

# FERMENTASI NIRA SORGUM MENJADI BIOETANOL DALAM FERMENTOR BIOFLO 2000 MENGGUNAKAN SACCHAROMYCES CEREVISIAE

**Edi Purnama, Chairul, Hafidawati**

Laboratorium Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik  
Universitas Riau 28293

Email : [edoy\\_dipu@yahoo.com](mailto:edoy_dipu@yahoo.com)

HP : 085374005353

## ABSTRAK

*Increased energy demand of fuel oil (BBM) of the world have limited the availability of raw materials in the form of natural resources dwindling fossil fuels. The increase in energy demand over the years 2000 - 2009 an average of 7% per year. Based on data from the Directorate General of New Renewable Energy and Energy Conservation of the share of non-fossil energy <5%, in order to meet the fuel needs to be developed non-fossil fuels. One type of biofuel (BBN) is bioethanol. The raw material is potentially as sweet sorghum bioethanol (*Sorghum bicolor* L. Moench). Sorghum juice contains glucose levels from 10 to 14.40%. Bioethanol is the result of fermentation of carbohydrates with the help of microorganisms. In order to produce bioethanol plant scale, it is necessary to scale up the manufacture of bioethanol from sorghum juice through fermentation using *Sacharomyces cereviceae* biofermentor 10 000 ml size and alcohol concentration test using alkoholmeter. The purpose of this study was to determine the effect of volume and time starter fermentation to ethanol production levels, optimum fermentation conditions and growth kinetics of *Saccharomyces cereviceae* with volume variation starter (250 ml 500 ml and 750 ml) at each sampling time (6; 12; 24; 48; 72 and 96 hours). The fermentation process takes place in batches on the operating conditions of pH (4.0 to 5.0,) stirring speed of 200 rpm and at room temperature. 5000 ml juice fermented sorghum, with initial sugar concentration of 118.138 mg / ml as a fermentation medium is best demonstrated on the condition of the addition of 250 ml volume starter, fermentation time 72 hours with concentrations of ethanol produced 55.251 mg / ml, the ethanol yield of 91.702 g / ml with a final sugar concentration of 0.082 mg / ml, specific growth rate -0.0022 hour<sup>-1</sup>, pertumbuhan maximum specific rate of 0.064 hr<sup>-1</sup> and the substrate saturation constant of 0.024 gr / l.*

*Keywords: fermentation, nira sorghum bioethanol, *Sacharomyces cereviceae**

## PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi Bahan Bakar Minyak (BBM) di dunia mengalami keterbatasan karena ketersediaan bahan baku sumber daya alam berupa bahan bakar mineral atau bahan bakar fosil semakin berkurang. Berdasarkan data dari Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi [Sumiarso, 2011], mengalami peningkatan kebutuhan energi selama tahun

2000–2009 rata-rata 7% per tahun. Data dari Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan <5% pangsa energi non-fosil, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak perlu dikembangkan bahan bakar non-fosil. Salah satu sumber energi alternatif terbaru yang berpotensi besar untuk dikembangkan adalah bahan bakar nabati (BBN) yang merupakan bahan bakar dari sumber daya hayati. Salah satu jenis BBN adalah bioetanol. Bahan bakar

nabati jenis bioetanol saat ini telah menjadi pilihan untuk dipergunakan sebagai sumber energi pengganti minyak bumi.

Bahan baku yang berpotensi sebagai bioetanol salah satunya adalah sorgum manis (*Sorgum bicolor*). Sorgum merupakan tanaman yang mempunyai banyak kegunaan, terutama batang sorgum jenis sorgum manis memiliki kandungan nira sebagaimana halnya tanaman tebu. Sehingga perlu dilakukan penelitian yang terkait dengan pemanfaatan nira sorgum.

Indonesia memiliki peluang yang sangat besar untuk mengembangkan sorgum. Sorgum merupakan salah satu jenis tanaman serelia yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Peluang tersebut didukung dengan kenyataan bahwa sorgum memiliki daya adaptasi yang luas, dapat tumbuh di hampir semua jenis lahan, tahan terhadap kekeringan, dan banyak berguna baik sebagai sumber bahan pangan, pakan ternak maupun bahan baku bermacam industri yang salah satunya bahan baku bioetanol [Soeranto, 2008].

Dalam hal ini sebagai bahan baku etanol dengan proses fermentasi alkohol. Permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana menjadikan sorgum mejadi lebih bermanfaat sebagai sumber Bahan Bakar Nabati (BBN) dengan proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

Berbagai penelitian tentang pembuatan bioetanol dengan proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan berbagai bahan baku telah berhasil dikembangkan. Sari (2009) melakukan fermentasi nira sorgum menjadi bioetanol dengan variasi volum starter 5%; 6%; 7%; 8%; 9% dan 10%, waktu operasi 7 hari dan derajat keasaman (pH) 5, dengan menentukan kadar alkohol dan kadar gula reduksi sisa, menghasilkan bioetanol yang optimum sebesar 11,82% tersebut diperoleh pada fermentasi 7 hari, kadar glukosa 14,5% dan pada persentase volum starter 9%.

Hal yang sama dilakukan oleh Aspika (2011) dengan bahan baku nira sorgum (100 ml) dengan variasi volum starter 6%; 7%; 8%; 9%; 10% dan variasi waktu fermentasi 6; 12; 24; 48; 72 dan 96 jam dan derajat keasaman (pH) awal adalah 5. Hasil fermentasi terbaik dengan media nira sorgum yaitu pada kondisi penambahan volum starter 10% waktu fermentasi 12 jam dengan kadar etanol 10% atau 31,26 mg/ml dengan perolehan konversi gula tertinggi 30,535%, selanjutnya dilakukan analisa konsentrasi gula dengan spektrofotometer sinar tampak dan analisa konsentrasi etanol dengan alkoholmeter.

Untuk dapat memproduksi etanol dari nira sorgum dalam skala pabrik, maka perlu dikaji pembuatan etanol dari nira sorgum dengan *scale up* melalui fermentasi menggunakan *Saccharomyces cereviceae* dengan ukuran reaktor 10.000 ml dan pengujian konsentrasi etanol menggunakan alkoholmeter.

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah : Untuk menentukan pengaruh volum starter dan waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan, menentukan kondisi optimum proses fermentasi nira sorgum dengan *scale up* menjadi etanol oleh *Saccharomyces cereviceae* dan menentukan kinetika pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae* dan produksi etanol dari nira sorgum.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tahap Persiapan**

Tahap persiapan meliputi persiapan bahan baku, pembuatan kurva standar glukosa dan Pembuatan Reagen Nelson–Somogyi. Langkah-langkah yang dilakukan pada masing-masing tahap dijelaskan berikut ini :

#### **a. Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira sorgum. Untuk menjaga kemurnian nira sorgum ini maka pada saat pemerasan diusahakan tidak ada sampah, kotoran atau bahan lainnya yang masuk. Selain itu agar nira tidak terkonversi oleh

mikroorganisme-mikroorganisme yang menyebabkan asam pada nira sorgum maka dilakukan pemanasan.

#### b. Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Kurva standar glukosa digunakan dalam penentuan konsentrasi glukosa dari substrat dengan metode Nelson–Somogyi [Sudarmadji, 1997]. Kurva ini menyatakan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi glukosa. Dengan kurva ini larutan yang mengandung gula (gula pereduksi) dapat diketahui konsentrasinya dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak.

#### c. Pembuatan Reagen Nelson–Somogyi

Pembuatan Reagen Nelson–Somogyi meliputi : Pembuatan *Reagenesia Nelson A*, *Reagenesia Nelson B* dan Larutan Arsenomolybdat.

### Tahap Sterilisasi

Alat-alat yang akan digunakan pada proses pembuatan dan penyiapan starter serta proses fermentasi harus disterilisasi terlebih dahulu dan 5000 ml medium fermentasi yang telah ditambahkan 1 gr/l *yeast extract*; 2 gr  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (Urea) dan 2,5 gr/l  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (NPK) untuk mencegah terjadinya kontaminasi yang dapat mempengaruhi hasil fermentasi. Sterilisasi dilakukan pada suhu  $121^\circ\text{C}$  selama 15 menit dengan menggunakan autoklaf.

### Tahap Penelitian

#### a. Penyiapan Starter

Pembuatan starter yaitu dengan menyiapkan nira sorgum sebagai medium pengembang starter. Variasi volum starter dilihat pada Tabel 3.1. Medium pengembang yang digunakan sama dengan medium yang akan difermentasikan dengan nilai pH 5. Larutan tersebut disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu  $121^\circ\text{C}$ . Kemudian medium pengembang starter didinginkan sampai suhu kamar.

Selanjutnya ditambahkan ragi (*Sacharomyces cerevisiae*) sesuai variasi volum medium starter dan tambahkan kedalam medium pengembang kemudian diaduk hingga merata (homogen). Selanjutnya campuran

medium dan ragi diinkubasi dan dikocok dengan *shaker* pada suhu kamar selama 24 jam.

#### b. Penyiapan Medium Fermentasi (substrat)

Medium fermentasi nira sorgum yang telah dilakukan proses sterilisasi tersebut dilakukan pengukuran pH optimum dengan menggunakan pH-meter dan dianalisis konsentrasi gulanya menggunakan spektrofotometer sinar tampak.

#### c. Proses Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah starter kedalam medium fermentasi dengan komposisi yang sesuai dengan variabel penelitian, perbandingan yang digunakan adalah 250 ml, 500 ml dan 750 ml volum starter terhadap volum total cairan yaitu 5.000 ml. Fermentasi dilakukan didalam biofermentor dengan kapasitas 10.000 ml pada suhu  $25^\circ\text{C}$  sampai  $30^\circ\text{C}$ . Waktu fermentasi divariasikan pada 6, 12, 24, 48, 72, 96 jam untuk mengamati pengaruh waktu fermentasi terhadap etanol yang dihasilkan.

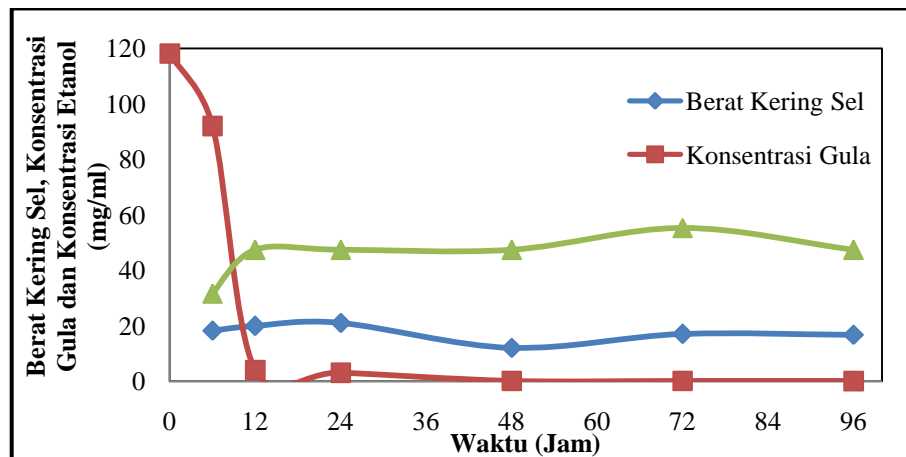
### Analisis Hasil Penelitian

Pada penelitian ini parameter yang dianalisis, yaitu : konsentrasi gula awal dan konsentrasi gula akhir fermentasi dengan menggunakan metode Nelson–Somogyi [Sudarmadji, 1997]. Konsentrasi berat sel dan konsentrasi etanol diukur dengan Alkoholmeter.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Waktu Fermentasi Pada Volum Starter 250 ml.

Pengukuran berat sel kering dan pembentukan etanol dilakukan setelah proses fermentasi dilakukan pada variasi volum starter 250 ml selama jam yang telah ditentukan, sedangkan untuk konsentrasi gula yang dikonsumsi sudah diukur dari awal proses fermentasi. Berikut merupakan pengaruh volum starter 250 ml dan waktu fermentasi terhadap berat sel kering, penggunaan substrat dan pembentukan etanol yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan berat sel kering, konsentrasi gula dan konsentrasi etanol terhadap waktu fermentasi pada volum starter 250 ml

Pada gambar 1. dengan volum starter 250 ml konsentrasi gula awal mengalami penurunan yang disertai pembentukan etanol dan biomassa pada jam ke-6. Setelah mencapai konsentrasi gula terendah yaitu 4,005 mg/ml pada jam ke-12 konsentrasi etanol dan biomassa cenderung tidak terjadi perubahan sampai jam ke-48 yaitu pada rentang konsentrasi biomassa 12-19,9 mg/ml dengan konsentrasi etanol sebesar 47,358 mg/ml.

Namun pada jam ke-72 konsentrasi etanol mencapai 55,251 mg/ml dengan konsentrasi biomassa 17 mg/ml hingga akhirnya menurun kembali pada jam ke-96 dengan konsentrasi etanol dan biomassa sebesar 47,358 mg/ml dan 16 mg/ml. dengan konsentrasi ini adalah konsentrasi gula terus menurun sampai konsentrasi terendah akibat dari penggunaan gula sebagai bahan baku utama dalam pembentukan produk dan pemenuhan nutrisi oleh mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung.

#### **Pengaruh Waktu Fermentasi Pada Volum Starter 500 ml.**

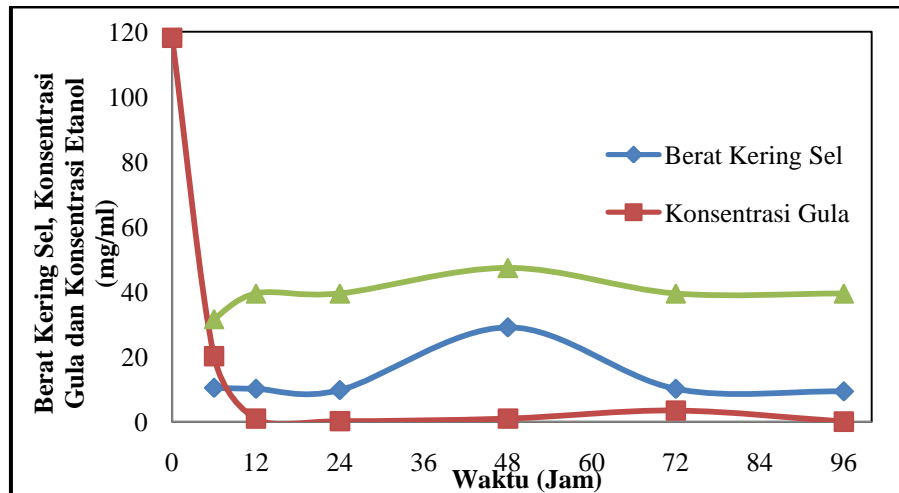
Dengan meningkatkan konsentrasi volum starter hingga 500 ml diharapkan terdapat perubahan terhadap hasil etanol dan konsentrasi biomassa. Berikut merupakan pengaruh volume starter 500 ml dan waktu

fermentasi terhadap berat sel kering, penggunaan substrat dan pembentukan etanol yang ditampilkan pada Gambar 2.

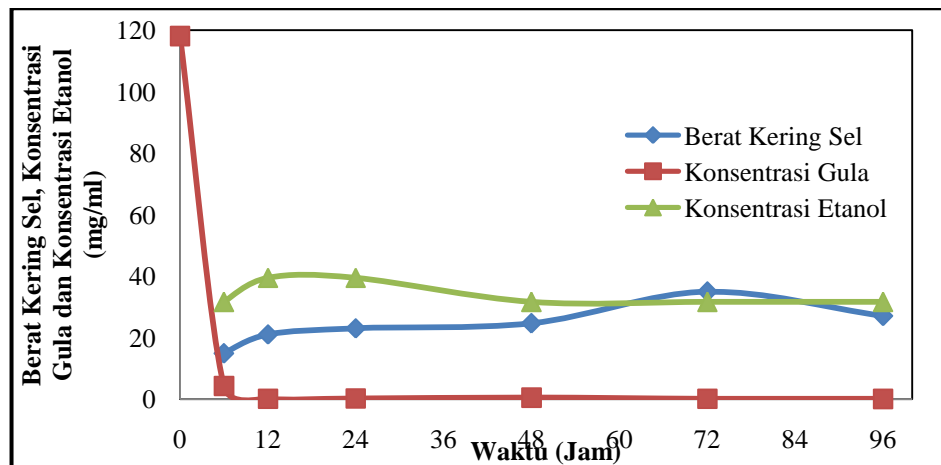
Pada Gambar 2. konsentrasi etanol sudah terbentuk pada jam ke-6 yaitu sebesar 31,572 mg/ml dengan berat sel kering 10,4 mg/ml yang disertai dengan penurunan konsentrasi gula hingga pada level 20,131 mg/ml. konsentrasi etanol terus meningkat ke-48 yaitu mencapai 47,358 mg/ml. pada kondisi tersebut konsentrasi biomassa terbentuk pada rentang 9,7-29 mg/ml dengan level konsentrasi gula terendah 0,164 mg/ml. kemudian konsentrasi etanol menurun hingga proses fermentasi selesai yang diikuti dengan penurunan konsentrasi biomassa dan konsentrasi gula yang bersumber dari nira sorgum.

#### **Pengaruh Waktu Fermentasi Pada Volum Starter 750 ml.**

Volum starter diperbesar kembali hingga 750 ml dengan pengambilan sampel pada jam ke-6, 12, 24, 48, 72 dan 96. Berikut merupakan volum starter 750 ml dan waktu fermentasi terhadap berat sel kering, penggunaan substrat dan pembentukan etanol yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Hubungan berat sel kering, konsentrasi gula dan konsentrasi etanol terhadap waktu fermentasi pada volum starter 500 ml



Gambar 3. Hubungan berat sel kering, konsentrasi gula dan konsentrasi etanol terhadap waktu fermentasi pada volum starter 750 ml

Pada Gambar 3. konsentrasri etanol meningkat pada jam ke-12 sebesar 39,465 mg/ml. dengan meningkatnya konsentrasi etanol ini diikuti dengan penurunan konsentrasi gula pada nira sorgum dan meningkatnya konsentrasi biomassa yaitu pada rentang 14,8-23 mg/ml. setelah mencapai kondisi terbaik, konsentrasi etanol mulai menurun sampai akhir fermentasi yaitu 31,572 mg/ml. menurunya konsentrasi etanol diikuti dengan konsentrasi biomassa terus meningkat

namun konsentrasi gula lebih cenderung terus menurun akibat penggunaan sumber nutrisi berupa karbon (C) terkonsumsi sebagai bahan utama untuk konversi substrat menjadi etanol dan metabolisme mikroorganisme.

Secara umum dari pengaruh variasi volum starter (250 ml, 500 ml dan 750 ml) dan waktu fermentasi terhadap konsentrasi berat sel kering, penggunaan substrat dan pembentukan etanol terjadi penurunan produk diikuti dengan meningkatnya biomassa dan menurunya gula.

**Konsentrasi Gula Sisa, Yield Etanol, dan Kinetika Pengurangan Konsentrasi Gula Pada Fermentasi Nira Sorgum.**

Setelah proses fermentasi selesai, selanjutnya dilakukan analisa terhadap konsentrasi gula sisa dengan metode Nelson-Somogyi. Analisa ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat efektifitas mikroorganisme dalam mengkonversi gula (substrat) menjadi etanol (produk). Konsentrasi gula sisa, gula yang habis selama proses fermentasi dan yield etanol pada masing-masing kondisi proses fermentasi ditunjukkan dalam Tabel 1.

konsentrasi gula awal 118,138 mg/ml yaitu sebesar 60,250 mg/ml.

**Pengaruh Variasi Volum Starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Kinetika Pertumbuhan Biomassa**

Dari data hubungan berat sel kering dan lama fermentasi dapat ditentukan konsentrasi biomassa pada setiap pengambilan sampel untuk hasil etanol pada semua kondisi yaitu pada penambahan volum starter 250 ml, volum starter 500 ml dan 750 ml. Perhitungan dapat dilakukan dengan persamaan Monod:

$$\ln X = \mu t + \ln X_0$$

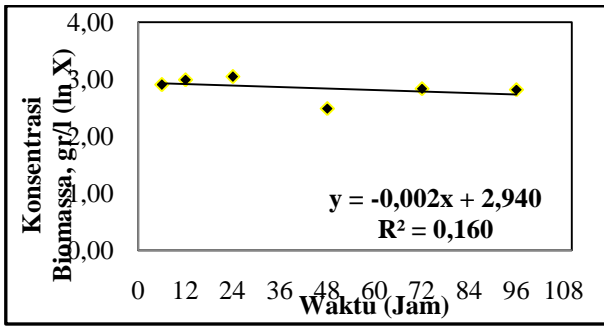
$$X = X_0 \text{ pada } t = 0$$

**Tabel 1.** Hasil Konsentrasi Gula Sisa, Yield Etanol, dan Kinetika Pengurangan Konsentrasi Gula Pada Fermentasi Nira Sorgum

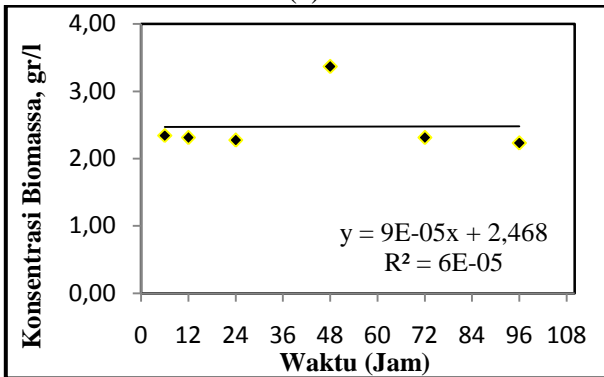
Waktu (Jam)	Volum starter (ml)	Gula sisa (mg/ml)	Gula yang habis terfermentasi (mg/ml)	Etanol (mg/ml)		Yield Etanol (%)
				Teoritis	Kadar Yang dihasilkan	
6	250	92,039	26,099	60,250	31,572	52,401
	500	20,131	98,007	60,250	31,572	52,401
	750	4,242	113,896	60,250	31,572	52,401
12	250	4,005	114,133	60,250	47,358	78,602
	500	0,975	117,164	60,250	39,465	65,502
	750	0,082	118,056	60,250	39,465	65,502
24	250	3,022	115,116	60,250	47,358	78,602
	500	0,164	117,974	60,250	39,465	65,502
	750	0,156	117,983	60,250	39,465	65,502
48	250	0,082	118,056	60,250	47,358	78,602
	500	0,979	117,159	60,250	47,358	78,602
	750	0,446	117,692	60,250	31,572	52,401
72	250	0,082	118,056	60,250	55,251	91,702
	500	3,436	114,702	60,250	39,465	65,502
	750	0,086	118,052	60,250	31,572	52,401
96	250	0,037	118,101	60,250	47,358	78,602
	500	0,041	118,097	60,250	39,465	65,502
	750	0,004	118,134	60,250	31,572	52,401

Dari Tabel 1, yield etanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 72 jam dengan volum starter 250 ml yaitu sebesar 91,702%. Konsentrasi etanol tertinggi yang dihasilkan dari fermentasi nira sorgum adalah sebesar 55,251 mg/ml. Besarnya konsentrasi etanol hasil fermentasi ini mendekati konsentrasi etanol teoritis yang seharusnya dihasilkan dari fermentasi nira sorgum pada

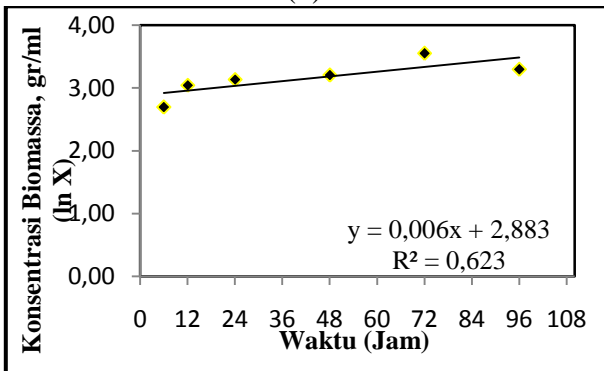
Dimana X merupakan konsentrasi biomassa (gr/l),  $\mu$  merupakan laju pertumbuhan spesifik ( $\text{jam}^{-1}$ ) dan t adalah waktu (jam).



(a)



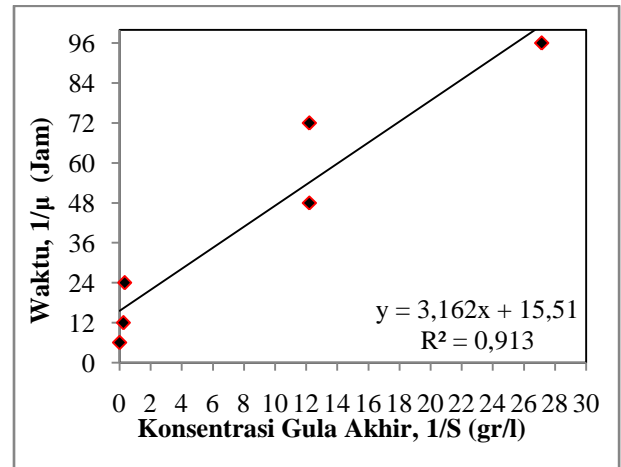
(b)



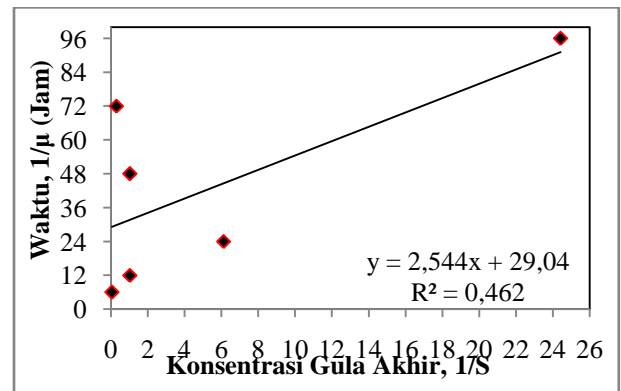
(c)

**Gambar 4.** Hubungan Konsentrasi Biomassa dengan Lama Fermentasi pada Starter 250 ml (a), Starter 500 ml (b) dan Starter 750 ml (c).

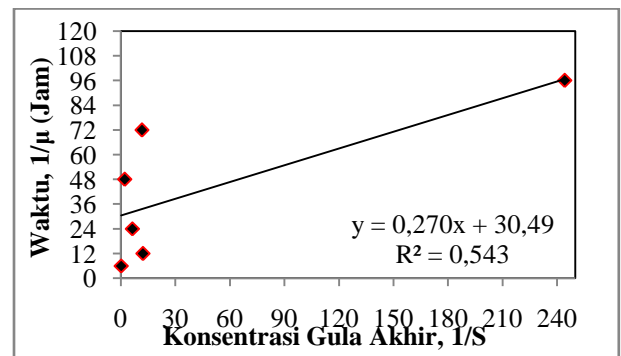
Pada Gambar 4. Merupakan hasil dari pengambilan data antara konsentrasi biomassa dan lama fermentasi kemudian di linierkan untuk mendapatkan suatu persamaan yang dapat menentukan laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) pada setiap variasi starter.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 5.** Hubungan Waktu dengan Konsentrasi Gula pada Volum Starter 250 ml (a), Volum Starter 500 ml dan Volum Starter 750 ml.

Dari data-data yang didapatkan pada Gambar 4. dan Gambar 5. dapat disimpulkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Parameter Kinetika Pertumbuhan Biomassa pada Berbagai Variasi Volum Starter

Volum Starter (ml)	Laju Pertumbuhan Spesifik ( $\mu$ )	Laju Pertumbuhan Spesifik Maksimum ( $\mu_m$ )	Konstanta Kejenuhan Substrat (Ks)
250	-0,0022 jam <sup>-1</sup>	0,064 jam <sup>-1</sup>	0,024 gr/l
500	0,0001 jam <sup>-1</sup>	0,034 jam <sup>-1</sup>	0,088 gr/l
750	0,0063 jam <sup>-1</sup>	0,033 jam <sup>-1</sup>	0,009 gr/l

**Tabel 3.** Perbandingan Konsentrasi Etanol Penelitian Fermentasi Glukosa Untuk Menghasilkan Etanol

Substrat	Mikroorganisme	Konsentrasi Glukosa	Konsentrasi Etanol	Referensi
Glukosa dari Nira Sorgum	<i>Saccaromyces cereviceae</i>	14,5% b/v	11,82%	Sari, 2009
Glukosa dari Nira Sorgum	<i>Saccaromyces cereviceae</i>	13,0% b/v	10%	Aspika, 2011
Glukosa dari Nira Sorgum	<i>Saccaromyces cereviceae</i>	10,5% b/v	7%	Penelitian ini

Laju pertumbuhan spesifik pada proses fermentasi nira sorgum ini terus meningkat dengan bertambahnya waktu. Laju spesifik pada volum starter 250 ml yaitu -0,0022 jam<sup>-1</sup>, terus meningkat pada variasi volum starter 500 ml dan 750 ml yaitu 0,0001 jam<sup>-1</sup> dan 0,0063 jam<sup>-1</sup>. Profil yang ditampilkan pada setiap bertambahnya volum starter transfer oksigen semakin bagus yang diakibatkan nilai viskositas pada starter 250 ml lebih besar jika dibandingkan pada variasi volum starter yang lain. Pada kondisi optimum yaitu pada volum starter 250 ml dan waktu fermentasi 72 jam didapatkan laju pertumbuhan spesifik maksimum ( $\mu_m$ ) dan konsentrasi kejenuhan substrat (Ks) adalah 0,064 jam<sup>-1</sup> dan 0,024 g/l.

Tabel 2. merupakan hasil parameter kinetika pertumbuhan biomassa pada kondisi optimum menunjukkan nilai Ks yang lebih kecil jika dibandingkan pada penelitian yang dilakukan Manfaati (2010), kinetika dan

limbah cair tahu oleh *Ryzopus oryzae*, yaitu 4,324 g/l. Namun,  $\mu_m$  pada penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih besar, dimana pada penelitian sebelumnya hanya 0,046 jam<sup>-1</sup>.

#### Produksi Etanol

Dari penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya konsentrasi etanol yang didapatkan berbeda-beda. Perbandingan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3. Penelitian dilakukan dengan sumber substrat dan konsentrasi yang berbeda.

Dari table 3 konsentrasi glukosa awal tertinggi pada penelitian Sari (2009) yakni sebesar 14,5% dengan menggunakan ragi *Saccaromyces cerivisiae*. Glukosa sebagai medium utama diperoleh dari nira sorgum. Fermentasi dilakukan dengan derajat keasaman (pH) 5, waktu operasi 7 hari. Menghasilkan etanol yang optimum sebesar 11,82%. Perolehan etanol yang didapat lebih besar dibandingkan penelitian lainnya. Dengan



konsentrasi glukosa yang tinggi, yakni 14,5% b/v menyebabkan konsentrasi etanol yang diperoleh lebih tinggi.

Hal yang sama pada penelitian Aspika (2011) dengan konsentrasi glukosa awal sebesar 13,0% dengan derajat keasaman (pH) awal 5. Hasil fermentasi terbaik untuk perolehan etanol sebesar 10%. Hal ini menunjukkan dengan perbedaan konsentrasi glukosa awal akan menghasilkan perolehan etanol yang berbeda. Konsentrasi glukosa yang tinggi, akan menghasilkan konsentrasi etanol yang tinggi.

Pada penelitian ini dengan menggunakan substrat glukosa dari nira sorgum dan mikroorganisme yang sama yakni *Saccaromyces cerevisiae*, dibandingkan dengan penelitian terdahulu konsentrasi glukosa awal lebih rendah. Hal ini disebabkan jenis varietas tanaman sorgum pada penelitian ini menggunakan varietas kawali yang menghasilkan konsentrasi glukosa awal sebesar 10,5%, dimana lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan jenis varietas tanaman sorgum yang berbeda.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Semakin bertambahnya volum starter dan semakin lama waktu fermentasi maka akan menghasilkan kadar etanol yang semakin rendah.
2. Menurunnya konsentrasi gula diikuti dengan meningkatnya biomassa dan terbentuknya etanol pada tiap volum starter.
3. Kondisi optimum pada penelitian ini adalah pada variasi volum starter 250 ml selama 72 jam diperoleh konsentrasi etanol 7% volum dengan yield etanol 55,251 mg/ml.
4. Pada kondisi optimum didapatkan laju pertumbuhan spesifik  $-0,0002 \text{ jam}^{-1}$ , laju pertumbuhan spesifik maksimum dan konstanta kejenuhan substrat sebesar  $0,064 \text{ jam}^{-1}$  dan  $0,024 \text{ g/l}$ .

5. Konsentrasi glukosa yang tinggi, akan menghasilkan konsentrasi etanol yang tinggi.

### Saran

1. Untuk memperoleh ketelitian dari analisa kadar etanol yang diperoleh dari proses fermentasi nira sorgum, ada baiknya analisa etanol dilakukan dengan GC (*Gas Chromatography*).
2. Perlu dilakukan kegiatan proses pemurnian etanol lebih lanjut hasil fermentasi nira sorgum, sehingga diperoleh etanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.
3. Untuk memperoleh konsentrasi glukosa awal yang tinggi, maka perlu pemilihan jenis varietas tanaman sorgum yang tepat atau mempunyai kualitas yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aspika, D, 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum dengan Menggunakan Sacharomyces cerevisiaea*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sari, R. P. P., 2009, *Pembuatan Etanol dari Nira Sorgum dengan Proses Fermentasi, skripsi*, Universitas Diponegoro.
- Soeranto.2008. *Prospek dan potensi sorgum sebagai bahan baku etanol* <http://www.bsl-online.com/energi/archive/1.html>SOERANTO HOEMAN,2008. 29 Oktober 2010
- Sudarmadji, K. 1997. *Mikrobiologi Pangan (PAU) Pangan dan Gizi*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta
- Sumiarso, L, 2011, *Kebijakan Energi Baru, Energi Terbarukan, dan Konservasi Energi*, Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Bandung, 7 Januari 2011.