

Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan Penambahan Urea Sebagai Sumber Nitrogen

Yulia Rahmah¹, Syaiful Bahri², Chairul²

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
rahmah.yulia11@gmail.com

ABSTRACT

Nypa is one of biomass which has a potential to be converted into bioethanol. Bioethanol produced through the process of fermentation of glucose with the help of a microorganism. In this research, nypa sap was converted to be bioethanol using *Saccharomyces cerevisiae*. The purpose of this researches were doing the fermentation of nypa sap to produce bioethanol, to study the influence of the addition nitrogen source in the fermentation process, and obtain the optimum fermentation time to bioethanol production. The sequences of this research were preparation of material, equipment sterilization, making the starter (inoculum), making the medium fermentation and fermentation process. Fermentation takes place in batches with a volume of 2 liters of fermentation medium. Variation of urea were used 0,2; 0,4; 0,6; and 0,8 g/l, variation of fermentation time were 24, 36, 58, 60, and 72 hours. Temperature fermentation was occurred at room temperatur (25 – 30°C). Ethanol concentration was analyzed by using Gas Chromatography. The highest bioethanol concentration was 7,12% at variation of urea 0,6 g/l and fermentation time 36 hours.

Keywords : bioethanol, fermentation, nypa sap, *Saccharomyces cerevisiae*, urea

1. Pendahuluan

Saat ini energi menjadi perhatian khusus karena ketersediaannya yang semakin terbatas. Kebutuhan dunia akan minyak bumi semakin meningkat dan cadangan minyak dunia sudah semakin berkurang, sedangkan minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Penggunaan energi untuk berbagai keperluan seperti industri, transportasi dan rumah tangga di hampir semua negara sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil khususnya minyak bumi. Perkembangan kebutuhan energi dunia yang semakin meningkat dan ketersediaan energi fosil yang semakin menipis menyebabkan perhatian saat ini ditujukan untuk mencari sumber-sumber energi terbarukan. Sehingga diperlukan sumber-sumber alternatif lain yang dapat menghasilkan energi, yaitu sumber energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan serta berbasis sumber energi hayati.

Kebutuhan bahan bakar minyak Indonesia diprediksi akan mengalami peningkatan hingga tahun 2025 yaitu mencapai 830 juta barrel, sementara produksi minyak bumi yang diperkirakan hanya 130 juta barrel

pada tahun 2025 [Permana dkk, 2011]. Dengan meningkatnya konsumsi dan penurunan produksi serta cadangan minyak bumi yang semakin menipis, maka akan menyebabkan terjadinya krisis energi. Oleh karena itu, untuk mengatasi persoalan tersebut diperlukan sumber-sumber alternatif lain yang dapat menghasilkan energi, yaitu sumber energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan, berbasis sumber energi hayati dan jumlahnya yang memadai.

Bahan bakar alternatif yang potensial untuk dikembangkan khususnya di Indonesia adalah bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berperan penting dalam mengurangi dampak negatif pada pemakaian bahan bakar fosil [Cardona dan Sanchez, 2007]. Bioetanol merupakan sumber energi yang dapat dibuat dengan bahan baku dari berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan glukosa. Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk

menghasilkan bioetanol antara lain tanaman yang mempunyai kandungan sukrosa, pati, dan selulosa. Tanaman tersebut berupa umbi-umbian, *molasses* (tetes tebu), nira tebu, nira kelapa, nira nipah, limbah kayu, jerami padi, dan batang pisang [Komarayanti, 2010].

Nipah merupakan salah satu tanaman yang berpotensi untuk menghasilkan bioetanol karena memiliki komposisi sukrosa 11,1%, glukosa 5,9%, dan fruktosa 1,6% [Saka dan Tamunaidu, 2012]. Selain itu, nipah sangat banyak terdapat di Indonesia, terutama di Provinsi Riau khususnya di Kabupaten Bengkalis yang masih kurang dimanfaatkan dengan baik.

Pembuatan bioetanol dari nira nipah akan menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* melalui proses fermentasi, dimana nira akan diubah menjadi glukosa dan fruktosa (monosakarida), kemudian monosakarida diubah menjadi etanol dan karbon dioksida.

Dalam pertumbuhannya, *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan nutrisi yang berfungsi menyediakan energi, nitrogen, mineral dan vitamin. Salah satu sumber nutrisi yang penting untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* adalah sumber nitrogen. Dimana sumber nitrogen ini dapat diperoleh dengan penambahan urea, amonium sulfat, pepton dan sebagainya yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam-asam amino. Urea merupakan salah satu sumber nutrisi yang mempunyai kadar nitrogen yang besar yaitu sekitar 46% [Palimbani, 2007]. Karena pentingnya sumber nitrogen sebagai sumber nutrisi *Saccharomyces cerevisiae* maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Pada penelitian ini memanfaatkan nira nipah sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol. Proses produksi bioetanol dari nira nipah melalui proses fermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi urea yang diperlukan dan waktu fermentasi optimum untuk menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi tertinggi dalam proses fermentasi.

2. Metodologi Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nira nipah, *Saccharomyces cerevisiae*, Aquades, H₂SO₄, NaOH, (NH₂)₂CO (Urea), NH₄H₂PO₄ (NPK), *yeast extract*, dan Reagen Nelson-Samogyi.

Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan untuk proses fermentasi dan peralatan untuk analisa. Peralatan pada proses fermentasi yaitu biofermentor 2 liter, *autoclave*, shaker, erlenmeyer, dan pH meter. Sedangkan peralatan untuk analisa yaitu Spektrofotometer UV-VIS dan *Gas Chromatography* (GC).

Cara Kerja

Penelitian ini melalui beberapa tahapan.

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira nipah. Untuk menjaga kemurnian nira nipah 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 nipah maka dijaga pada kondisi beku.

b. Tahap Sterilisasi

Alat-alat yang akan digunakan pada proses pembuatan, penyiapan *starter* dan proses fermentasi harus disterilisasi terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya kontaminasi yang dapat mempengaruhi hasil fermentasi. Sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C selama 15 menit dengan menggunakan *autoclave*.

c. Tahap Penyiapan *Starter* (Inokulum)

Pembuatan *starter* (inoculum) bertujuan untuk mengadaptasikan sel *yeast* terhadap media fermentasi. *Saccharomyces cereviceae* dari ragi kemasan diinokulasi dalam 200 ml medium (0,2 g *yeast extract*; 0,08 g (NH₂)₂CO; 0,1 g NH₄H₂PO₄ dan *aquadest*) dalam erlenmeyer 500 ml. Sebelum diinokulasi, medium disterilisasi uap dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit, kemudian

didinginkan. Setelah dingin ditambahkan 4 g ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) ke dalam medium lalu diaduk dengan menggunakan *shaker* selama 24 jam. Fungsi *shaker* adalah mempermudah difusi oksigen ke dalam medium dan campuran menjadi homogen.

d. Tahap Penyiapan Medium Fermentasi

Medium fermentasi berupa nira nipah murni ditambahkan nutrisi yang terdiri dari 1,8 g *yeast extract*; 0,9 g $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ dan variasi $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (urea) 0,36 g; 0,72 ; 1,08 g; dan 1,44 g ke dalam medium fermentasi, kemudian diatur pH 5 dengan menambahkan NaOH atau H_2SO_4 . Medium fermentasi disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu dinginkan sampai suhu kamar.

e. Proses Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah starter kedalam medium fermentasi dengan komposisi 10% volum starter terhadap volum total cairan yaitu 2 liter dan dimasukkan ke dalam fermentor. Fermentasi dilakukan pada suhu kamar $25\text{--}30^\circ\text{C}$. Waktu fermentasi divariasikan, yaitu 24, 36, 48, 60 dan 72 jam untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Sumber nutrisi nitrogen yang digunakan adalah urea dengan variasi 0,36; 0,72; 1,08; dan 1,44 gram.

f. Analisa Hasil

Pada penelitian ini parameter yang dianalisa yaitu konsentrasi bioetanol dan konsentrasi gula awal pada nira nipah. Pemisahan bioetanol menggunakan alat *Rotary evaporator*. Konsentrasi bioetanol diukur menggunakan *Gas Chromatography* (GC). Konsentrasi gula awal pada nira nipah dianalisa dengan metode *Nelson-Samogyi* [Sudarmadji, 1997].

3. Hasil dan Pembahasan

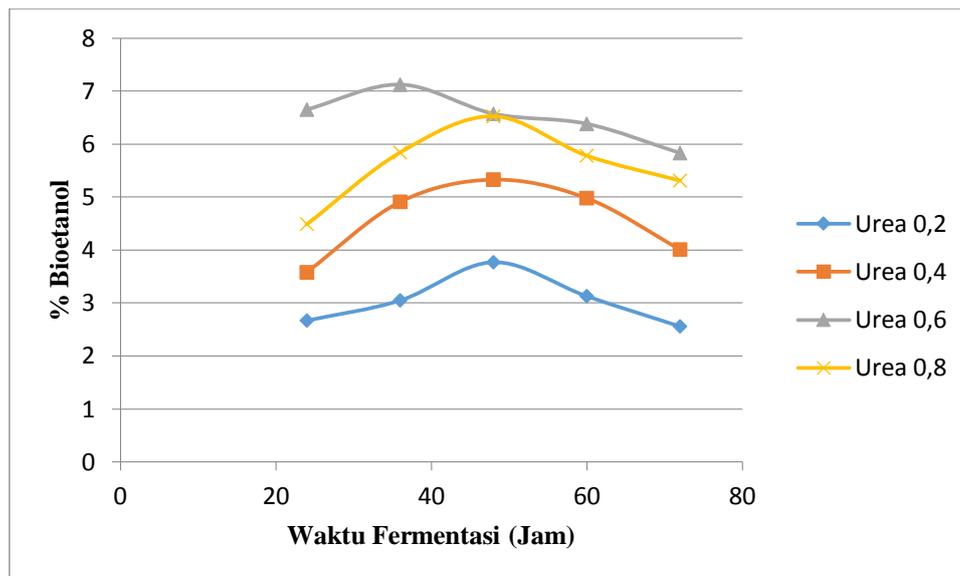
3.1 Konsentrasi Gula Awal Nira Nipah

Substrat yang digunakan dalam proses fermentasi pada penelitian ini adalah nira nipah. Nira nipah memiliki kandungan gula yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Analisa konsentrasi gula awal pada nira nipah menggunakan metode Nelson–Somogyi dengan alat Spektrofotometer Sinar Tampak. Konsentrasi gula awal dari nira nipah adalah 136,75 mg/ml. Konsentrasi gula yang terkandung di dalam nira nipah akan dikonversi menjadi bioetanol menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi penambahan urea dan waktu fermentasi.

3.2 Pengaruh Variasi Urea dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Salah satu faktor yang mempengaruhi pada proses fermentasi adalah nutrisi. *Yeast Saccharomyces cerevisiae* memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan pada proses fermentasi. Tersedianya sumber nutrisi dalam media fermentasi mampu meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Nitrogen merupakan salah satu sumber nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam pembentukan asam nukleat dan asam amino. Sumber nutrisi nitrogen yang digunakan pada penelitian ini adalah urea.

Urea merupakan pupuk hasil buatan persenyawaan NH_4 (ammonia) dengan CO_2 . Kandungan N total dalam pupuk urea adalah 46%. Artinya setiap 100 kg urea, di dalamnya terkandung 46 kg unsur hara nitrogen [Wahyuni, 2011]. Jumlah nitrogen yang cukup tinggi yang terdapat didalam urea dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi untuk *yeast Saccharomyces cerevisiae*. Dimana pada penelitian ini, variasi urea yang digunakan adalah 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8 g/l.



Gambar 1. Pengaruh Variasi Urea dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Dari Gambar 1 di atas dapat dilihat pada variasi urea 0,2 g/l, 0,4 g/l dan 0,6 g/l konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi urea yang digunakan. Sedangkan pada variasi urea 0,8 g/l terjadi penurunan konsentrasi bioetanol, hal ini disebabkan karena adanya penggunaan konsentrasi urea yang terlalu tinggi. Penggunaan konsentrasi urea yang terlalu tinggi menyebabkan pertumbuhan sel *Saccharomyces cerevisiae* menjadi terhambat, sehingga konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin menurun. Jika urea dikonsumsi dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang singkat akan membentuk $\text{NH}_3\text{-N}$ yang bersifat racun dan dapat menghambat pertumbuhan suatu mikroorganisme [Sapariantini, 2006]. Konsentrasi bioetanol tertinggi dihasilkan sebesar 7,12 % dengan variasi urea 0,6 g/l.

Bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi nira nipah ini membutuhkan waktu fermentasi yang bervariasi. Pada penelitian ini, variasi waktu yang dilakukan adalah 24 jam, 36 jam, 48 jam, 60 jam, dan 72 jam. Konsentrasi bioetanol tertinggi dihasilkan sebesar 7,12 % dengan waktu fermentasi 36 jam.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa waktu fermentasi mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi bioetanol yang

dihasilkan juga semakin meningkat pada waktu tertentu dan kemudian menurun. Pada variasi urea 0,2 g/l, 0,4 g/l, dan 0,8 g/l konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin meningkat pada waktu fermentasi 24 jam, 36 jam dan 48 jam, kemudian menurun pada waktu fermentasi 60 jam dan 72 jam dengan konsentrasi bioetanol masing-masing yang dihasilkan adalah 3,77%, 5,33% dan 6,04%. Sedangkan pada variasi urea 0,6 g/l, diperoleh waktu optimum yang lebih cepat dibandingkan pada variasi urea 0,2 g/l, 0,4 g/l dan 0,8 g/l, yaitu 36 jam dengan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan 7,12%. Hal ini disebabkan karena pada variasi urea 0,6 g/l sampai waktu fermentasi 36 jam pertumbuhan dan aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* berada pada fase logaritmik. Terjadinya penurunan aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* pada waktu tertentu menyebabkan proses fermentasi berjalan lambat karena *yeast Saccharomyces cerevisiae* kehabisan nutrisi untuk bertahan hidup dan mengalami fase kematian. Selain itu, karena lamanya waktu fermentasi menyebabkan oksigen yang terdapat dalam fermentor mengalami reaksi lanjut membentuk asam asetat dan air seiring dengan waktu fermentasi yang semakin lama [Sari, 2011].

4. Kesimpulan

Pada proses fermentasi nira nipah, penambahan konsentrasi urea 0,2 sampai dengan 0,6 g/l dan waktu fermentasi 24 sampai dengan 36 jam mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Konsentrasi bioetanol tertinggi yang dihasilkan dari proses fermentasi nira nipah menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae* adalah 7,12% pada variasi urea 0,6 g/l dengan waktu fermentasi 36 jam

5. Saran

Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya hanya menggunakan satu sumber nitrogen pada proses fermentasi.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Syaiful Bahri, Msi, PhD dan Bapak Chairul, ST., MT yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Cardona, A dan Sanchez, OJ. 2007. Fuel Ethanol Production. Process Design Trends and Integration Opportunities. *Biores Technol.* 98 (12): 15-57.
- Komarayati, Sri dan Gusmailina. 2010. *Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Palimbani. 2007. Mengenal Pupuk Urea. <http://pusri.wordpress.com/2007/09/22/mengenal-pupuk-urea/>. 10 Oktober 2014 (20.00)
- Permana, A.D., A, Sugiyono., M.S, Boedoyo., dan M.A.M, Oktaufik. 2012. *Outlook Energi Indonesia*. BPPT Press. Jakarta
- Saka, S dan P. Tamunaidu. 2012. *Nipa (Nypa fruticans) sap as a potential feedstock for ethanol Production*. Journal of The Japan Institute Of Energy. Japan. 52: 96-102
- Sapariantin, E., T. Purwoko., R. Setyaningsih. 2006. Fermentasi Etanol Sari Buah Semu Jambu Mete (*Anacardium occidentale L.*) oleh *Zymomonas mobilis* dengan Penambahan Urea. *Jurnal Bioteknologi*. 3 (2): 50-55.
- Sari, Putri Safariani. 2011. Sakarifikasi dan Ko-Fermentasi Serentak (SKSF) untuk Produksi Bioetanol dari Limbah Padat Industri *Pulp* dan *Paper*. *Skripsi Sarjana*. Fakultas Teknik, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta
- Wahyuni, 2011. *Produksi Pupuk Urea di Pabrik Pupuk Sriwijaya*. Laporan Kerja Praktek. Universitas Sriwijaya. Palembang