

Pengaruh Kecepatan Pengaduk dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol Pada Fermentasi Nira Nipah Kental Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*

Feri Wibowo¹, Chairul², Irdoni S²

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
feriwibowo92@gmail.com

ABSTRACT

In Riau province the existence of palm is abundant. Nipah can potentially supply biofuels because its sap has a sugar content of 15-20% which can be converted into bioethanol. Bioethanol is ethanol produced from raw materials containing starch, sugar and cellulose through a process of fermentation and distillation that can be used as an alternative fuel which is environmentally friendly and renewable. To be able to produce bioethanol from nypa sap in a laboratory scale, it is necessary to study the manufacture of bioethanol from nypa sap through fermentation by using *Saccharomyces cerevisiae* fermentation medium volume of 2 liters. The objective of the research is to convert the sugar in the nypa sap through fermentation into bioethanol and to observe the effect of stirring speed, viscosity of the juice in the fermentation medium and fermentation time on bioethanol production using *Saccharomyces cereviceae*. Through the process of fermentation using yeast *Saccharomyces cereviceae*, glucose is converted into ethanol and carbon dioxide. Preparation starter was made with yeast inoculum process *Saccharomyces cereviceae* at 10% of the yeast fermentation medium, therefore it can be adaptable and ready for fermentation. Fermentation takes place in batches with a volume of 2 liters of fermentation medium, stirring speed variation of 150, 200, 250 rpm and viscosity sap by evaporation at 20% (v/v) as well as variations in the fermentation time of 24, 36, 48, 60 and 72 hours. Temperature fermentation at room temperature is 25 – 30°C. Ethanol concentration was analyzed by using Gas Chromatography. The optimum fermentation process is shown in the stirring speed of 200 rpm with sap viscosity of 20% (v/v) and fermentation hours 36th, therefore it was obtained 15,407% (v/v) or 121,604 mg/ml.

Keywords: bioethanol, condensed sap, nypa sap, *saccharomyces cerevisiae*, stirring speed.

I. Pendahuluan

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia (19%) melebihi Australia (10%), Brazil (7%), serta Nigeria (7%) (FAO, 2007). Data hasil pemetaan Pusat Survei Sumber Daya Alam Laut (PSSDAL) - Bakosurtanal dengan menganalisis data citra Landsat ETM (akumulasi data citra tahun 2006 - 2009, 190 scenes), mengestimasi luas mangrove di Indonesia adalah 3.244.018,46 ha (Hartini, 2010). Salah satu spesies utama penyusun hutan mangrove adalah nipah. Menurut Agushoe (2009) Ekosistem nipah tumbuh dengan komposisi sekitar 30% dari total luas area hutan mangrove, sehingga diperkirakan terdapat 973.205,54 ha hutan nipah di Indonesia.

Di Provinsi Riau keberadaan tanaman nipah sangat berlimpah. Namun

belum termanfaatkan secara maksimal. Hutan Nipah yang tersebar hampir disepanjang pantai Rokan Hilir, Provinsi Riau tentunya menjadi potensi yang cukup besar bagi penyediaan bahan bakar nabati. Terdapat sekitar 32.053,34 hektar hutan nipah yang membentang sepanjang pesisir pantai Kabupaten Rokan Hilir (BPDAS Kepulauan Riau, 2006).

Selain di Rokan Hilir, tanaman nipah juga banyak terdapat di Kabupaten Bengkalis dengan luas area tanaman nipah mencapai 69.000 hektar (Restuhadi dkk, 2012). Menurut Tamunaidu dkk (Tamunaidu et al. 2011), nira dari nipah berpotensi untuk menghasilkan 15.600 liter etanol per hektar, atau 2 kali lipat hasil yang diperoleh dari tebu, dan 6 kali lipat hasil dari jagung. Dengan potensi tanaman nipah (*nypa fruticans*) yang

melimpah di Kabupaten Bengkalis menarik perhatian Ditjen Energi Baru, Terbarukan Dan Konservasi Energi, Kementerian ESDM, sehingga pada tahun 2011 dibangun 2 unit *pilot plant* bioetanol berbahan baku nira nipah dengan kapasitas terpasang 300 L/hari, di Desa Lubuk Muda dan sisanya di Desa Pambang, Kabupaten Bengkalis (Restuhadi, 2012).

Hasil kajian awal dari anggota tim peneliti Restuhadi (2012) mengidentifikasi bahwa kerapatan mangrove nipah di kawasan Bengkalis adalah 4.400-6.066 individu/ha, yang didominasi relatif 99,9% pohon nipah. Jika potensi kerapatan tandan yang dapat disadap adalah 2.966 ha/tahun dan rata-rata produksi

nira satu tandan = 53,31 L/tahun maka produktivitas nira nipah adalah 158.153,18 L/ha/tahun. Jika 1 liter bioetanol dapat dihasilkan dari proses fermentasi 12 liter nira nipah, maka potensi bioetanol dari nira nipah adalah 13.179,43 L/ha/tahun, mendekati hasil yang diperoleh dari perhitungan oleh (Tamunaidu et.al. 2011).

Menyadari prospek dan potensi dari nira nipah sebagai bahan baku dalam industri bioetanol, melalui dana APBD tahun 2011 Pemerintah Daerah (Pemda) Bengkalis telah membangun satu unit pilot plant bioetanol di Desa Lubuk Muda Kecamatan Siak Kecil, sehingga secara keseluruhan terdapat 3 *pilot plants* bioetanol.

Bioetanol merupakan salah satu jenis energi alternatif menyerupai premium yang menjadi salah satu prioritas dan usaha dari pemerintah dalam rencana pengembangan energi baru terbarukan pemerintah Indonesia untuk menjawab persoalan mengenai krisis energi di Indonesia.

Fakta menyebutkan, pertumbuhan konsumsi energi final Indonesia mencapai 7% per tahun, sedangkan pertumbuhan konsumsi energi primer mencapai 10% per tahun. Pertumbuhan itu jauh lebih tinggi dari pertumbuhan konsumsi dunia, 2,6% per tahun. Tingginya laju konsumsi energi

ini mengakibatkan pengurasan sumber daya fosil (minyak bumi, gas alam, dan batubara) (Ditjen EBT,2010).

Nira dari tanaman nipah mempunyai kadar gula 15 – 20 % merupakan potensi bahan baku yang baik untuk produksi bioetanol (Chairul, 2009). Melalui proses fermentasi menggunakan ragi *Saccaromyces Cerevisiae*, nira akan diubah menjadi glukosa dan fruktosa (monosakarida), kemudian monosakarida diubah menjadi etanol dan karbon dioksida (Prihandana, 2007).

Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol adalah kecepatan pengadukan dan waktu fermentasi. Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak sel dan substrat, menjaga agar mikroorganisme tidak mengendap di bawah dan meratakan temperatur di seluruh bagian bioreaktor. Oleh karena itu kecepatan pengaduk yang tepat diharapkan dapat menunjang fungsi pengadukan sehingga dapat meningkatkan hasil fermentasi.

2. Metodologi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira nipah yang diperoleh dari Kabupaten Bengkalis. *Sacharomyces cerevisiae* atau ragi, Aquades, H₂SO₄ dan NaOH, *yeast extract*, (NH₂)₂CO (Urea), NH₄H₂PO₄ (NPK), dan Reagen Nelson-Samogyi. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat fermentor 2 liter lengkap dengan *impeller* yaitu *Paddle*, Selanjutnya *autoclave*, timbangan analitik, inkubator, *shaker*, spektrofotometer, erlenmeyer, *cuvet*, gelas kimia, pH meter, tabung reaksi, kain kasa, GC (*Gas Chromatography*) dan *rotary evaporator*.

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah medium fermentasi (substrat) 2.000 ml (nira nipah kental), pH awal 5, suhu kamar, Urea (46% N) 0,4 gr/l, NPK (16% P) 0,5 gr/l, *Yeast extract* 1 g/l, dan volume starter 10 % serta pengentalan dengan penguapan nira 20% (v/v). Sedangkan variabel berubah yang divariasikan adalah

kecepatan pengaduk 150, 200, 250 rpm dan waktu fermentasi 24, 36, 48, 60 dan 72 jam.

2.1 Tahap Persiapan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira nipah. Untuk menjaga kemurnian nira nipah maka pada saat penyadapan diusahakan tidak ada sampah, kotoran atau bahan lainnya yang masuk. Selain itu agar nira tidak terkonversi oleh mikroorganisme yang menyebabkan asam pada nira nipah maka dilakukan pemanasan (sterilisasi) di tempat penyadapan dan setelah itu nira dijaga pada kondisi tetap dingin.

Medium fermentasi yang digunakan berupa nira nipah kental, pengentalan nira dilakukan dengan cara menguapkan nira nipah segar pada penguapan 20% (v/v) yang bertujuan untuk menguapkan dan mengurangi kadar air pada nira. Selanjutnya ditambahkan nutrisi yang terdiri dari 1 g/L gram *yeast extract*; 0,4 g/L $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Urea) dan 0,5 g/L $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (NPK) kedalam medium fermentasi. kemudian di cek pH 5. Selanjutnya dianalisa konsentrasi gulanya dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak. Selanjutnya medium fermentasi disterilkan dalam *autoklaf* pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu dinginkan sampai suhu kamar.

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.

2.2 Tahap Penelitian

Semua peralatan dan bahan kecuali *yeast* disterilisasi terlebih dahulu di dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C . Selanjutnya dilakukan pengaturan pH sesuai dengan variabel penelitian. *Sacharomyces cereviceae*

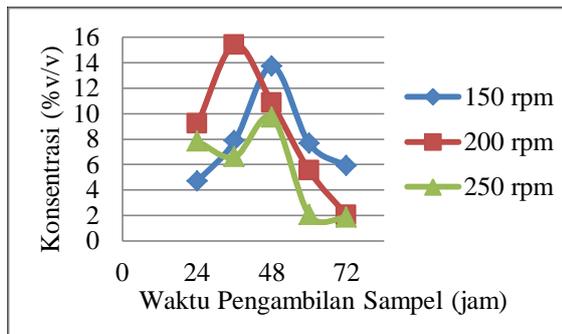
dibiakkan dalam 10% medium fermentasi, medium pengembang yang digunakan sama dengan medium yang akan difermentasikan dengan pH awal 5. Selanjutnya tambahkan nutrisi dengan kadar 1 g/l *yeast extract*, 0,4 g/l $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Urea) dan 0,5 gr/l $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (NPK) kedalam medium pengembang (*starter*) dan diaduk hingga merata (homogen). Larutan tersebut disterilkan dalam *autoklaf* selama 15 menit pada suhu 121°C . Kemudian medium pengembang *starter* didinginkan sampai suhu kamar. Selanjutnya ditambahkan ragi (*Sacharomyces cerevisiae*) sebanyak 4 gram dan di *shaker* selama 24 jam. Kemudian siapkan medium fermentasi dengan pengentalan nira sebesar 20% (v/v) dan tambahkan nutrisi kedalam medium fermentasi dan disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Proses Fermentasi dimulai dengan menambahkan *starter* ke dalam medium fermentasi (nira nipah kental) dengan komposisi yang sesuai dengan variabel penelitian, perbandingan yang digunakan adalah 10% volume *starter* terhadap volume total cairan yaitu 2 L. Fermentor yang digunakan adalah *vessel* fermentor 2000 ml pada suhu kamar dan waktu fermentasi divariasikan pada 24, 36, 48, 60 dan 72 jam untuk mengamati pengaruh waktu fermentasi terhadap etanol yang dihasilkan.

2.3 Tahap Analisa

Pemisahan bioetanol dari sampel dengan menggunakan alat *Rotary evaporator* dan konsentrasi bioetanol diukur menggunakan gas kromatografi dan konsentrasi gula dianalisa dengan metode Nelson-Samogyi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh kecepatan pengaduk dan waktu terhadap konsentrasi bioetanol pada kekentalan nira 20% (v/v) ditunjukkan oleh Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Pengaruh Kecepatan Pengaduk Terhadap Konsentrasi Bioetanol Pada Kekentalan Nira 20%

Dari gambar 3 memperlihatkan hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada variasi kecepatan pengadukan dengan kekentalan nira nipah sebesar 20% (v/v). Hasil konsentrasi bioetanol pada kecepatan pengaduk 150 rpm yang menghasilkan kadar bioetanol yang tertinggi yaitu 13,729 %(v/v) pada jam ke-48. Sedangkan untuk kecepatan pengaduk 200 rpm diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 15,407 %(v/v) pada jam ke-36. Selain itu untuk kecepatan pengaduk 250 rpm diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 9,697 %(v/v) pada jam ke-48.

Gambar 3 juga menunjukkan 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 adanya 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 berkoloni sehingga sel – sel mikroorganisme tidak menyatu membentuk gumpalan (flok) yang akan mengganggu perkembangbiakan sel

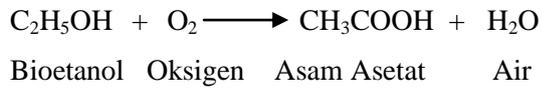
yang tidak mendapatkan nutrisi yang cukup dari substrat (Ahmad, 2009).

Pada kekentalan nira nipah sebesar 20% (v/v) yang terlihat dari gambar 3 menunjukkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan pada kecepatan pengadukan 200 rpm lebih tinggi daripada konsentrasi bioetanol dengan kecepatan pengadukan 150 dan 250 rpm. Hal ini menginformasikan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan menjadi 200 rpm dapat meningkatkan perolehan konsentrasi bioetanol.

Pada kecepatan 150 rpm, kontak sel dengan substrat masih sedikit dalam mengkonversi bioetanol secara optimal. Sehingga dengan bertambahnya kecepatan pengadukan sebesar 50 rpm menjadi 200 rpm mampu mencapai kondisi terbaik yang ditandai dengan bertambahnya perolehan konsentrasi bioetanol menjadi 15,407 (%v/v) pada jam ke-36, namun seiring bertambahnya kecepatan pengadukan menjadi 250 rpm perolehan konsentrasi bioetanol menunjukkan *trend* yang menurun. Penurunan perolehan bioetanol ini dapat diakibatkan karena besarnya arus yang dihasilkan pada kecepatan pengadukan 250 rpm. Sehingga kontak antara enzim yang dihasilkan dari *saccharomyces cerevisiae* dengan substrat glukosa menjadi berkurang dan tidak maksimal yang mengakibatkan glukosa yang terkonversi menjadi bioetanol menjadi lebih sedikit.

Pengaruh waktu fermentasi juga dapat dilihat pada gambar 3 waktu fermentasi optimum untuk setiap variasi kecepatan pengadukan yaitu pada jam ke-36 dengan kekentalan nira 20% (v/v). 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 48, 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:



4. Kesimpulan

1. Kecepatan pengaduk dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengkonversi nira nipah menjadi bioetanol, sehingga berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
2. Kondisi optimum dari fermentasi nira nipah kental ini dilihat dari konsentrasi bioetanol yang diperoleh yaitu pada kecepatan pengadukan 200 rpm pada waktu fermentasi 36 jam. Dimana konsentrasi bioetanol sebesar 15,407% (v/v) atau 121,604 mg/ml dengan konsentrasi gula awal nira 239,16 mg/ml.

5. Saran

Perlu dikembangkan dan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan hasil bioethanol hasil fermentasi nira nipah sehingga diperoleh bioethanol dengan tingkat kemurnian tinggi.

6. Ucapan Terima Kasih

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 dan penguji yang telah membantu jalannya proses penelitian ini.

Daftar Pustaka

Agushoe. 2009. *Indonesia: 3 Juta Kiloliter Bioetanol Potensial dari Tanaman Nipah*.

<http://agushoe.wordpress.com/2009/12/22/indonesia-3-juta-liter-bioetanol-potensial-dari-tanaman-nipah/>. Diakses pada 5 Agustus 2012.

Ahmad, A. 2009. *Teknologi Fermentasi*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau: Pekanbaru.

BPDAS. 2006. *Penyebaran Luas dan Jenis Mangrove/Asosiasi Mangrove Wilayah Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II. BPDAS Indragiri Rokan*. Riau (bphm-ii.sim-rpls.dephut.go.id). Diakses pada 5 Agustus 2012

Chairul dan Is. S. Purwaningsih. 2009. *Fermentasi Nira Nipah Menjadi Etanol Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae*. Universitas Riau: Pekanbaru

FAO, 2007, *The World's Mangroves 1980–2005. Forest Resources Assessment Working Paper No. 153*, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.

Hartini, S., G. B. Saputro, M. Yulianto, Suprajaka. 2010. *Assessing the Used of Remotely Sensed Data for Mapping Mangroves Indonesia*. Selected Topics in Power Systems and Remote Sensing. In 6th WSEAS International Conference on Remote Sensing (REMOTE '10), Iwate Prefectural University, Japan. October 4-6, 2010; pp. 210-215.

Kurniawan, S. 2011. Pengaruh Jenis dan Kecepatan Pengaduk pada Fermentasi Etanol Secara Sinambung dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Iteas : Bandung

Kunaepah, U. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktifitas Anti bakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah*. Tesis. Universitas Diponegoro, Semarang.

- Kurniawan, S. 2011. Pengaruh Jenis dan Kecepatan Pengaduk pada Fermentasi Etanol Secara Sinambung dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Itenas : Bandung
- Prihandana, R.K., Noerwijari, P.G., Adinuraini, D., Setyaningsih, Setiadi, S. dan R. Hendroko. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia: Jakarta.
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara: Jakarta
- Rayana, M. 2013. Pembuatan Bioetanol dengan Metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)* Menggunakan *Saccharomyces Cereviceae* dengan Variasi Kecepatan Pengadukan dan Waktu Fermentasi. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau: Pekanbaru.
- Restuhadi, Fajar, Djamin Backe, Idral Amri, Chairul dan Sopyan Hadi. 2012. *Pemanfaatan Potensi Nira Nipah Dalam Merevitalisasi Industri Bioetanol Di Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau*. Universitas Riau
- Tamunaidu, Pramila, Takahito Kakihira, Hitoshi Miyasaka, and Shiro Saka. 2011. *Prospect of Nipa Sap for Bioethanol Production*. In ed. Takeshi Yao. Springer Japan, p. 159–164.
http://dx.doi.org/10.1007/978-4-431-53910-0_21
- Tim Energi Hijau. 2010. *Gerakan Hijau Ditjen EBTKE*. Direktorat Jenderal EBTKE : Bandung