

PEMBUATAN BIOETANOL DARI NIRA AREN MENGGUNAKAN PROSES FERMENTASI DENGAN VARIASI KECEPATAN PENGADUKAN DAN WAKTU FERMENTASI

Yuli Astuti¹⁾, Chairul²⁾, Khairat²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

Email: yulishelakeke@gmail.com

ABSTRACT

*Bioethanol is a liquid sugar fermentation process results from a source of carbohydrate (starch) using microorganisms. Bioethanol is an alternative raw materials are cheap and environmentally friendly. One of the raw materials for bioethanol production is a palm juice. Aren is one of the most bioethanol feedstock and productive potential as well as a fairly high sugar content. Stirring speed is an important aspect which affects the quality of mixing in stirred tank. Fermentation time very big influence on the activity of yeast because the longer the fermentation, the more the number of increasingly active yeast or yeast to proliferate. The purpose of research to get the operating conditions for bioethanol production from palm juice on the highest level (%) with stirring speed and time variation of fermentation. Through the process of fermentation using yeast *Saccharomyces cereviceae*, glucose is converted into ethanol and carbon dioxide. Preparation starter made with yeast inoculum process *Saccharomyces cereviceae* at 10% of yeast fermentation medium so adaptable and ready for fermentation. Fermentation takes place in batches with a volume is 2 liters of fermentation medium, stirring speed variation 200, 250, 300 and 350 rpm and fermentation time variation of 24, 48, 72 and 96 hours. Ethanol concentration was analyzed by using alcohol meters. The optimum fermentation process is shown in the stirring speed of 350 rpm fermentation time-72 hours with yield obtained 82,53% and ethanol concentrations obtained 7% (v / v) or 55,25 mg / ml.*

Keywords: Aren, Bioethanol, Palm Sugar, Saccharomyces cerevisiae, Stirring Speed

1. Pendahuluan

Potensi cadangan energi fosil Indonesia sudah terbatas dan semakin menipis, bahkan diprediksi pada tahun 2030 cadangan energi ini akan habis. Di sisi lain, konsumsi energi di negeri ini terus meningkat. Kebutuhan energi diproyeksikan tumbuh sekitar 6% per tahun sampai dengan 2014. Oleh sebab itu diperlukan pengembangan energi alternatif sebagai pengganti dari energi fosil yaitu biofuel (ESDM,2006)

Biofuel adalah cairan yang berasal dari biomassa, terutama dari bahan nabati. Bentuk biofuel yang paling populer adalah biodiesel dan bioetanol. Biofuel merupakan

sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil, karena biofuel secara signifikan mengurangi emisi gas rumah kaca dibandingkan bahan bakar fosil. Bioetanol merupakan bahan baku alternatif yang cenderung murah bila dibandingkan dengan bensin tanpa subsidi. Saat ini, selain ubi kayu dan gula tebu, bahan baku potensial untuk dijadikan etanol antara lain nira dari tanaman aren (Kusumanto, 2008). Apabila program substitusi BBM menggunakan bioetanol mulai diimplementasikan maka secara langsung akan mendorong peningkatan bioetanol yang berasal dari tanaman aren.

Tanaman Aren (*Arenga Pinnata*) adalah tanaman perkebunan berpotensi besar untuk dikembangkan. Produk utama tanaman aren sebagai hasil dari penyadapan nira bunga jantan dapat dijadikan gula, minuman, cuka dan alkohol. Selain itu bagian tanaman yang lain dapat dibuat menjadi bahan makanan. Data Ditjen Perkebunan tahun 2004, luas areal tanaman aren telah mencapai 60.482 ha yang tersebar di 14 provinsi. Sehubungan produk nira aren dapat dijadikan bahan baku etanol, maka pengembangan tanaman ini perlu segera ditindaklanjuti untuk mendukung kebutuhan bioenergi. Peluang mengembangkan tanaman ini selain ketersediaan teknologi yang ada, tanaman aren mudah beradaptasi pada berbagai tipe tanah diseluruh Indonesia termasuk lahan kritis dan untuk reboisasi serta konservasi hutan (Kusumanto, 2008)

Aren adalah salah satu bahan baku bioetanol yang paling potensial dan produktif, Aren yang diolah dari niranya dapat menghasilkan bioetanol sekitar 25.000 sampai 40.000 liter/hektar/tahun, sedangkan komoditi lain jauh lebih rendah. Nipah, Kelapa dan Lontar yang diambil dari niranya potensi bioetanolnya antara lain 15.000, 10.000 dan 8.000 liter/hektar/tahun (Yudiarto, 2008). Potensi tanaman aren untuk dijadikan etanol saat ini sudah cukup besar, dapat mencapai 1,43 juta kilo liter bioetanol per tahun. Agar produk aren yang ada tidak bersaing dalam bentuk penyediaan pangan dan bioetanol diperlukan pilot projek pengembangan perkebunan aren di beberapa provinsi di Indonesia, termasuk di Provinsi Riau.

Pengadukan berfungsi untuk menghomogenisasikan larutan dan memperluas permukaan kontak antara substrat dan *yeast* sehingga mempengaruhi kadarbioetanol yang dihasilkan karena semakin cepat pengadukan maka kontak antara substrat dan *yeast* berpengaruh pada proses fermentasi sehingga reaksi akan semakin cepat berlangsung dan produk yang dihasilkan akan semakin banyak pada saat kecepatan dan waktu terbaik.

Pengadukan perlu dilakukan agar zat pereaksi dapat bertumbukkan dengan baik (Februadi, 2012). Pengaruh kecepatan pengaduk yang menghasilkan konsentrasi bioetanol lebih tinggi maka nilai yield etanol akan semakin besar juga. 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).

Rayana [2014], melakukan penelitian menggunakan pati sorgum sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan proses sakarifikasi dan fermentasi menggunakan *yeast Saccharomyces Cereviciae* dengan memvariasikan kecepatan pengadukan 200, 250, 300 dan 350 rpm dan variasi waktu fermentasi 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, dan 72 jam dengan pH 4,5. Kondisi terbaik pada penelitian ini dengan konsentrasi bioetanol terbesar yang dihasilkan yaitu 8% (v/v) pada kecepatan pengaduk 350 rpm dan waktu fermentasi 42 jam.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi operasi pembuatan bioetanol dari nira aren pada kadar tertinggi (%) dengan variasi kecepatan pengadukan dan waktu fermentasi.

2. Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren yang berasal dari Kecamatan Batang Gansal, Kabupaten Indragiri Hulu. *Yeast* yang digunakan yaitu *Saccharomyces cereviciae* dari ragi kemasan serta bahan-bahan kimia lain seperti $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Urea), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (NPK), *yeast extract*, NaOH, H_2SO_4 dan aquades. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat fermentor 2 liter. Selanjutnya *autoclave*, timbangan analitik, *shaker*, spektrofotometer, erlenmeyer, *cuvet*, gelas kimia, pH meter, tabung reaksi, kain kasa,

alkoholmeter, viskometer, piknometer dan rotary evaporator.

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah medium fermentasi (substrat) 2.000 ml (nira aren), pH awal 5, suhu kamar, *Saccharomyces cerevisiae* 20 gr/l, Urea 0,4 gr/l, NPK 10,5 gr/l, *Yeast extract* 1 g/l, dan volume starter 10 %. Sedangkan variable berubah yang divariasikan adalah kecepatan pengaduk (200, 250, 300 dan 350) serta waktu fermentasi 24, 48, 72 dan 96 jam.

2.1 Tahap Persiapan

Nira aren diperoleh dari Kecamatan Batang Gansal, Kabupaten Indragiri Hulu. Sebelum diproses, terlebih dahulu nira disaring dari pengotornya saat proses penyadapan. Hal ini bertujuan agar nira aren yang digunakan bersih dan tidak mengganggu proses fermentasi.

2.2 Tahap Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan dan penyiapan inokulum (starter) serta proses fermentasi harus disterilisasi terlebih dahulu. Sterilisasi dilakukan pada temperatur 121°C selama 15 menit dengan menggunakan *autoclave*. Medium untuk proses fermentasi sebanyak 2000 ml terdiri dari nira aren, dan inokulum *yeast* (200 ml) Untuk menjaga pH ditambahkan NaOH hingga pH 5. Nutrisi terdiri dari 0,4 gr/L urea; 0,5 gr/L NPK dan 1 gr/L *yeast extract*. Nira aren dan nutrisi dimasukkan ke dalam reaktor. Campuran bahan di sterilisasi selama 15 menit dan temperatur 121°C di dalam *autoclave*. Setelah campuran dingin, lalu ke dalam campuran dimasukkan inokulum *yeast*. Kemudian dilakukan proses fermentasi dengan variasi kecepatan pengadukan 200, 250, 300 dan 350 rpm pada temperatur kamar. Waktu fermentasi selama 96 jam dan dilakukan pengambilan sampel pada 24, 48, 72 dan 96 jam untuk mengamati konsentrasi gula substrat, pengaruh kecepatan pengadukan terhadap bioetanol yang dihasilkan.

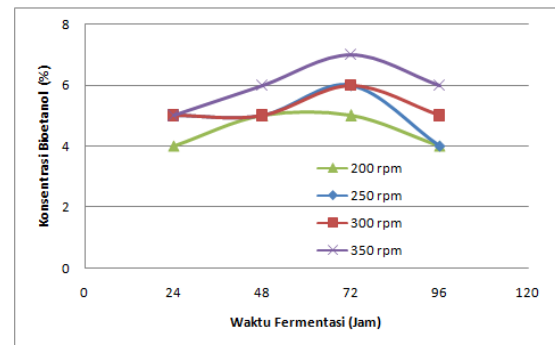
2.3 Tahap Analisa

Pada penelitian ini parameter yang dianalisa yaitu konsentrasi bioetanol dan konsentrasi gula substrat. Pemisahan bioetanol menggunakan alat *Rotary evaporator*. Konsentrasi bioetanol diukur menggunakan alkoholmeter. Konsentrasi gula substrat berupa kadar gula awal dan kadar gula akhir dianalisa dengan metode *Nelson-Samogyi* [Sudarmadji, 1997].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Fermentasi Nira Aren Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu terhadap konsentrasi bioetanol pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.1.

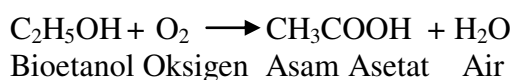


Gambar 3.1 Kurva Hubungan Antara Kecepatan Pengadukan dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Gambar 3.1 menunjukkan hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing – masing variasi kecepatan pengadukan. Pada variasi kecepatan pengadukan 200 rpm, kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan yaitu 5% (v/v) dengan waktu fermentasi 72 jam. Selanjutnya untuk kecepatan 250 dan 300 rpm menghasilkan bioetanol tertinggi yang sama yaitu 6% (v/v) pada waktu fermentasi 72 jam. Kecepatan pengadukan terbaik yaitu pada 350 rpm dengan kadar bioetanol 7 % (v/v). Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukan memiliki pengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan pada proses fermentasi.

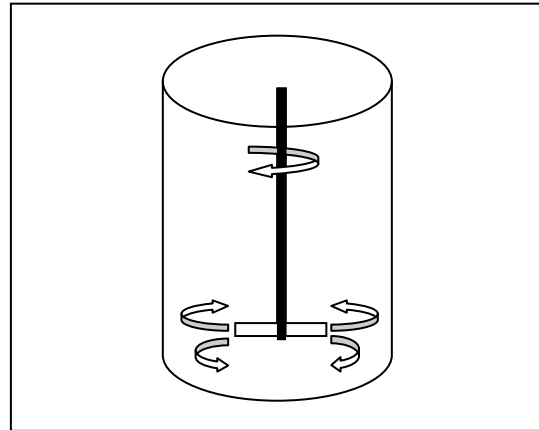
Proses fermentasi terjadi antara substrat berupa cairan dan mikroorganisme berupa padatan. Oleh sebab itu diperlukan pengadukan agar reaksi pembentukan produk pada *interface* kedua fasa dapat terjadi. Dengan pengadukan, maka kontak substrat dengan mikroorganisme akan semakin cepat dan seragam pada setiap titik. Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak sel dengan substrat dan menjaga agar mikroorganisme tidak mengendap dibawah (Kurniawan, dkk, 2011). Selain itu pengadukan juga berfungsi sebagai pemecah sel berkloni sehingga sel – sel mikroorganisme tidak menyatu membentuk gumpalan (flok) yang akan mengganggu perkembangbiakan sel. (Jackson, 2014).

Pengaruh waktu fermentasi juga dapat dilihat pada gambar 3.1. Waktu fermentasi optimum untuk setiap variasi kecepatan pengadukan yaitu pada jam ke-72. Hal ini menjelaskan bahwa *Saccharomyces Cerevisiae* berada pada fase eksponensial pada jam tersebut sehingga produk bioetanol yang terbentuk juga semakin banyak. Semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga semakin meningkat. Akan tetapi, setelah kondisi optimum tercapai, pada jam ke – 96, konsentrasi bioetanol yang diperoleh cenderung menurun, karena nutrisi yang ada sebagai makanan mikroba juga semakin menurun (Kunaepah, 2008). Selain itu konsentrasi bioetanol yang menurun dipengaruhi oleh adanya reaksi lanjut perubahan bioetanol menjadi asam asetat. (Purwoko, 2007). Hal tersebut ditunjukkan oleh reaksi di bawah ini:



3.2 Pola Aliran dalam Tangki Berpengaduk

Jenis pola aliran yang terbentuk pada saat proses pengadukan terlihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Pola Aliran Jenis Pengaduk *Paddle*

Jenis pengaduk yang digunakan pada penelitian ini adalah *paddle*. Pengaduk jenis *paddle* ini menghasilkan dua aliran yaitu aliran tangensial yang dominan dan sedikit aliran radial. Arus bergerak ke arah horizontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah.

Kualitas homogenitas dalam pencampuran dipengaruhi oleh pola aliran dan faktor turbulensi yang dihasilkan yang bergantung pada beberapa faktor seperti geometri tangki, sifat fisik fluida dan kecepatan pengadukan yang digunakan (Perry, 1984).

Tabel 3.1 Bilangan Reynold Untuk Setiap Variasi Kecepatan Pengadukan

Kecepatan Pengadukan	Bilangan Reynolds	
	Awal	Akhir
200	275377,5	155990,90
250	344221,8	186305,10
300	413066,2	222900,50
350	481910,6	258568,93

Dari tabel 3.1 dapat dilihat bahwa bilangan reynold untuk setiap variasi pengadukan berada pada aliran yang turbulen ($NRe > 10.000$). Bilangan reynold mengalami penurunan setelah proses fermentasi selesai (akhir). Hal ini disebabkan karena nilai viskositas cairan fermentasi yang semakin meningkat sehingga akan lebih kental dibanding viskositas awal. Bilangan reynold tertinggi yaitu pada kecepatan pengadukan 350 rpm.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap aktivitas *saccharomyces cereviceae* dalam mengkonversi nira aren menjadi bioetanol.
2. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol sampai titik terbaiknya.
3. Kondisi optimum dari fermentasi nira awal ini adalah pada kecepatan pengaduk 350 rpm dan waktu fermentasi 72 jam dengan konsentrasi bioetanol yang diperoleh sebesar 7 % (v/v) atau 55,25 mg/ml dengan konsentrasi gula awal nira 131,25 mg/ml nira aren.

4.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini dan membuat laporan hasil penelitian ada beberapa saran yang ingin penulis sampaikan yaitu :

1. Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi nira aren sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.
2. Ketelitian hasil kadar bioetanol ada baiknya menggunakan analisa alat GC (*Gas Chromatography*).

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah membantu jalannya proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

ESDM,2006. Minyak Bumi Mendominasi Bauran Energi Primer Dunia Hingga 2050.
<http://esdm.go.id/berita/migas/40-migas/6024-minyak-bumi->

mendominasi-bauran-energi-primer-dunia-hingga-2050.html. 7 Juli 2014 (10:07)

- Februadi, 2012. Hidrolisis Pati.
<http://februadi.com/hidrolisis/987/>. 6 April 2014 (15:07)
- Kusumanto, Dian. 2008. Memilih Aren Sebagai Bahan Baku Bioethanol.
<http://kebunaren.blogspot.in/2008/10/memilih-aren-sebagai-bahan-baku.html>. 8 Juni 2014 (15.35)
- Jackson, Eddy. 2014. Produksi Bioetanol Dari Serabut Buah Sawit Dengan Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Dengan Variasi Kecepatan Pengadukan. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kunaepah, U. 2008. Pngaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktifitas Anti bakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah.Tesis.Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kurniawan, R. 2011. Pengaruh Jenis Dan Kecepatan Pengaduk Pada Fermentasi Etanol Secara Sinambung Dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat. *Skripsi*. Itenas Bandung. Bandung
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara: Jakarta
- Rayana, Maulia. 2014. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan Pada Proses Fermentasi Pati Sorgum Dengan Metode SSF. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sudarmadji, S., 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Yudiarto, A. 2008. Memilih Aren Sebagai Bahan Baku Bioetanol.
<http://kebunaren.blogspot.com/2008/10/memilih-aren-sebagai-bahanbaku.html>. 27 Agustus 2014 (08:07)