

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN PERSENTASE  
STARTER PADA NIRA AREN (*Arenga pinnata*) TERHADAP  
BIOETHANOL YANG DIHASILKAN**

Isna Syauqiah

*Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat*

*E-mail : isnatk@gmail.com*

**ABSTRACT**

Bioethanol can be produced from the fermentation of sugar-containing materials such as cassava, corn and sugar palm juice. This study aims to determine the effect of fermentation using *Saccharomyces* sp at various percentages starter towards substrate ability to produce bioethanol. Variation of fermentation time used are 25, 50 and 75 hours.

Keywords: Bioethanol, fermentation, sugar palm juice, *Saccharomyces cerevisiae*

**1. PENDAHULUAN**

Alkohol merupakan bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati, gula dan lignoselulosa. Alkohol yang diproduksi dari bahan baku tanaman tersebut biasanya disebut dengan bioetanol. Secara umum etanol/bioetanol dapat digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, bahan dasar industri farmasi, sebagai antiseptik, sebagai pengawet, pelarut dan campuran bahan bakar untuk kendaraan.

Bahan baku bioetanol adalah tanaman yang mengandung pati, gula dan lignoselulosa. Singkong dan jagung telah lama menjadi komoditi utama bahan baku pembuatan etanol. Disadari atau tidak pengembangan produksi bioetanol berbahan baku komoditi pangan akan menciptakan masalah baru dalam hal ketahanan pangan nasional, sehingga sangat riskan jika dikembangkan secara besar-besaran.

Kayanya alam Indonesia akan keanekaragaman hayati telah membuka peluang bagi peneliti untuk meneliti tanaman apa yang paling berpotensi sebagai bahan baku bioetanol selain dari bahan pangan pokok. Salah satu tanaman penghasil gula yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol adalah nira aren/enu. Nira aren merupakan salah satu sumber karbohidrat dari palma yang belum dikaji secara mendalam untuk digunakan sebagai bahan baku industri bioetanol, walaupun secara tradisional sudah lama dimanfaatkan untuk pembuatan minuman beralkohol.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Selatan tahun 2008 menunjukkan bahwa nira aren yang diproduksi cukup banyak, seperti di daerah Kabupaten Banjar produksinya sekitar 1.406 kwintal/tahun. Sebagian besar nira aren ini hanya dimanfaatkan oleh masyarakat untuk menghasilkan gula merah sehingga masih terdapat komoditas aren yang belum dimanfaatkan secara baik.

Melalui penelitian tentang pemanfaatan nira aren sebagai bahan baku bioetanol diharapkan akan membuka jalan bagi penelitian lanjutan atau pengembangan usaha pembuatan etanol dari nira aren. Penelitian ini akan disnergiskan dengan proses pembuatan bioetanol sederhana yang telah diterapkan oleh masyarakat, dengan tetap memperhatikan dan merujuk sistem yang lebih ilmiah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh waktu fermentasi dan persentase starter terhadap substrat pada nira aren dalam menghasilkan bioethanol

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Etanol untuk kebutuhan industri dapat dibuat dari hasil reaksi kimia dengan cara hidrasi ethylene, memakai katalis asam pospat. Etanol dari hidrasi gas ethylene ini merupakan hasil samping pemurnian minyak bumi, dikenal sebagai etanol sintesis. Adapun bioetanol merupakan hasil fermentasi bahan yang mengandung gula. Tahap inti produksi bioetanol adalah fermentasi gula,

baik yang berupa glukosa, sukrosa, maupun fruktosa oleh ragi (yeast) terutama *Saccharomyces* sp. atau bakteri *Zymomonas mobilis*. Pada proses ini, gula akan dikonversi menjadi etanol dan gas karbondioksida (Hambali dkk., 2007).

Penerapan teknologi fermentasi etanol dalam skala industri, sejak Perang Dunia II belum ada perubahan yang mendasar. Proses fermentasinya menggunakan sistem batch dengan masa inkubasi berkisar 50 jam dan semata-mata mengandalkan strain khamir yang telah terpilih secara nyata berproduktivitas tinggi (Maiorella dkk., 1981).

Proses produksi bioetanol dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Persiapan Bahan Baku.

Persiapan bahan baku beragam bergantung pada bahan bakunya, dimana untuk tanaman yang mengandung pati dan selulosa dibersihkan kemudian dihancurkan. Setelah itu dilakukan proses pengeringan sampai kadar air tertentu agar bahan baku dapat lebih awet.

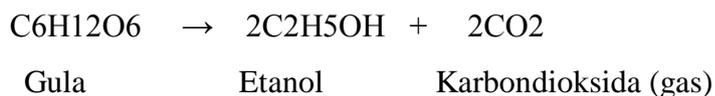
#### 2. Proses pemasakan (Tahap Liquefaction dan Sakarifikasi).

Pada tahap ini tepung dikonversi menjadi gula melalui proses pemecahan menjadi gula kompleks (Saccharification) dan liquefaction dengan penambahan air, enzyme serta panas (enzim hidrolisis) pada suhu 80-90°C. Tahap sakarifikasi dilakukan pada suhu 50-60°C (Hambali dkk., 2007).

#### 3. Fermentasi

Fermentasi merupakan kegiatan mikrobia pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikrobia yang biasa diharapkan aktif dalam perubahan glukosa menjadi etanol adalah khamir dari spesies *Saccharomyces cerevisiae*. (Crueger, 1984).

Reaksi fermentasi dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut:



Proses fermentasi dilakukan pada suhu 27–32°C pada pH 4,5–5,5 selama 40–50 jam.

#### 4. Proses pemisahan

Proses pemisahan merupakan proses akhir pembuatan etanol, dimana alkohol hasil proses fermentasi akan dipisahkan dan dipekatkan. Proses pemisahan yang dilakukan yaitu dengan metode distilasi atau penyulingan yang merupakan proses pemisahan dua atau lebih cairan dalam larutan dengan berdasarkan relative volatility-nya dan perbedaan titik didihnya (Suryanto dkk, 1999).

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi hasil etanol dan efisiensinya pada proses fermentasi, yaitu (1) kondisi fisiologis inokulum mikroba yang ditambahkan ke dalam media, (2) kondisi lingkungan selama proses fermentasi berlangsung dan (3) kualitas bahan media. (Alico, 1982).

Fermentor yang digunakan dalam produksi etanol tergantung pada bahan baku yang digunakan. Untuk penggunaan dengan bahan baku gula dapat langsung dengan fermentor anaerob, sedangkan jika akan digunakan dengan bahan baku dari pati atau karbohidrat lain harus ada proses sakarifikasi terlebih dahulu sehingga minimal ada dua fermentor. Fermentor adalah tempat berlangsungnya fermentasi, dapat berupa alat dengan kerja anaerob ataupun aerob (Anonim<sup>6</sup>, 2007).

Keuntungan penggunaan nira dan molases dalam industri etanol, yaitu tidak memerlukan proses pendahuluan karena bentuk senyawa karbohidratnya sudah siap diubah oleh mikrobial sehingga nira tersebut dapat langsung difermentasi (Kosaric dkk., 1981).

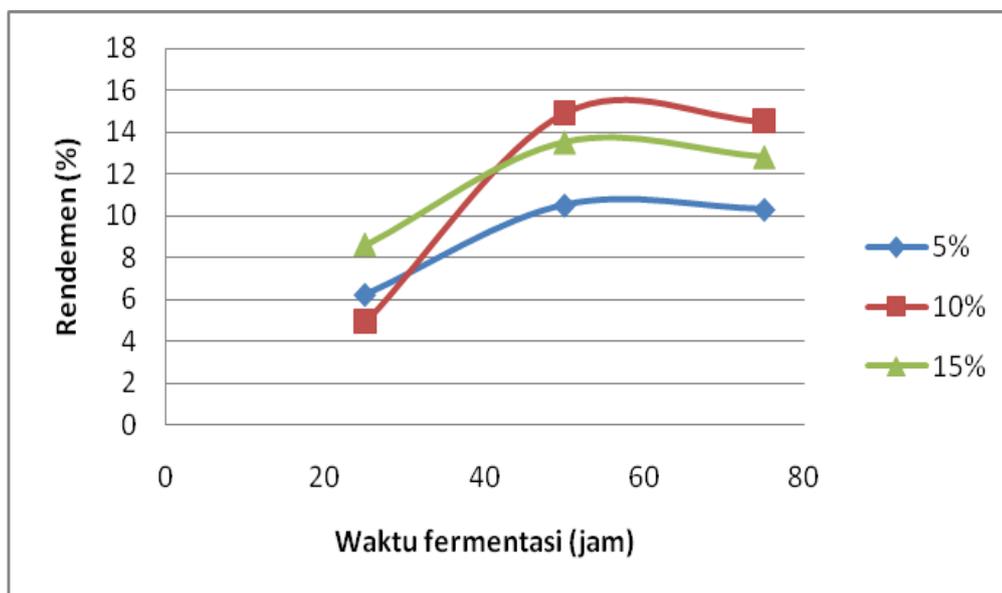
### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan peralatan berupa serangkaian alat fermentor sederhana, serangkaian alat distilasi sederhana dan peralatan untuk analisa. Serta menggunakan bahan berupa nira aren, biakan murni *Saccharomyces cerevisiae*, fermipan, dan bahan untuk analisa.

Penelitian dilakukan dengan mempersiapkan bahan baku nira aren dan yeast yang akan digunakan yaitu fermipan dan biakan *Saccharomyces cerevisiae*, serta dianalisis kadar gula nira aren tersebut. Selanjutnya adalah membuat starter sebanyak 150 mL dengan menggunakan biakan murni *Saccharomyces cerevisiae*, kemudian mendiamkan dan mengocoknya pada shaker dengan kecepatan 180 rpm. Proses fermentasi dilakukan secara anaerob selama 25 jam dengan variasi penambahan starter sebanyak 5%, 10% dan 15% dari total sampel yang digunakan (1000 mL). Proses pemisahan hasil fermentasi dilakukan dengan cara distilasi dengan mempertahankan suhu operasi pada 90-96°C. Analisa hasil dilakukan dengan cara mengukur kadar bioetanol dan kadar keasaman bioetanol. Prosedur di atas dilakukan kembali dengan variasi waktu fermentasi, yaitu selama 50 dan 75 jam. Hal yang sama dilakukan untuk yeast yang berbeda, yaitu fermipan.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penggunaan biakan murni *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi nira aren dengan kadar gula 80,5335 % menghasilkan rendemen, kadar bioetanol dan kadar keasaman yang berbeda untuk tiap variasi waktu fermentasi, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

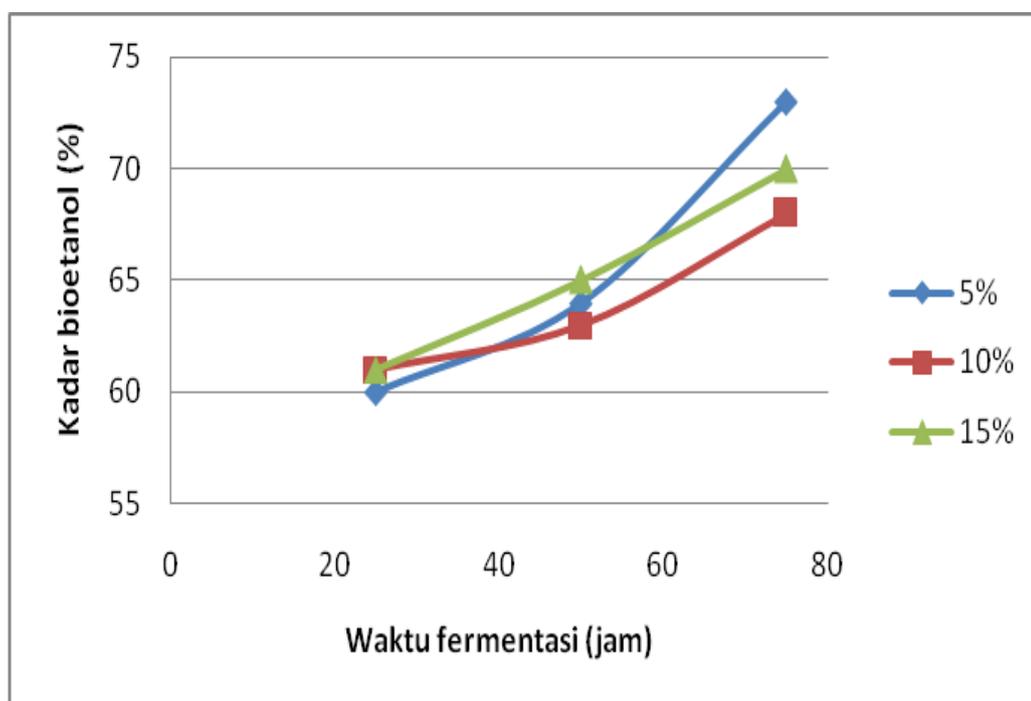


Gambar 4.1 Hubungan antara rendemen bioetanol dengan waktu fermentasi pada penggunaan biakan murni

Variasi waktu fermentasi dan prosentasi starter terhadap substrat ternyata menghasilkan rendemen yang bervariasi pula. Dari gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa pada waktu fermentasi 50 jam, rendemen untuk setiap prosentasi starter terhadap substrat lebih besar dibandingkan dengan rendemen pada saat waktu fermentasi 25 jam. Hal ini dikarenakan selama rentang waktu antara 25 jam sampai 50 jam, *yeast* yang digunakan mengalami peningkatan jumlah sel sehingga jumlah dan kemampuan sel untuk mengkonversi senyawa gula menjadi etanol akan semakin meningkat, akibatnya etanol yang dihasilkan pun semakin besar.

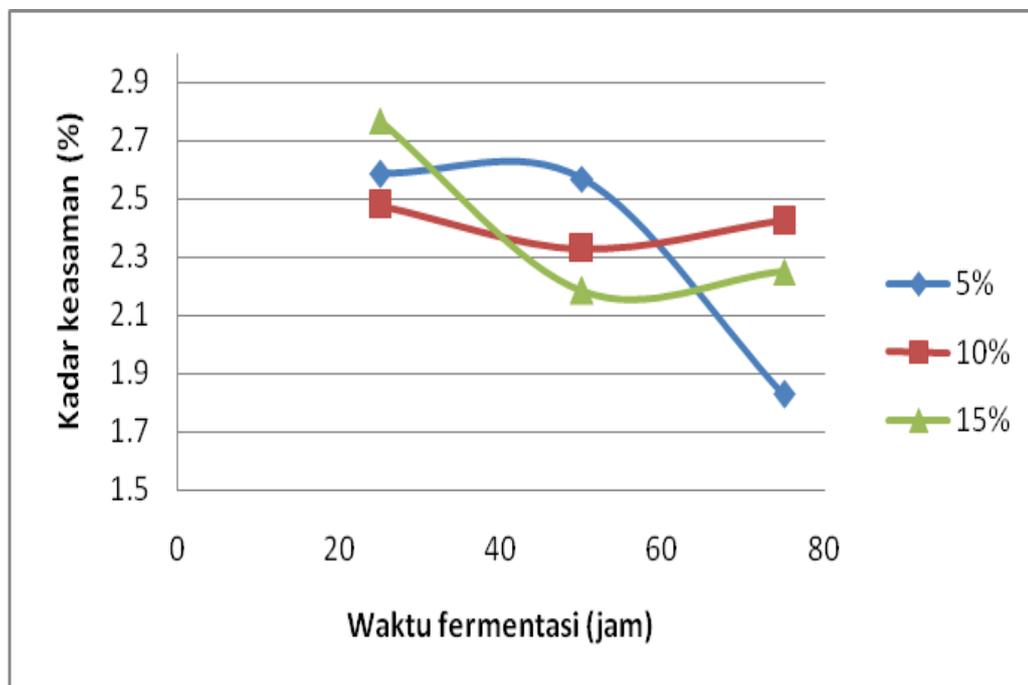
Hasil yang diperoleh pada waktu fermentasi 75 jam menunjukkan bahwa rendemen bioetanol yang dihasilkan mengalami penurunan dibandingkan dengan waktu fermentasi 50 jam. Hal ini disebabkan oleh selama waktu fermentasi 75 jam, *yeast* yang digunakan telah menuju fase *decline* (fase kematian) sehingga *yeast* tersebut kemungkinan sudah banyak yang mati dan kemampuan sel untuk mengkonversi senyawa gula menjadi etanol akan semakin menurun, akibatnya etanol yang dihasilkan pun semakin sedikit. Selain itu, kondisi lingkungan (terutama suhu) juga akan mempengaruhi

rendemen bioetanol yang dihasilkan. Jika suhu lingkungan berubah maka akan mempengaruhi pertumbuhan dan kinerja dari *yeast* untuk mengkonversi senyawa gula menjadi etanol, sehingga proses fermentasi akan terganggu dan mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan.



Gambar 4.2 Hubungan antara kadar bioetanol dengan waktu fermentasi pada penggunaan biakan murni

Berdasarkan gambar 4.2 tersebut dapat dilihat hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Fermentasi selama 25 jam untuk setiap prosentasi starter terhadap substrat menghasilkan etanol dengan kadar yang paling rendah. Kemudian terjadi peningkatan pada fermentasi selama 50 dan 75 jam. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak pula senyawa gula yang dikonversi menjadi etanol (bioetanol). Tetapi karena *yeast* mempunyai keterbatasan dalam mendegradasi senyawa gula sehingga tidak semua gula dalam nira dapat dikonversi menjadi bioetanol.



Gambar 4.3 Hubungan antara kadar keasaman bioetanol dengan waktu fermentasi pada penggunaan biakan murni

Analisa kadar keasaman bioetanol dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan asam asetat yang terkandung dalam bioetanol. Dari gambar 4.3 di atas dapat dilihat bahwa kadar keasaman bioetanol mempunyai nilai yang fluktuatif. Untuk prosentasi starter terhadap substrat sebesar 5% diperoleh kadar keasaman yang semakin menurun seiring semakin lamanya waktu fermentasi. Sedangkan untuk prosentasi starter terhadap substrat 10% dan 15% pada waktu fermentasi 50 jam menunjukkan nilai kadar keasaman yang lebih kecil dibanding dengan waktu fermentasi 25 jam. Akan tetapi pada waktu fermentasi 75 jam, nilai kadar keasaman meningkat dibandingkan pada waktu 50 jam. Hasil kadar keasaman yang fluktuatif ini bisa saja disebabkan oleh kontaminasi bakteri asam asetat dan penguraian (oksidasi) bioetanol selama penyimpanan atau pada saat pembuatannya, sehingga akan menyebabkan terkonversinya bioetanol menjadi asam asetat meskipun

kadarnya tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan kadar bioetanol yang dihasilkan.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Rendemen bioetanol meningkat pada rentang waktu 25-50 jam yang mengindikasikan peningkatan jumlah sel yeast pada rentang waktu tersebut. Namun rendemen bioetanol tersebut menurun pada rentang waktu 50-75 jam, yang mengindikasikan bahwa yeast telah menuju fase decline (fase kematian).
2. Kadar bioetanol yang dihasilkan berbanding lurus dengan waktu fermentasi (rentang waktu 25-75 jam).
3. Etanol yang paling baik diperoleh dari fermentasi menggunakan biakan murni *Saccharomyces cerevisiae* dengan waktu fermentasi 50 jam dan prosentasi starter sebesar 10%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alico, D.H. (1982), **Alcohol Fuels: Policies, Production and Potential**, West view Press (Boulder), Colorado.
- Anonim (2007), **Fermentasi**, <http://ptp2007.wordpress.com/2007/10/08/fermentasi> (22 Mei 2008).
- Crueger, W. dan A. Crueger (1984) , **Biotechnology a Textbook of Industrial Microbiology**, Science Tech, Inc., Madison.
- Hambali, E.. S. Mujdalipah. A. H. Tambunan. A. W. Pattiwiri. dan R. Handoko (2007), **Teknologi Bioenergi**, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Kosaric, N.. Z. Duvnja. dan G.G. Stewart (1981), **Fuel Ethanol from Biomass: Production Economics and Energy**, Biotech, Bioeng..
- Maiorella, B.. Ch. R. Wilke. dan H.W. Blanch (1981), **Alcohol Production and Recovery**, Biotech, Bioeng.

Suryanto, E.. J. R. Assa. dan A. Tompodung (1999), **Distilasi Fraksinasi Alkohol dari Nira Aren sebagai Model Teknologi Tepat Guna Pedesaan**, <http://www.asosiasi-politeknik.or.id/index.php?modul> (21 Mei 2008).