, Chairul, Maria Peratenta
Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
Email : Yuni_nee@yahoo.com,

ABSTRACT

Sorghum starch high potential as raw materials for bioethanol production. Sorghum starch consists of amylose 20-30% and amilopektin 70-80%. Bioethanol manufacturing done sakarifikasi and fermentation processes simultaneously (SSF) using enzyme Stargen™ 002 and yeast Saccharomyces Cereviciae with varying degrees of acidity (pH) of 4, 4.5 and 5, and fermentation time 12, 24, 48, and 72 hours. Analysis sugar using a spectrophotometer and the remaining bioethanol analysis using Alkoholmeter. The results showed the highest bioethanol concentration at pH 4.5 and the best fermentation time at 48 hours at 5% v/v.

Keywords: Bioethanol, Enzyme, pH, Sorghum, Stargen™ 002.

1. PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan sumber daya biji-bijian yang sangat berpotensi sebagai bahan baku produksi bioetanol. Tanaman sorgum memiliki keunggulan tahan terhadap kekeringan dibanding jenis tanaman sereal lainya. Tanaman ini mampu beradaptasi pada daerah yang luas, dari daerah yang beriklim tropis–kering (*semi arid*) sampai daerah beriklim basah. Selain itu tanaman sorgum lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit sehingga resiko gagal relatif kecil. Tanaman sorgum berfungsi sebagai bahan baku industri yang ragam kegunaannya besar dan merupakan komoditas ekspor dunia [Laimheheriwa,1990].

Sorghum memiliki kandungan pati sebanyak 80,42%, 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. Beberapa metode fermentasi diantaranya dapat dilakukan dengan metode hidrolisis asam dan secara enzimatik. Metode hidrolisis secara enzimatik lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Glukosa yang diperoleh selanjutnya difermentasi dengan menambahkan *yeast* sehingga diperoleh bioetanol.

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.

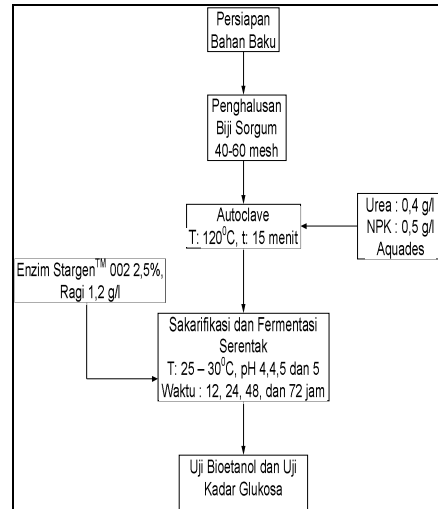
Penelitian ini menggunakan yeast *Saccharomyces cereviceae*, dan konsentrasi Enzim stargen™ 002 adalah 2,5% dari substrat dengan menggunakan proses fermentasi. Perbandingan pengaruh derajat keasaman (pH) terhadap pati dan konversi bioetanol yang dihasilkan menjadi dasar utama dari penelitian ini. Diharapkan dengan perbandingan pengaruh pH dan waktu produksi dalam mengkonversi bioetanol, dapat diperoleh pengaruh pH dan waktu optimal 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 [(NH₂)₂CO], NPK [NH₄H₂PO₄], Natrium karbonat anhidrat, garam Rochelle, Natrium bikarbonat, Natrium sulfat anhidrat, CuSO₄.5H₂O, asam sulfat pekat, Ammonium molybdat, Na₂HAsO₄.7H₂O, Enzim Stargen™002, Aquades.

Metodologi yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, tahap penelitian dan tahap analisa.

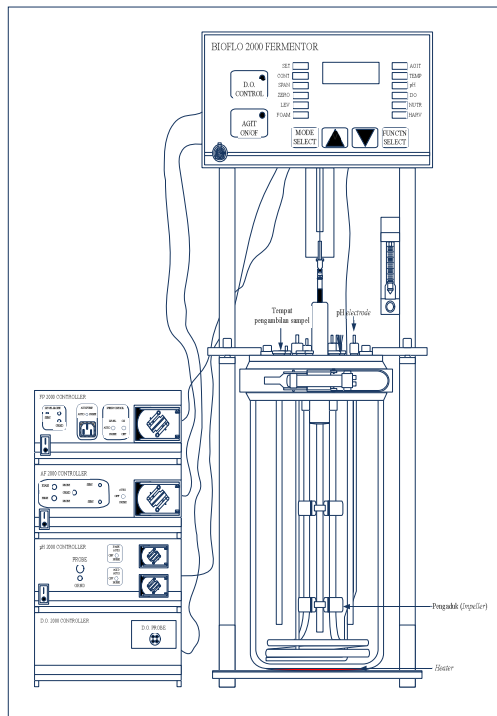
Diagram prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



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 pH larutan yaitu 4; 4,5 dan 5 dan waktu pengambilan sampel pada proses SSF adalah 12, 24, 48 dan 72 jam. Penelitian ini akan menggunakan enzim stargenTM 002 pada proses hidrolisis dan menggunakan yeast *Saccharomycess Cereviciae* 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 diblender dan diayak hingga berukuran kurang lebih 40-60 mesh sehingga ukuran partikel lebih seragam.

Sebelum proses SSF dilakukan terlebih dahulu media

fermentasi disteriliasi didalam *autoclave* selama 15 menit dengan temperature 121⁰C. Tujuan dari sterilisasi ini adalah untuk membunuh mikroorganisme lain yang tidak diinginkan selama proses berlangsung.

Proses SSF ini menggabungkan antara hidrolisis enzim dan fermentasi yang dilakukan serentak didalam satu reaktor. Enzim yang digunakan stargenTM 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.

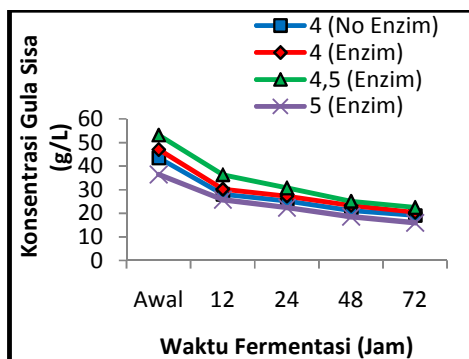
Campuran bahan berupa pati sorgum, NPK dan Urea disteriliasi selama 15 menit pada *autoclave* dan

temperature 121⁰C, namun enzim dan yeast ditambahkan tanpa sterilisasi. Kemudian proses SSF dilakukan pada pH 4; 4,5 dan 5 dengan kecepatan 200 rpm pada suhu ± 30⁰C. Kultivasi diambil pada tiap 12, 24, 48 dan 72 jam kemudian di Distilasi. Setelah itu dilakukan pengujian konsentrasi etanol dengan menggunakan Alkoholmeter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH media Dan Waktu Sakarifikasi Dan Fermentasi Pati Sorgum Serentak Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Fermentasi pati sorgum menggunakan *saccharomycess cereviciae* dilakukan secara kontinyu dengan variasi pH 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 pH dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 3.



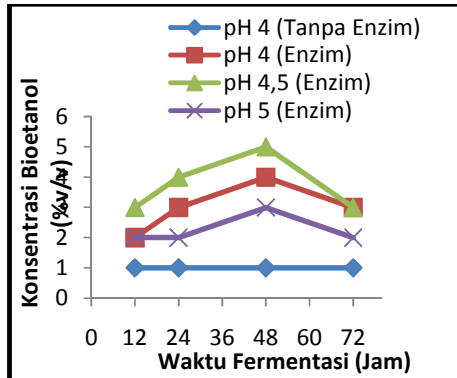
Gambar 3. Hubungan antara pH media dan waktu sakarifikasi dan

fermentasi serentak terhadap konsentrasi gula sisa.

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. Kemudian dapat dijelaskan bahwa pH 4 tanpa enzim konsentrasi gula yang dihasilkan lebih tinggi dari pH 5, dikarenakan pati tidak terhidrolisis menjadi gula dengan baik, dan pembentukan gula terjadi pada saat sterilisasi yang dilakukan dengan autoclave, sehingga tidak melanjutkan proses hidrolisis pati menjadi gula pada tahap sakarifikasi dan fermentasi serentak karena tidak adanya bantuan enzim yang dapat menghidrolisis pati menjadi gula. Sedangkan pada pH 5 konsentrasi gula sisa cenderung lebih rendah, karena gula masih terfermentasi menjadi bioetanol sehingga gula yang terbentuk akan semakin habis.

Pengaruh pH Media Dan Waktu Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Pati Sorgum Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Proses produksi bioetanol dari biji sorgum dilakukan menggunakan SSF dengan variasi pH dan waktu fermentasi. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh dari variasi pH dan waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara pH media dan waktu sakarifikasi dan fermentasi serentak terhadap konsentrasi bioetanol.

Gambar 4 menunjukkan hubungan waktu SSF terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada variasi pH. Untuk pH 4 tanpa enzim diperoleh konsentrasi bioetanol sebesar 1% v/v, berlaku pada setiap waktu dari 12, 24, 48 dan 72 jam. Pada pH 4 menggunakan enzim diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi 4% v/v, pada 48 jam, pada pH 4,5 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam sebesar 5% v/v, dan pada pH 5 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam sebesar 3% v/v. Jadi, konsentrasi bioetanol tertinggi dari hasil fermentasi yang dilakukan adalah 5% v/v yang diperoleh pada waktu 48 jam dengan variasi pH 4,5.

Pada penelitian ini, waktu fermentasi yang divariasikan adalah 12 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Dari Gambar 4. dapat dilihat konsentrasi bioetanol tertinggi pada pH 4,5 dengan waktu fermentasi 48

jam yaitu sebesar 5% (v/v). 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 [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, sehingga adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat.

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

<i>Variabel</i>	<i>Samsuri, 2007</i>	<i>Prasetyo, 2012</i>	<i>Erissa, 2012</i>	<i>Penelitian ini</i>
Bahan Baku	Selulosa Bagas	Pati Sorgum	Pati Sorgum	Pati Sorgum
Variasi pH dan Enzim	Xylanase pH 4; 4,5; 5	Stargen TM 002 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%	Temperatur 75 ⁰ C, 85 ⁰ C dan 95 ⁰ C Amilase dan Glukoamilase	Stargen TM 002, pH 4: 4,5 dan 5
<i>Yeast</i>	<i>Saccharomyces Cerviceae</i>	<i>Saccharomyces Cerviceae</i>	<i>Pichia Stipitis</i>	<i>Sacharomycess Cereviciae</i>
Proses	<i>SSF</i>	<i>SSF</i>	<i>SSF</i>	<i>SSF</i>
Volume Fermentasi	<i>5 ml</i>	<i>5000 ml</i>	<i>250 ml</i>	<i>5000 ml</i>
Variasi Terbaik	pH 5, 48 jam	Enzim Stargen TM 002 2,5 %, 48 jam, pH 4,5	pH 5, T = 85 ⁰ C, 48 jam	48 jam, pH 4,5 .
Konsentrasi Bioetanol	2,709 g/l	71.037 g/l (9%v/v)	31,572 g/l (4%v/v)	39,465 g/l (5%v/v)

Dari Tabel 1 dapat dilihat konsentrasi bioetanol pada penelitian ini dengan proses yang sama yaitu sakarifikasi dan fermentasi serentak (SSF) diperoleh 39,465 g/l, lebih rendah dari penelitian prasetyo dengan konsentrasi bioetanol 71,037 g/l. Dikarenakan Prasetyo menggunakan ukuran partikel yang lebih kecil dibanding penelitian ini dan juga mengembangkan inokulum, sehingga hasil etanol yang didapat juga berpengaruh. Kemudian penelitian ini juga lebih tinggi dari penelitian Erissa dengan konsentrasi bioetanol sebesar 31,572 g/l, karena yeast dan enzim yang digunakan pada Erissa berbeda dengan penelitian ini, selain itu, volume fermentor yang digunakan masih skala labor. dan penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Samsuri dengan konsentrasi bioetanol sebesar 2,709 g/l. Dikarenakan jenis bahan baku yang digunakan berbeda serta enzim dan volume reaktor yang digunakan

masih skala labor, sehingga hasil bioetanol juga akan berpengaruh.

Menurut (Sari, 2009) Fungsi dari pembuatan inokulum adalah mengurangi fasa lag, sehingga waktu fermentasi semakin cepat dan kadar alkohol yang dihasilkan semakin besar pula. Semakin besar % volume inokulum maka akan semakin besar pula kadar alkohol yang diperoleh. Karena semakin besar % volume inokulum maka semakin pendek fasa lag sehingga cepat mencapai fasa eksponensial maka glukosa dapat terkonversi dengan maksimal dan mulai terbentuknya produk.

Partikel yang memiliki ukuran lebih kecil mempunyai luas permukaan yang lebih besar untuk bereaksi sehingga laju reaksi juga akan semakin besar pula.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh derajat keasaman (pH) pada proses fermentasi berperan penting, karena semakin tinggi pH maka akan mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
2. 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 tidak lagi dapat memfermentasi glukosa atau yeast akan mengalami fasa kematian.
3. Kondisi optimum dari fermentasi pati sorgum adalah pada pH 4,5 dan waktu fermentasi 48 jam dengan perolehan konsentrasi bioetanol yaitu sebesar 5% (v/v).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiprabowo D.S., Isnanto, R.R., & Iwan, S. 2011. Pendeteksi Kadar Alkohol Jenis Etanol Pada Cairan Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Dewantie N.S. 2010. *Rancang Bangun Alkoholmeter Berbasis AVR ATMEGA 8535*. Skripsi, Universitas Diponegoro.
- [3] Erissa, H. 2012. Variasi Temperatur Liquefikasi Pati Sorgum menjadi Bioetanol Dengan Proses Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.
- [4] Laimeheriwa, J. Departemen Pertanian. (1990). *Teknologi Budidaya Sorgum*. Balai Informasi Pertanian, Jayapura, Irian Jaya.
- [5] Prasetyo, J. 2012. Pembuatan Bioetanol dari pati sorgum melalui proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- [6] Samsuri, M., Gozan, M., Mardias, R., Baiquni, M., Hermansyah, H., Wijinarko, A., Prasetya, B., & Nasikin, M. 2007. Pemanfaatan Selulosa bagas untuk Produksi Ethanol melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase. Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Bogor, 1 (11), 17-24.
- [7] Sari, R.P.P. 2009. Pembuatan Etanol dari Nira Sorgum dengan dengan Proses Fermentasi. *skripsi*, Universitas Diponegoro.