Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi Nira Aren Menggunakan *Saccharomyces cereviceae* dengan Variasi pH Awal dan Waktu Fermentasi

Tri Ariyani[1],Chairul[2], Sri Rezeki Muria[2]
[1]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293
[2]Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293
Telp.082383832202; ariyanitri@gmail.com

ABSTRACT

Bioethanol is an alternative fuel that produced from plant materials containing starch, sugar, and cellulose through a process of fermentation, and also bioethanol is environmentally friendly and renewable natural resources. Palm juice is one of potential materials to be processed into bioethanol. Availability of sugar palm land in Indonesia makes sugar palm juice has the potential to be processed into bioethanol. Fermentation process using yeast Saccharomyces cereviceae, glucose is converted into bioethanol and carbon dioxide. This research was observed the effect of variation in pH 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 and variations of fermentation time of 24, 36, 48, 60 dan 72 hours. Fermentation took place at room temperature (25 - 30 ^{0}C) and stirring speed of 200 rpm. Ethanol concentrations were analyzed using alcoholmeter. The optimum fermentation process was shown on the pH 4,5 fermentation time of 72 hours with ethanol concentrations obtained 7% (v / v) or 55,25 mg / ml.

Keyword : Bioethanol, fermentation, Palm juice, Saccharomyces cereviceae.

1. Pendahuluan

Kebutuhan bioetanol di dunia untuk berbagai penggunaan semakin bertambah beberapa tahun belakangan ini. Pada tahun 2010, konsumsi etanol di dunia diperkirakan mencapai 82,13 juta liter dan ditahun 2015 diperkirakan meningkat 171,23 juta liter. [Tim Molindo Industrial, 2010]. Pertumbuhan ini dikarenakan banyaknya negara di dunia yang mendorong penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar. Di Indonesia, industri bioetanol mengalami perkembangan yang cukup pesat, hal ini didukung oleh tersedianya bahan baku tumbuh-tumbuhan yang melimpah berupa: bahan berpati seperti umbi-umbian, bahan bergula seperti *molasses* (tetes tebu), nira tebu, nira aren, nira kelapa, nira nipah dan lain-lain, serta bahan berselulosa seperti limbah kayu, jerami padi, dan batang pisang

Menurut Effendi [2010], aren adalah salah satu tumbuhan yang memiliki potensi sebagai sumber bahan baku pembuatan bioetanol. Tanaman aren termasuk jenis palma yang multifungsi, karena seluruh bagian tanaman ini dapat dimanfaatkan. Produk yang bernilai ekonomis dari tanaman aren adalah air sadapannya yaitu nira.Akan tetapi pemanfaatan dan pemahaman masyarakat setempat tentang produksi nira aren sebagai bahan bakubioetanol sebagai pengganti BBM masih sangat terbatas. Selain itu tanaman aren bukan merupakan bahan pangan pokok, sehingga tanaman aren dapat dengan leluasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol tanpa harus khawatir terjadi persaingan untuk bahan pangan pada tanaman aren (Wahongan dan Gosal, 2013).Dalam keadaan segar nira berasa manis, berbau khas nira dan tidak berwarna. Nira aren mengandung beberapa zat gizi antara lain karbohidrat, protein, lemak dan mineral. Rasa manis pada nira disebabkan karena kandungan gulanya mencapai 11,18%[Rumokoi, 1990]. Hasil analisa komposisi kimia nira aren segar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Aren

Komponen	Kandungan (%)
Karbohidrat :	11,18
- Glukosa	3,70
- Fruktosa	7,48
Protein	0,28
Lemak kasar	0,01
Abu :	0,35
- Kalsium (Ca)	0,06
- Posfor (P_2O_5)	0,07
Vitamin C	0,01
Air	89,23

Sumber : [Rumokoi, 1990].

Nira aren selanjutnya akan dikembangkan menjadi bahan baku pembuatan bioetanol dengan cara di fermentasi menggunakan mikroorganisme. Fermentasi adalah perubahan gula yang terkandung di dalam substrat menjadi alkohol dan karbon dioksida oleh mikroba, terutama oleh *Saccharomyces cereviceae*. *Saccharomyces cereviceae* tumbuh optimum pada suhu 25-30^{o}C dan maksimum pada 35-47^{o}C.pH pertumbuhan yang baik antara 4-6. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan etanol adalahpH, temperatur, konsentrasi glukosa di dalam substrat, nutrisi, jenis *yeast* yang digunakan, aerasi, dan agitasi.

2. Bahan dan Metodologi

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren yang diperoleh dari Kec. Batang Gansal, Kabupaten Indragiri Hulu. *Yeast* yang digunakan yaitu *Saccharomyces cereviceae* dari ragi kemasan merk Saf-Instan yang diperoleh dari toko sembako. Serta bahan-bahan kimia lain seperti $(NH_2)_2CO$ (Urea), $NH_4H_2PO_4$ (NPK), *yeast extract*, aquades, H_2SO_4 dan NaOH.

Peralatan yang digunakan adalah reaktor dua liter berpengaduk, *autoclave*, *shaker*, timbangan analitik, *cuvet*, gelas kimia, tabung reaksi, gelas ukur, pH meter, corong, erlenmeyer, pipet tetes,kain kasa, kapas, alkoholmeter, sentrifugasi, spektrofotometer, dan *rotary evaporator*.

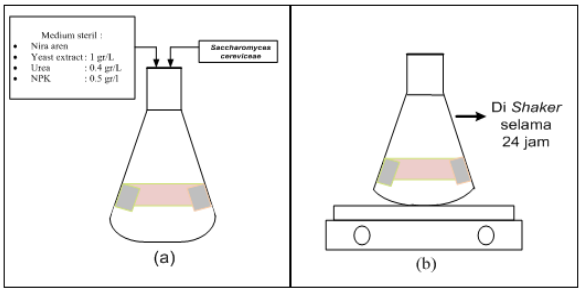
2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren. Untuk menjaga kemurnian nira aren ini maka pada saat penyadapan diusahakan tidak ada sampah, kotoran atau bahan lainnya yang masuk. Selain itu agar nira tidak terkonversi oleh mikroorganisme-mikroorganisme yang menyebabkan asam pada nira aren maka dijaga pada kondisi tetap dingin. Setelah itu nira aren dianalisa kadar gula awalnya dengan metode Nelson-Somogyi menggunakan alat Spektrofotometer Sinar Tampak.

2.2.2Persiapan Inokulum *Yeast*

Pembuatan inokulum *yeast* bertujuan untuk mengadaptasikan sel *yeast* terhadap media fermentasi. Dengan adanya adaptasi diharapkan fase lambat sebagai tahap awal fermentasi dilewati.Tahapan persiapan inokulum *yeast* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.(a) Pembuatan inokulum *yeast* dan (b) inokulum di *shaker*

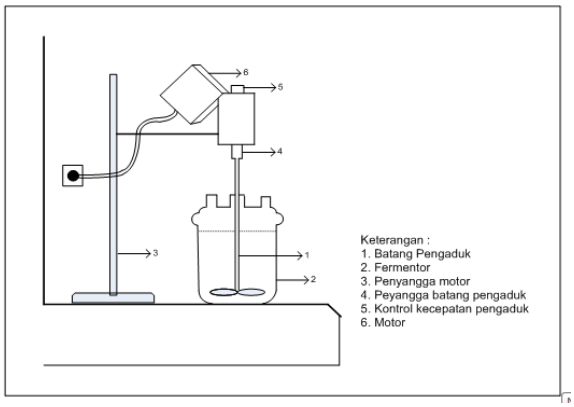
Saccharomyces cereviceae dari ragi kemasan diinokulasidalam 200 ml medium(0,4 gr/L $(NH_2)_2CO$; 1 gr/L *yeast extract*; 0,5 gr/L $NH_4H_2PO_4$ dan nira aren) dalam erlenmeyer 500 ml. Sebelum diinokulasi, medium disterilisasi uap dalam *autoclave* pada suhu 121^{o}C selama 15 menit, kemudian didinginkan sampai suhu kamar. Setelah dingin 20 gr/L*yeast* dimasukan ke dalam medium lalu diaduk dengan menggunakan *shaker* selama 24 jam. Fungsi *shaker* adalah mempermudah difusi oksigen ke dalam medium dan campuran menjadi homogen.

2.2.3 Persiapan Medium Fermentasi

Medium fermentasi yang digunakan berupa nira aren. Selanjutnya ditambahkan nutrisi yang terdiri dari 1 g/L gram*yeast extract*; 0,4 g/L $(NH_2)_2CO$ (Urea) dan 0,5 g/L $NH_4H_2PO_4$ (NPK) kedalam medium fermentasi. Kemudian divariasikan pHnya 4,5; 5,0;5,5; dan 6,0. Selanjutnya medium fermentasi disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121^oC selama 15 menit, lalu dinginkan sampai suhu kamar.

2.2.4 Proses Fermentasi

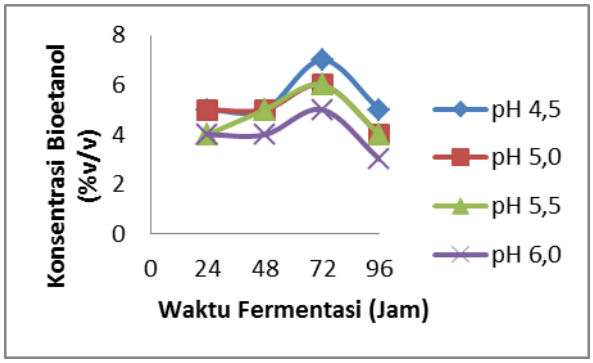
Proses fermentasi dimulai dengan menambahkan sejumlah inokulum *yeast* ke dalam medium fermentasi (nira aren). Fermentor yang digunakan adalah reaktor berukuran dua liter.Kemudian fermentasi dilakukan pada temperatur kamar dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Waktu fermentasi selama 96 jam dan divariasikan waktu pengambilan sampel pada 24, 48, 72 dan 96 jam untuk mengamati konsentrasi gula substrat, pengaruh variasi pH awal,dan waktu fermentasi terhadap bioetanol yang dihasilkan.



Gambar 2. Proses Fermentasi Nira Aren

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum proses fermentasi dari nira aren menjadi bioetanolmenggunakan *Yeast Sacharomyces cereviceae* dengan variabel berubah yaitu pH awal dan waktu fermentasi. Variasi pH awalfermentasi yang digunakan yaitu 4,5; 5,0; 5,5; dan 6,0. Kondisi optimum fermentasi nira aren ini diukur setelah melalui proses pemisahan menggunakan alat *rotary evaporator* untuk memisahkan cairan hasil fermentasi dari pengotornyaberupa sisa-sisa nutrisi, biomassa dan lain-lain. Bioetanol yang dihasilkan diukur kadarnya menggunakan alat alkoholmeter.Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing – masing variabel penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Kurva Hubungan Antara pH Awal dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Hasil konsentrasi bioetanol pada pH awal 4,5menghasilkan kadar bioetanol yang tertinggi yaitu 7 %(v/v) pada jam ke-72. Untuk pH 5,0 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 72 jam yaitu sebesar 6 % (v/v). Untuk pH 5,5 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 72 jam yaitu sebesar 6 % (v/v). Sedangkan untuk pH 6,0 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 72 jam yaitu sebesar 5 % (v/v). Dari Gambar 4.1 dapat dilihat waktu terbaik pada proses fermentasi adalah 72 jam dan terjadi pada semua variasi penelitian ini, sehingga dapat dikatakan bahwa waktu optimum dari kinerja enzim dan *yeastSaccharomyces cereviceae* adalah pada waktu ke-72 jam. Hal ini menjelaskan bahwa *Saccharomyces cereviceae* berada pada fase eksponensial pada jam tersebut. Fase eksponensial adalah fase dimana sel akan tumbuh dan membelah diri hingga mencapai jumlah maksimum. Ketika waktu fermentasi melebihi 72 jam terjadi penurunan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, sehingga dapat dikatakan pada waktu 96 jam *Saccharomyces cereviceae*sudah mengalami fase stasioner dimana unsur nutrisi sudah mulai habis. Kadar bioetanol yang tertinggi

pada waktu fermentasi 72 jam sebesar 7 % (v/v) pada pH awal fermentasi 4,5, karena adanya aktivitas *yeast Saccharomyces cereviceae* yang bekerja secara optimal serta kegiatan enzim yang tidak terhambat.

Pada awal fermentasi, kadar alkohol yang dihasilkan masih rendah, dengan bertambahnya waktu fermentasi, maka kadar alkohol yang dihasilkan semakin meningkat. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil bioetanol karena semakin lama waktufermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol. Namun bila fermentasi terlalu lama maka nutrisi didalam substrat akan habis dan *yeast Saccharomyces cereviceae* tidak bekerja secara optimal untuk mengkonversi gula karena *yeast* kekurangan makanan dan mengakibatkan kinerjanya menurun sehingga kadar bioetanol yang dihasilkan tidak mengalami peningkatan (Setyawati dan Nanik, 2010). Selain itu konsentrasi bioetanol yang menurun bisa disebabkan oleh bioetanol yang dihasilkan terkonversi menjadi asam asetatkarena adanya reaksi oksidasi bioetanol (Purwoko, 2007).

Perlakuan tingkatkeasaman berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Gambar 4.1 memberikan informasi bahwa pH 4,5 menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu sebesar 7 %. Hal ini terjadi karena pada pH 4,5 adaptasi *yeast* lebih tinggi dan aktivitas fermentasinya meningkat. Perubahan pH pada fermentasi dapat menyebabkan terjadinya proses denaturasi (proses yang menyebabkan gangguan terhadap aktivitas sel dan kemungkinan kematian sel) sehingga menurunkan aktivitas enzim.Pada proses fermentasi, *Saccharomyces cereviceae* menghasilkan enzim *zimase* dan *invertase.* Enzim *zimase* berfungsi sebagai biokatalis yang dapat mengubah glukosa dan fruktosa menjadi alkohol dan CO_2, sedangkan enzim *invertase* berfungsimengubah sukrosa menjadi gula invert (glukosa dan fruktosa) (Poedjiadi dan Titin, 2006).

Pada pH dibawah 4,5 aktifitas enzim akan terhambat sehingga kemampuan mikroba untuk mengurai gula menjadi bioetanol semakin rendah (Putra dan Amran, 2009). Hal tersebut dikarenakan pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme dalam membentuk kompleks enzim substrat. Sedangkan pada pH yang lebih tinggi, adaptasi yeast lebih rendah dan aktivitas fermentasinya juga menurun (Putra dan Amran, 2009).

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang di dapat dari penelitian ini adalah:

1. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil bioetanol. Namun bila fermentasi melebihi waktu optimum maka nutrisi dalam substrat akan habis dan *yeast* tidak lagi dapat memfermentasi gula.
2. Derajat keasaman (pH) juga berperan pada proses fermentasi, karena semakin tinggi pH maka akan mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
3. Kondisi optimum untuk proses fermentasi nira aren menggunakan *Saccharomyces Cereviceae* adalah pada pH 4,5 dan waktu 72 jam. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh yaitu sebesar 7 % atau 55,25 mg/ml.
4. Nira aren dengan konsentrasi gula sebanyak 133,97 mg/ml berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol.

5. Saran

Untuk memperoleh ketelitian dari analisa kadar bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi nira aren, sebaiknya analisa kadar bioetanol dilakukan dengan menggunakan alat *GC* (*Gas Chromatography*).

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing yang membantu peneliti selama penelitian ini.Terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini. Terima kasih kepadarekan-rekan Teknik Kimia Angkatan 2010 yang telah banyak membantu penulis dalam skripsi ini.

Daftar Pustaka

Effendi, D. S. 2010. *Prospek Pengembangan Tanaman Aren (Arenga Pinnata MERR) Mendukung Kebutuhan Bioetanol di Indonesia.Jurnal Perspektif* (9)1: 36-46.

Poedjiadi,A dan Titin, S. (2006). Dasar-Dasar Biokimia. Jakarta : UI-Press

Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara: Jakarta

Putra, A.E. dan Amran H. 2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Nira Siwalan Secara Fermentasi Fase Cair Menggunakan Fermipan*. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro : Semarang.

Rumokoi, M. 1990. *Manfaat tanaman aren (Arenga pinnata Merr). Buletin Balitka No. 10: 21-28*. Balai Penelitian Kelapa, Manado.

Setyawati, H. 2012. *Bioetanol dari Kulit Nenas dengan Variasi Massa Saccharomyces Cereviceae dan Waktu Fermentasi*.Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Sodiq, M. 2012. *Fermentasi Nira Nipah Skala Pilot Menjadi Bioetanol menggunakan Saccharomyces cerevceae*.Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik,Universitas Riau : Pekanbaru.

Tim Molindo Industrial. 2010. IPO Update Molindo Raya Industrial. Mega Capital Indonesia

Wahongan, C. R. S. dan P. H. Gosal.2013. *Aplikasi Bioetanol Sebagai Hasil Fermentasi Nira Aren untuk Penerangan Rumah Tinggal Pedesaan di Minahasa Tenggara*.Jurnal Media Matrasain10:3.